

UTILISATION D'UN PROGESTAGÈNE (RÉGUMATE) AU MOMENT DU TARISSEMENT DE LA PRIMIPARE

2. Mécanismes Physiologiques

Françoise MARTINAT - BOTTÉ (1), Y. FORGERIT (2), J. BUSSIÈRE (2), Marie-Christine MAUREL (1), Martine PLAT (1),
C. MACAR (3), P. POIRIER (3), P. NOLIBOIS (3), 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) ROUSSEL-UCLAF, Recherches Vétérinaires - 102 route de Noisy, 93230 Romainville

Deux durées de traitement de Régumate 3 et 5 jours (RU3j, RU5j), à la même dose quotidienne (20mg/d) ont été comparées à des primipares sans traitement (Témoin). Le traitement RU3j a commencé le jour du tarissement et pour le lot RU5j, le surlendemain du sevrage des porcelets. La durée de lactation moyenne est de 27 jours. Les femelles ont été inséminées à l'oestrus détecté (double I.A.; 6.10⁹ spz/I.A.). Dans une première étude (83), des prélèvements de sang ont été réalisés deux fois par jour dès le 1^{er} jour de l'oestrus pour déterminer le moment d'ovulation par le biais de la progestérone. Ce moment a été défini par une valeur de progestérone égal au niveau de base moyen augmenté d'un sd. Des prélèvements fréquents sanguins dès le jour du tarissement ont permis de suivre l'évolution de la LH, progestérone et Régumate jusqu'à la fin des chaleurs. Dans une seconde étude, 44 truies réparties entre les 3 lots, ont été abattues entre 3 et 10 jours de gestation (G₃ à G₁₀). Les embryons ont été collectés par lavage des oviductes et / ou de l'utérus. Les corps jaunes (CJ) ont été disséqués, le poids et la longueur des oviductes et de l'utérus ont été mesurés.

Le moment d'ovulation est très variable quelque soit le lot de 30 à 60 h par rapport au début de l'oestrus. L'évolution post-tarissement de la LH diffère selon les traitements : les niveaux plasmatiques sont plus élevés pour le lot RU5j. Le taux d'ovulation moyen est similaire entre les traitements : 17 CJ ; la qualité des ovulations est meilleure pour le lot RU3j. De même, le développement des embryons à G₃ est plus homogène. Aucun effet du traitement n'est décelé sur les différentes mesures réalisées sur les oviductes et l'utérus.

En conclusion, le lot RU3j permet donc une meilleure qualité d'ovulation et un développement embryonnaire plus homogène.

Use of a progestagen Regumate at weaning in primiparous sows 2. Physiological mechanisms

Two durations of Regumate treatment 3 and 5 days (RU3d, RU5d) at the same dosage (20 mg/d) were compared to primiparous controls (without any treatment). RU3d was beginning on the day of weaning and for RU5d, two days after the weaning. The mean duration of lactation was 27 days. The females were inseminated at detected oestrus (double A.I.; 6.10⁹ spz/A.I.). For experiment 1 (n=83), blood samples were collected twice daily in order to determine the time of ovulation by progesterone (Pg). This time was defined as the time when concentration of Pg increased plus one SD above basal level. For experiment 2, 44 primiparous sows were slaughtered between 3 to 10 days of gestation (G₀: 1st day of A.I.). The embryos were recovered by flushing the oviducts and / or uterus. The weight and length of oviducts and the uterus were measured.

The interval between beginning of oestrus and time of ovulation was variable in the three groups and ranged from 30 to 64 h. Plasma LH concentrations post-weaning remained higher for RU5d compared to RU3d and Control. The ovulation rate did not differ between groups : 17 CJ in mean. An improved quality of ovulation (expressed in percentage of females with only corpora lutea on the two ovaries) was noted in group RU3d (78%) compared to RU5d (46%) and Control (60%). At G₃, a significant difference for the embryo development was noted : 96.6% of the embryos collected were at 3 and 4 cells for RU3d while only 67.1% and 61.2% respectively of RU5d and Control. No effect of treatment was noted for the different measurements done on oviducts and uterus.

RU3d resulted in high quality of ovulation and a homogenous embryo development.

INTRODUCTION

L'irrégularité de la venue en oestrus des truies primipares après tarissement, crée des difficultés, dans certains élevages, pour maintenir la taille des bandes de truies mettant bas à un même moment (MARTINAT-BOTTÉ et al, 1984). L'effet de traitements progestatifs courts de Régumate au moment d'un tarissement, a été étudié pour tenter de trouver une solution à l'irrégularité de ces venues en oestrus (MARTINAT-BOTTÉ et al, 1985).

Récemment, une étude a été réalisée dans un seul élevage pendant quatre ans, dans des conditions aussi contrôlées que possibles pour comparer chez les primipares, deux traitements à un lot Témoin. Une chute importante du taux de mise bas (-10%) a été observée dans l'un des lots de traitements (RU5j: 5 jours de Régumate débutant le surlendemain du tarissement; FORGERIT et al, 1995).

L'objet de ce rapport est d'essayer de comprendre les raisons de cette chute de fertilité à partir des différents paramètres étudiés : le moment d'ovulation, le taux d'ovulation, la croissance des embryons et de l'utérus en début de gestation. L'évolution plasmatique du Régumate, de la LH et de la progestérone a été étudiée du jour du tarissement jusqu'à la fin des chaleurs des primipares.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux expériences ont été réalisées à des périodes différentes. Le système d'élevage qui a été retenu est un élevage conduit en bandes toutes les 3 semaines. La durée moyenne de lactation a été de 27 jours. La constitution du troupeau et la conduite d'élevage ont été détaillées dans la première partie de ce rapport (FORGERIT et al, 1995).

1.1. Schéma expérimental

Chaque bande a été divisée en deux groupes : 1/3 de femelles Témoin, 2/3 dans l'un des deux lots Régumate (RU) et ceci alternativement de telle façon qu'en fin d'expérience, les effectifs de primipares soumises à chaque traitement soient équivalents.

Le lot Témoin ne reçoit aucun traitement, les femelles sont séparées de leurs porcelets le jour du sevrage soit le jeudi.

Lot RU 3 jours (RU3j) : dès le jour du sevrage des porcelets (jeudi) et les deux jours suivants, les primipares ont reçu sur l'aliment 20 mg/jour♀ de Régumate sous forme huileuse.

Lot RU 5 jours (RU5j) : le surlendemain du tarissement soit le samedi, les primipares ont reçu pendant 5 jours 20 mg de Régumate par jour et par femelle sous forme huileuse.

Les truies sont en alimentation individuelle. L'oestrus est détecté deux fois par jour par passage d'un verrat. Une double insémination (I.A.) est réalisée à 24 heures d'intervalle, la première se situant de 6 à 12 heures après le début des chaleurs. Des doses de semence de 6 milliards de spermatozoïdes par I.A. sont utilisées.

1.1.1. Expérience 1: Moment d'ovulation et suivi post-sevrage de la LH, du Régumate et de la Progestérone

L'expérience a porté sur 83 truies croisées primipares. En ce

qui concerne le moment d'ovulation, des prélèvements de sang sont réalisés sur des truies de chaque lot (RU3j, RU5j, Témoin), deux fois par jour à 9h et 16h dès le premier jour de l'oestrus. L'arrêt des prises de sang s'est situé 48 heures après la fin des chaleurs. Les échantillons ont servi à mesurer les concentrations plasmatiques de la progestérone (dosage RIA) selon la méthode décrite par SAUMANDE et al, 1985. Le moment d'ovulation a été défini comme suit : le premier point «haut» de progestérone qui correspond à la moyenne des valeurs basales plus un écart-type.

Parallèlement, chez une partie des truies de chaque lot, des prélèvements sanguins sont effectués pour suivre l'évolution plasmatique du Régumate, de la LH et de la progestérone du jour du sevrage des porcelets jusqu'à la fin de l'oestrus induit (RU3j ou RU5j) ou naturel (Témoin). Les concentrations plasmatiques de progestérone sont dosées comme indiqué précédemment, celles de Régumate selon un protocole appliqué par les Laboratoires Roussel-Uclaf (non publié). Un kit de dosage immunoenzymatique de la LH (REPROKIT, Sanofi Santé Nutrition Animale, Libourne, France) a été utilisé pour mesurer les taux plasmatiques de LH. Ce dosage est réalisé en 3 heures selon un protocole simple, sur plaque de microtitration à 56 puits (MAUREL, 1991). Les résultats sont lus à l'aide d'un spectrophotomètre automatique pour plaque ELISA.

En l'absence de retour en chaleur, les truies ont subi à 23 et 44 jours après insémination, une échographie d'ultrasons pour confirmer l'état de gravidité. Après la seconde échographie, les femelles gravides ont été réparties chez des éleveurs chez qui elles ont mis bas.

1.1.2. Expérience 2 : Taux d'ovulation, développement précoce des embryons et croissance utérine

Quarante-quatre primipares croisées qui avaient allaité entre 21 et 30 jours ont été soumises à l'un des trois traitements décrit ci-dessus. Après double insémination, les femelles ont été abattues entre 3 et 10 jours de gestation. Le jour zéro de gestation est le jour de la première insémination (G₀).

L'appareil génital des truies est prélevé dans les minutes qui suivent leur abattage. Les cornes utérines et les oviductes sont séparés du ligament large. Les embryons sont récoltés par perfusion des oviductes et des cornes utérines avec du PBS (Phosphate Buffered Saline) à 37°C additionné de 2% de sérum. Le perfusé est collecté et les embryons sont examinés et comptés sous loupe binoculaire (x10). Pour les femelles abattues à G₃, le stade de développement des embryons est caractérisé par le nombre de cellules; à G₁₀ l'embryon commence à s'allonger, son diamètre a été mesuré en millimètres.

Les ovaires sont collectés, pesés (g). Les corps jaunes sont disséqués et pesés (g). La qualité des ovulations a été caractérisée par l'absence ou la présence de follicules kystiques ou de corps jaunes hémorragiques sur les ovaires. La qualité des ovulations est exprimée en pourcentage de femelles avec une bonne ovulation c'est à dire uniquement des corps jaunes fonctionnels sur les deux ovaires.

La longueur (mm) et le poids (g) des oviductes et des cornes utérines ont été mesurés pour chaque truie. De même, le poids (g) et la surface de l'endomètre (cm²) ont été estimés selon la méthode de calcul proposée par BAZER et al (1988).

1.2. Analyse statistique

Les données des deux expériences ont été analysées à l'aide du logiciel «New S Language» (BECKER et al, 1988). Une analyse de variance a été réalisée en tenant compte de l'interaction traitement x stade de gestation pour les paramètres suivants :

- poids des ovaires, des corps jaunes, des oviductes, de l'utérus et de l'endomètre,
- longueur des oviductes, de l'utérus et de la surface de l'endomètre,
- taux d'ovulation, qualité des ovulations, nombre d'embryons collectés et fécondés.

Pour le paramètre «diamètre des embryons à G₁₀» l'interaction truie x traitement a été prise en compte dans l'analyse de variance. Un test de χ^2 a été utilisé pour analyser les distributions du nombre de cellules à G₃.

Les différences de niveaux plasmatiques de LH ont été analysées avec la procédure GLM de SAS en introduisant l'option pour les mesures répétées (SAS Institute Inc., 1985).

2. RÉSULTATS

2.1. Moment d'ovulation et suivi post-sevrage de la LH, du Régumate et de la Progesterone

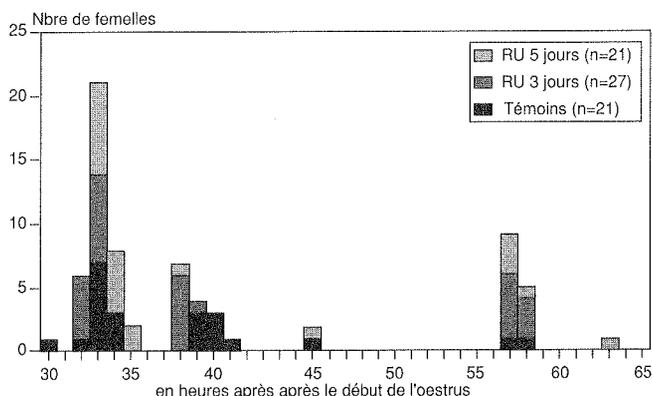
Le moment d'ovulation déterminé par le début de la montée de progesterone est très variable : respectivement 30 à 63h par rapport au début de l'oestrus (figure 1). La moyenne des moments d'ovulation se situe respectivement à 37 ± 7 h, 42 ± 11 et 40 ± 10 h pour les lots Témoin, RU3j, RU5j. Globalement, la période d'ovulation s'est produite en fin de chaleur soit à $74 \pm 8\%$ de la durée d'oestrus. Au total, 81 sur 83 femelles ont été observées en chaleur. Chez 4 truies ayant eu un oestrus et inséminées, aucune montée de progesterone n'est observée après la période possible d'ovulation (soit 4,8% de l'échantillon étudié). Ces 4 femelles ont été constatées vides à la première échographie, avec ou sans retour en oestrus ultérieurement. Deux primipares n'ont pas été vues en oestrus; une d'entre-elle a eu une ovulation silencieuse car une montée de progesterone a été constatée (tableau1).

Tableau 1- Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares. Effectif de femelles par lot ayant eu un oestrus ou non (Expérience 1).

Lots	Avec oestrus		Sans oestrus	
	Progesterone*	Progesterone*	Progesterone*	Progesterone*
	+	-	+	-
Témoin (n=22)	20	2	-	-
RU3j (n=29)	27	1	-	1
RU5j (n=32)	30	1	1	-
Total (n=83)	77	4	1	1

* + : montée de progesterone observée; - : aucune montée de progesterone observée (valeurs moyennes : $< 0,5$ ng / ml) ; () : nombre de femelles.

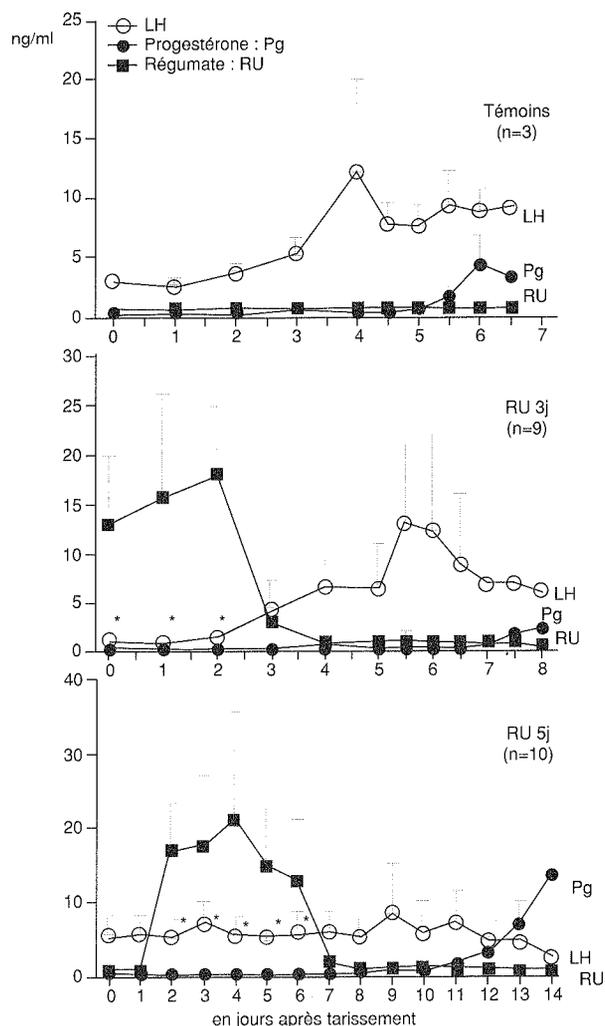
Figure 1 - Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares
Intervalle début oestrus - début montée de progesterone*



*estimé par la moyenne des valeurs basales + 1 sd

La figure 2 donne l'évolution moyenne plasmatique du Régumate, de la LH et de la Progesterone après le tarissement des primipares qui ont eu un oestrus et suivi d'une montée de progesterone. Pendant la période du traitement

Figure 2 - Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares.
Évolution plasmatique moyenne de la LH, de la progesterone et du Régumate après le tarissement



NB : uniquement femelles ayant eu un oestrus suivi d'une montée de progesterone
* : RU 20 mg/femelle/j

progestatif (3 jours, n=9 ou 5 jours, n=10), les valeurs moyennes plasmatiques de Régumate sont élevées (13 à 20ng/ml). Dès l'arrêt de l'administration, elles chutent pour atteindre rapidement le niveau basal (< 0,6 ng / ml). Chez les témoins (n=3), aucune élévation n'a été constatée. L'évolution de la LH diffère significativement entre le lot RU3j et RU5j (p< 0,001). Pour le lot RU3j, pendant l'administration de 3 jours et débutant le jour du sevrage, les concentrations plasmatiques sont en moyenne de 1 ng/ml. Une montée est observée après l'arrêt du Régumate puis une décharge le premier jour de l'oestrus. Une évolution similaire de la LH est notée chez les témoins. Pour le traitement RU5j, les valeurs moyennes de LH sont élevées (environ 5ng/ml) dès le jour du tarissement et pendant les 5 jours d'administration de Régumate. A l'arrêt du traitement, les concentrations moyennes restent à des niveaux élevés jusqu'à la fin des chaleurs. En ce qui concerne la progestérone, une montée est observée, dans la majorité des cas, après l'ovulation et ceci quelque soit le lot. Avant cette période, les concentrations plasmatiques moyennes ne dépassent pas 0,5 ng/ml (figure 2).

Pour cette expérience, le taux de mise bas est moins bon pour le lot RU5j (84%) par comparaison aux lots Témoin (90%) et RU3j (86%, différence non significative).

2.2. Taux d'ovulation et développement embryonnaire précoce

Le taux d'ovulation moyen diffère peu entre les lots, il est de 17 corps jaunes en moyenne (tableau 2). La qualité des ovulations, exprimée en pourcentage de femelles avec une «bonne ovulation» (uniquement des corps jaunes fonctionnels sur les deux ovaires) est meilleure pour le lot RU3j que pour les lots Témoin et RU5j mais la différence n'est pas significative. Le poids moyen des ovaires n'est pas différent entre les lots ainsi que le poids total moyen des corps jaunes (tableau 2).

Le développement embryonnaire au 3ème jour de gestation (G₃) est plus homogène chez les primipares ayant subi le traitement de 3 jours de Régumate : 96,6% des embryons sont à 3 et 4 cellules et aucun embryon est dégénéré (p<0,001). Par contre, pour les autres lots, le stade de développement de l'embryon a varié entre 1 et 5 cellules (tableau 3). À G₁₀, le diamètre des embryons a été mesuré mais une variabilité importante est constatée entre truie. À ce stade, le diamètre moyen de l'embryon fluctue entre les lots de 1,8 à 2,8 millimètres.

Tableau 2 - Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares. Taux d'ovulation, qualité de l'ovulation et poids des ovaires et des corps jaunes (Expérience 2)

Lots	Taux d'ovulation (1)	Qualité d'ovulation (%)*	Poids total moyen (1)	
			ovaires	corps jaunes
Témoin (n=15)	17,2 ± 2,8	60	14,6 ± 5,5	6,5 ± 2,5
RU3j (n=13)	17,9 ± 2,8	78	15,2 ± 5,5	5,3 ± 2,6
RU5j (n=13)	16,6 ± 2,8	46	15,1 ± 5,4	7,2 ± 2,3

(1) : m ± sd.

* : % de femelles n'ayant que des corps jaunes normaux sur les deux ovaires

() : nombre de femelles

Tableau 3 - Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares. Développement embryonnaire à G₃ (Expérience 2) (1)

Lots	Nombre d'embryons	Stade des embryons (2)					dég. (3)
		1c.	2c.	3c.	4c.	>5c.	
Témoin	62	1	9	11	27	6	8
				61,2%			
RU3j	60	-	1	3	55	1	-
				96,6% *			
RU5j	70	2	13	26	21	2	6
				67,1%			

(1) G₀ : 1er jour de l'I.A.

(2) c. : nombre de cellules

(3) dég : dégénéré

* différence significative : p<0,01

2.3. Développement des oviductes et de l'utérus en début de gestation

Aucun effet du traitement n'a pu être décelé aux différents âges de gestation étudiés, sur le *pooids des oviductes et des cornes utérines* (tableau 4). Il en est de même pour la *longueur moyenne des oviductes et de l'utérus* : respectivement pour les lots Témoin, RU3j, RU5j 52, 53, 55 mm pour les oviductes et 266, 276, 240 cm pour l'utérus. En revanche, le stade de gestation influence ces mesures. Le *pooids moyen des oviductes* diminue lorsque la gestation s'avance et passe en moyenne de 7g à G₃ à 5,5g à G₁₀ ($p < 0,05$). Le *pooids et la longueur de l'utérus* augmentent significativement, en moyenne, entre G₃ et G₁₀ : *longueur* - G₃ : 193cm, G₁₀ : 313cm ; *pooids* - G₃ : 402g, G₁₀ : 768g ($p < 0,001$). Il en est de même pour les valeurs estimées du poids et de la surface de l'endomètre ($p < 0,001$). A G₃, la surface estimée moyenne de l'endomètre est de 631 cm², à G₁₀ elle est de 983 cm².

3. DISCUSSION - CONCLUSION

L'utilisation du Régumate au moment du tarissement pour contrôler l'oestrus chez des primipares ou multipares a fait l'objet de travaux (BOLAND, 1983 ; KIRWOOD et al, 1986 ; STEVENSON et al, 1985 ; KIRWOOD, AHERNE, 1988 ; MARTINAT- BOTTÉ et al, 1979) mais ces auteurs ont étudié essentiellement les paramètres - apparition de l'oestrus, fertilité, prolificité. De plus, toute comparaison avec notre étude semble difficile car les durées de lactation et les durées de traitement progestatif (de 7 à 14 jours débutant avant ou après le tarissement) sont différentes.

PETERS et BAKER, 1992 ont testé dans deux troupeaux, le traitement RU5j comparé à un lot Témoin; les durées de lactation sont de 3 semaines environ. Ces auteurs indiquent un effet bénéfique du lot RU5j sur le taux de mise bas et la prolificité mais aucune information n'est donnée sur les mécanismes physiologiques qui permettent ces augmentations. Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux de notre étude, une chute importante du taux de mise bas est observée : 10% de différence entre les lots RU5j et RU3j mais le nombre de porcelets nés en moyenne est plus élevé par rapport à celui des témoins ($p < 0,07$; FORGERIT et al, 1995).

Cette chute de fertilité pour le lot RU5j peut s'expliquer, en partie, par deux points. Une qualité d'ovulation plus mauvaise est notée pour ce traitement c'est à dire plus de 60% des femelles présentaient sur les deux ovaires à la fois des corps jaunes hémorragiques, des follicules kystiques et des corps jaunes d'apparence normale. Cette fréquence n'est que de 22 et 40% respectivement pour les lots RU3j et Témoin. Le second point est que les niveaux moyens de LH sont plus élevés pendant toute la période observée pour le lot RU5j par comparaison à ceux du traitement RU3j et Témoin. Pour ces deux derniers lots, l'évolution de la LH est comparable à celle publiée précédemment (BRITT et al, 1985 ; SHAW et FOXCROFT, 1985). En ce qui concerne le lot RU5j, on peut penser qu'une croissance folliculaire démarre dès le tarissement chez une partie des truies et ne serait pas stoppée par

Tableau 4 - Utilisation du Régumate (RU) au moment du tarissement des primipares. Poids moyen entre G₃ et G₁₀ des oviductes, utérus et endomètre en fonction des lots (Expérience 2).

Lots	Poids total moyen (g)*		
	oviductes	utérus	endomètre
Témoin (n=15)	6,5 ± 1,4	587 ± 192	272 ± 126
RU3j (n=12)	6,0 ± 1,4	586 ± 206	281 ± 122
RU5j (n=13)	6,4 ± 1,5	596 ± 215	299 ± 126

* : $m \pm sd$; () : nombre de femelles ; G₀ : 1er jour de l'I.A..

le traitement Régumate. Ceci pourrait expliquer la qualité médiocre des ovulations que nous avons observé après abattage des primipares 3 à 10 jours après l'insémination. Le développement embryonnaire à G₃ est moins homogène que pour le lot RU3j alors que l'étendue des moments d'ovulations est similaire entre les lots. Ces différents points concourent à expliquer a posteriori la chute de fertilité que l'on observe pour le traitement RU5j (FORGERIT et al, 1995).

Un autre point à souligner est, quelque soit le lot, des oestrus anovulatoires et une ovulation silencieuse ont été observées suite au suivi de progestérone. Ces résultats sont en accord avec ceux de STERNING et al, (1990), travaux réalisés chez des primipares. De même, la régression du poids des oviductes en début de gestation est confirmée par DYCK (1983) ainsi que l'augmentation du poids et de la longueur de l'utérus.

En conclusion, le moment d'ovulation est très variable quelque soit le lot : 30 à 60 h par rapport au début de l'oestrus. La qualité des ovulations est meilleure pour le lot RU3j et le développement des embryons à G₃ est plus homogène. En ce qui concerne le lot RU5j, les concentrations moyennes plasmatiques de LH après le tarissement restent élevées, la qualité des ovulations est médiocre. Ce traitement est donc mal adapté à la primipare tarie et expliquerait les échecs de fertilité observés lors de notre étude (FORGERIT et al, 1995).

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à une convention entre l'I.N.R.A. et les Laboratoires ROUSSEL-UCLAF. Nous tenons à remercier Madame M.N. BAS et Monsieur A. JOBARD (Roussel-Uclaf), Madame O. MOULIN, le Laboratoire de Dosages Hormonaux et le personnel de l'Hopital, Abattoir (I.N.R.A., P.R.M.D., 37380, Nouzilly). Nos remerciements vont aussi à Monsieur DRIESSEN, à CAP16 d'Angoulême (16), à l'U.R.G.P.P.C. de Poitou-Charentes (Poitiers - 86) ainsi que les éleveurs qui nous ont facilité la mise en place de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAZER F.W., THATCHER W.W., MARTINAT-BOTTÉ F., TERQUI M., 1988, *Journal Reproduction and Fertility*, 83 , 723 - 728.
- BRITT J.D., ARMSTRONG J.D, COX N.M., ESBENSHADE K.L., 1985, *Journal Reproduction and Fertility*, Suppl. 33, 37 -54 .
- BOLAND M.P., 1983, *Theriogenology*, 19 , 377 - 384.
- BECKER, R.A., CHAMBERS J.M., WILKS, A.R., 1988 ,*The new S Language*. edited by Wadsworth & Brooks/Cole Computer Science Series,702 pp.
- DYCK G.W., 1983, *Can. J. Anim. Sci.*, 63, 571 - 577.
- FORGERIT F., MARTINAT-BOTTÉ F., BARITEAU F., MACAR C., POIRIER P., NOLIBOIS P., TERQUI M., 1995 , *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 57-62.
- KIRKWOOD R.N., SMITH W.C., LAPWOOD K.R., 1986 , *New Zealand Journal Experimental Agriculture*, 14 , 477 - 480.
- KIRKWOOD R.N., AHERNE F.X., 1988 , *Can. Vet. J.*, 29 , 68 - 69.
- MARTINAT-BOTTÉ F., BARITEAU F., GAUTIER J., MAULEON P., 1979, *Journées Rech. Porcine*, 11 , 341 - 346.
- MARTINAT-BOTTÉ F., BADOUARD B., TERQUI M., 1984 , *Journées Rech. Porcine en France*, 16 , 153 - 160.
- MARTINAT-BOTTÉ F., BARITEAU F., BADOUARD B., TERQUI M., 1985 , *Journal Reproduction and Fertility*, 33 , 211 - 228.
- MAUREL M.C.,1991, 7ième Réunion A.E.T.E., Cambridge, 14-15/09/91,p176.
- PETERS A.R., BAKER D.J., 1992, *Proceedings of the 12th Int. Cong. Anim. Reprod.*, La Haye, 1169 - 1171.
- SAUMANDE J., TAMBOURA D., CHUPIN D., 1985, *Theriogenology*, 23 , 719 - 731.
- SAS Institute Inc.,1985, *SAS User s Guide: Statistics*,Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
- SHAW H.J., FOXCROFT G.R., 1985, *Journal Reproduction and Fertility*, 75, 17 -28
- STERNING M., RYDHMER L., ELIASSON L., EINARSSON S., ANDERSSON K., 1990, *Acta vet. scand.*, 31, 227 - 236.
- STEVENSON J.S., DAVIS D.L., POLLMANN D.S., 1985, *Journal Animal Science*, 61, 480 - 486.