

Effet du numéro d'*oestrus* et du nombre de jours après le vêlage sur la probabilité de conception chez les vaches laitières

FRIGGENS N.C., LABOURIAU R.

University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, PO Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark.

RESUME – Pour résoudre les problèmes actuels de reproduction chez les vaches laitières, une meilleure connaissance des facteurs animaux impliqués dans l'élaboration de la performance est nécessaire. Un intérêt particulier est porté sur l'accroissement du taux de conception qui est observé avec le numéro de l'*oestrus* : cette amélioration est-elle intrinsèquement liée au nombre de cycles ou à l'intervalle de temps écoulé depuis le vêlage ? Une étude de cinq ans portant sur trois races (Holstein, Jersey et Rouge Danoise) a été effectuée et concerne cinq cent soixante lactations. Les signes de chaleur ont été observés quotidiennement pour toutes les vaches, du vêlage jusqu'à la gestation confirmée ou jusqu'à deux cent quatre-vingt-dix jours après le vêlage. Des inséminations ont été effectuées à chaque chaleur observée à partir du trente-cinquième jour *post partum* jusqu'à ce que la vache ait été jugée gestante ou jusqu'à deux cent quatre-vingt-dix jours après le vêlage. Des modèles linéaires généralisés avec la fonction binomiale de réponse et de lien logit ont permis de tester la réponse à l'insémination (vache gestante ou non). Les variables explicatives étaient la race, la parité, le numéro de l'*oestrus* et la durée de l'*anoestrus post partum*. Plusieurs composantes aléatoires pour la vache ont été incluses dans le modèle pour tenir compte du fait que, paradoxalement, l'incidence des vaches dont la fertilité intrinsèque est faible augmente avec le numéro de l'*oestrus*. La probabilité de conception augmente significativement avec le numéro de l'*oestrus* et aussi avec le nombre de jours depuis le vêlage. Ceci indique que le nombre de cycles oestriens et la durée de l'*anoestrus post partum* participent au déterminisme de la fertilité des vaches laitières.

Probability of Pregnancy as affected by days to first *oestrus* and *oestrus* number in dairy cows

FRIGGENS N. C., LABOURIAU R.

University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, PO Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark.

SUMMARY – An improved understanding of the animal factors that affect measures such as conception rate would contribute to solving the problem of impaired reproductive performance in modern dairy cows. A question of particular interest relates to the observed improvement in conception rates with increasing *oestrus* cycle number: is the increase in conception rate related to cycle number per se or to increasing days from calving? A 5-year study using 3 breeds (Holstein, Jersey and Danish Red) allowed this issue to be examined. In 560 lactations, from calving until confirmed pregnancy or until 290 days after calving, all cows were observed daily for signs of *oestrus*. Inseminations were carried out to all clear cases of *oestrus* after 35 days from calving until the cow was judged to be pregnant or until 290 days post calving. Generalized linear mixed models defined using a binomial distribution and logit link function were used to study the insemination responses (pregnant vs not pregnant). Breed, parity, *oestrus* number and days from calving to first *oestrus* were included as explanatory variables. In order to account for the paradox that the incidence of cows with inherently low fertility increases with *oestrus* number, different random components for the cow were included. There was a significant increase in probability of pregnancy with both *oestrus* number and days to first *oestrus*. This indicates that both *oestrus* cycle number and days from calving play a role in determining the fertility of dairy cows.

1. INTRODUCTION

La production rentable de lait repose sur la maîtrise de la reproduction. Une question clé pour l'éleveur est de connaître le bon moment pour inséminer. Les vaches doivent-elles être inséminées au premier *oestrus* ou l'éleveur a-t-il intérêt à attendre les *oestrus* suivants. Dans ce cas, quel est le numéro d'*oestrus* le plus favorable? Trouver le moment optimum après le vêlage pour inséminer dépend non seulement de facteurs tels que le niveau de production laitière et le système d'alimentation mais également de la biologie fondamentale de la reproduction. En particulier, la probabilité de conception à un *oestrus* donné est clairement un facteur important à prendre en compte pour décider du moment où inséminer. L'intervalle de temps entre le vêlage et un *oestrus* donné peut être divisé en deux composantes, la période entre le vêlage et le premier *oestrus* (*anoestrus post partum*) et l'intervalle entre le premier *oestrus* et celui en cours. Un certain nombre de facteurs tels que le bilan énergétique négatif, un faible état corporel, et les désordres reproductifs associés au vêlage sont connus pour induire un accroissement de l'*anoestrus post partum* (Loeffler *et al.*, 1999, Moreira *et al.*, 2000, Friggens et Chagunda, 2005).

Tous ces facteurs influent également sur le taux de conception à la première insémination. Cependant, on ne sait pas si l'effet sur le taux de conception est un effet direct ou une conséquence de l'allongement de la durée de l'*anoestrus post partum*.

Au niveau du développement folliculaire, les données indiquent que des facteurs tels que le bilan énergétique négatif peuvent directement affecter la viabilité des oocytes résultants (Butler, 2003). Ceci peut expliquer pourquoi les taux de conception à la première insémination sont réduits et suggère également que la probabilité de conception puisse augmenter avec le numéro de l'*oestrus*. De même, il est probable que la progression cyclique des hormones reproductrices (régularité des cycles ou nombre de cycles) soit importante pour créer de bonnes conditions utérines (Diskin *et al.*, 2003). Par conséquent, il est vraisemblable que la probabilité de conception augmente avec l'intervalle de temps séparant le premier *oestrus* et l'*oestrus* en cours (qui est l'équivalent du numéro de l'*oestrus* en cours). Cependant, dissocier les effets de la durée de l'*anoestrus post partum* et du numéro de l'*oestrus* en cours est compliqué du fait de la variabilité de la fertilité intrinsèque

des vaches. Une variabilité significative génétique existe dans les taux de conception (Jamrozik *et al.*, 2005), et les vaches à la fertilité élevée exigeront moins d'inséminations pour concevoir que les vaches à basse fertilité. Ainsi, la part des vaches à basse fertilité intrinsèque parmi les vaches non fécondées jusque là augmente avec le numéro de l'*oestrus*. En conséquence, toutes choses étant égales par ailleurs, on pourrait s'attendre à ce que le taux de conception observé diminue avec l'augmentation du nombre d'*oestrus*. Cet effet de dilution peut potentiellement masquer l'importance relative, sur la probabilité de conception, de la durée de l'*anoestrus post partum* par rapport au numéro de l'*oestrus*. L'étude rapportée ici a été effectuée dans une ferme expérimentale où la gestion de la reproduction a été la même pour toutes les vaches. Celles-ci ont été maintenues dans le même environnement alimentaire durant toute leur vie productive. Ces conditions ont facilité l'analyse des questions exposées ci-dessus. Le premier objectif de cette étude était de mesurer l'influence relative, sur la probabilité de conception, de la durée de l'*anoestrus post partum* et du numéro de l'*oestrus* en cours. Le deuxième objectif de cette étude était de mesurer les différences entre les races et les parités dans la probabilité de conception.

2. MATERIELS ET METHODES

L'expérience a été effectuée en suivant des protocoles de gestion et d'enregistrement très précis. Le schéma expérimental et les méthodes ont été décrits en détail par ailleurs (Nielsen *et al.*, 2003). En résumé, trois races ont été représentées : Holstein Danois, Rouge Danois et Jersey. Chacune comportait deux lignées génétiques. Pour les races Holstein et Rouge les deux lignées ont été sélectionnées soit uniquement pour le niveau de production laitière soit pour une production à double fin (lait et viande). Les deux lignées de la race Jersey étaient les Jersey Danois ou les Jersey Américains. Pour chaque génotype (race x lignée), les vaches ont été également réparties dans deux traitements alimentaires. Elles ont ensuite été suivies pendant des lactations consécutives en recevant toujours le même traitement alimentaire. Les vaches ont été alimentées à volonté avec deux types de rations complètes (TMR) pendant toute la durée de la lactation. La ration à concentration normale en énergie (NTMR) a été calculée pour permettre aux vaches de satisfaire leurs besoins en énergie pour la plupart de la lactation. La ration à bas niveau énergétique (LTMR) a été calculée pour être plus limitante sur le plan des apports énergétiques (substitution d'un tiers de l'ensilage par de la paille). Durant la période de tarissement (56 jours avant le vêlage) toutes les vaches ont été alimentées avec la ration LTMR. Les teneurs en énergie digestible moyennes de la ration NTMR et de la ration LTMR étaient respectivement de 13,55 et 12,88 MJ / kg MS. Les teneurs en protéines brutes moyennes étaient respectivement de 153 et 145 g / kg MS. La production laitière moyenne des vaches Holstein calculée sur 305 jours a été respectivement de 7242 et 6780 kg avec la ration NTMR et la ration LTMR. Leur ingestion moyenne de matière sèche a été respectivement de 20,8 et 20,1 kg / j (Friggens *et al.*, 2007). Les vaches ont été conduites à l'attache tout au long de l'année dans des stalles individuelles. Les données disponibles ont porté sur 560 lactations et un effectif de 322 vaches.

2.1. MESURES REPRODUCTRICES

Du vêlage jusqu'à la confirmation de la gestation ou jusqu'à 290 jours *post partum* toutes les vaches ont été observées trois fois par jour (05:00, 14:00, 21:00) pour détecter les signes visuels de l'*oestrus*, dont les signes localisés au niveau de la vulve et du vagin. Les vaches ont été considérées en *oestrus* lorsqu'un écoulement de mucus vaginal clair était observé. D'autres signes supplémentaires de l'*oestrus* tels que l'agitation, les meuglements accrus et le gonflement de la vulve ont également été utilisés pour déterminer l'*oestrus* et pour en classer l'intensité sur une échelle de 1 (*oestrus* sans expression) à 5 (très forte expression). L'observation du chevauchement n'est pas possible dans des stalles individuelles. Le saignement du *metoestrus* a également été enregistré. Les vaches exprimant un *oestrus* avant 35 jours *post partum* n'ont pas été inséminées à cet *oestrus*. Des inséminations ont été effectuées dans tous les cas d'*oestrus* clairement identifiés après 35 jours *post partum* et jusqu'à ce que la vache ait été jugée gestante ou jusqu'à 290 jours après le vêlage. Toutes les vaches ont été inséminées sur ces critères et indépendamment d'autres facteurs de gestion tels que l'âge, la production laitière, et les choix de réforme. Les inséminations ont été effectuées le jour même pour des *oestrus* détectés avant la traite du matin, et le matin suivant pour des *oestrus* détectés l'après-midi et le soir. Les vaches présentant des signes d'*oestrus* le jour après une insémination n'ont pas été réinséminées à moins que son intensité n'ait été nettement plus forte que celle de l'*oestrus* précédent. Toutes les inséminations ont été effectuées par un insémineur professionnel. Les diagnostics de gestation ont été réalisés par palpation rectale entre le 35^{ème} et le 42^{ème} jour après l'insémination.

Toutes les vaches ont subi un examen clinique une semaine après le vêlage, comportant un examen vaginal et une palpation transrectale de l'utérus. Les difficultés de vêlage et les cas de rétention placentaire ont été enregistrés. En cas d'intervention vétérinaire, le diagnostic et le traitement ont été enregistrés.

2.2. SELECTION DES DONNÉES

Le jeu de données comprenait 2852 observations d'*oestrus*. Des observations d'*oestrus* réalisées à moins de cinq jours d'intervalle (n = 640) ont été réduites à une seule observation en présumant qu'elles étaient associées au même *oestrus*. Dans les cas de répétitions, le jour choisi a été le dernier en date associé avec la plus haute intensité d'*oestrus*. Les observations du saignement du *metoestrus* réalisées trois jours avant ou sept jours après une observation visuelle d'*oestrus* et dans la période comprise entre le douzième jour *post partum* et la date confirmée de conception ont été considérées comme indicatrices d'un *oestrus* (n=292). Dans ces cas, la date d'*oestrus* retenue a été la date de saignement - 2 jours (retard médian observé entre l'*oestrus* et le saignement dans les données pour lesquelles on disposait d'une double information observation visuelle et saignement). Pour l'analyse statistique, les observations d'*oestrus* associées à un numéro supérieur à 8 ont été exclues de même que des *oestrus* sans insémination. La date de conception a été considérée comme étant la date de la dernière insémination précédant un diagnostic de gestation positif. Ces données ont été vérifiées par la durée

séparant la dernière insémination et le vêlage suivant. Les périodes de gestation plus courtes que la normale (moins de 270 jours) ont été contrôlées pour s'assurer que la date d'insémination était crédible. Il n'y avait pas d'effet de la race sur la durée de gestation. Dans quatre cas (sur 834) il a été jugé que l'insémination finale n'était pas celle à laquelle la fécondation s'était produite. Par conséquent, les dates associées à ces conceptions ont été rapportées aux dates des inséminations précédentes.

Les données ont été éliminées dans deux cas : en raison de l'abattage des vaches ou en situation d'absence d'*oestrus* ou de conception dans les 290 jours suivant le vêlage.

2.3. ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse des données a été réalisée dans le cadre des modèles linéaires généralisés avec composantes aléatoires, définis en utilisant une distribution binomiale et une fonction logistique de lien, pour construire une série de modèles décrivant la probabilité de conception à chaque *oestrus*. La variable de réponse est une variable binaire prenant la valeur 1 si la vache a été fécondée à l'*oestrus* considéré et la valeur 0 sinon. L'utilisation de la fonction logistique classique de lien assure que la probabilité modélisée obtenue comme combinaison linéaire des variables explicatives demeure liée entre 0 et 1. Les variables explicatives utilisées sont : la race (1, 2 et 3), le traitement alimentaire (1 et 2), la parité (1, 2 et 3 et plus), la durée de l'*anoestrus post partum*, et le numéro de l'*oestrus* dans la lactation courante. Tous les effets des variables ont été modélisés avec des effets additifs (les interactions ont été examinées mais ne sont pas apparus significatives). Toutes les variables explicatives étaient discrètes, la variable continue durée d'*anoestrus post partum* ayant été transformée *a posteriori* en variable discrète. La variable durée d'*anoestrus post partum* a été discrétisée pour éviter d'assumer une forme particulière de cette fonction, en trouvant les points de coupe qui réduisent au minimum la perte de l'information de Kùlback-Leiber due à la discrétisation dans huit catégories.

Afin d'explorer l'effet des différences de fertilité intrinsèque entre les vaches, trois modèles emboîtés de complexité croissante ont été testés : 1) un modèle simple de régression comprenant les variables explicatives déjà décrites comme effets fixes (et sans composante aléatoire), appelé M1, 2) un modèle mixte, nommé M2, constitué en ajoutant au modèle M1 une composante aléatoire représentant chaque vache et 3) un modèle mixte, M3, constitué en ajoutant au modèle M2 un effet fixe représentant le nombre d'inséminations réalisées lors de la lactation précédente (classée par catégorie en tant que 1, 2, 3, 4 et plus). Pour la comparaison des trois modèles les mêmes données ont été employées c'est-à-dire la parité 1 a été exclue. L'inférence a été faite en utilisant une approche de Quasi-Probabilité Pénalisée (Schall, 1991, Breslow et Clayton, 1993) programmée dans R (*R core development team*, 2005).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

L'effet du numéro de l'*oestrus* sur la probabilité de conception (ajustée pour la durée de l'*anoestrus post partum*) estimé en utilisant les modèles M1, M2 et M3 est

montré dans la figure 1. Le modèle M3 rend compte d'une augmentation significative de la probabilité de conception entre les *oestrus* numéro 1 et 2 ($P = 0,008$) et une baisse significative entre les *oestrus* numéro 2 et 3 ($P = 0,009$). Aucune différence significative n'est observée entre les *oestrus* suivant. Sur l'ensemble des *oestrus*, la probabilité de conception s'accroît avec l'augmentation de la durée de l'*anoestrus post partum* jusque à cent jours (corrélation significativement différent de 0, $P = 0,004$, figure 3). La race et le traitement alimentaire n'ont pas d'effet significatif quel que soit le modèle étudié. La probabilité partielle de conception était plus grande pour les primipares que pour les multipares (différence estimée avec M2 = 0,074, $P = 0,097$). Les trois modèles ont montré une bonne concordance en ce sens que tous ont prédit un effet significatif du nombre d'*oestrus* indépendamment de l'effet de la durée de l'*anoestrus post partum*. Le modèle naïf (M1) a permis de détecter une variation de la probabilité de conception avec le numéro de l'*oestrus* mais ce modèle n'a pas correctement estimé la variation de la probabilité pour les *oestrus* supérieurs à 4. Les corrections utilisées dans M3 (un index pour la fertilité individuelle se référant à la lactation précédente) sont beaucoup plus fortes que les ajustements utilisés en M2 (une variable aléatoire latente centrée sur 0). Ceci a influé sur la moyenne du modèle et explique les petites différences observées dans les probabilités de conception pour les *oestrus* postérieurs à 4 obtenues avec M2 et M3. Les différences entre les modèles en ce qui concerne la forme de la réponse à l'accroissement du numéro de l'*oestrus* (et à l'*anoestrus post partum*) indiquent que la façon de modéliser les différences de fertilité intrinsèque entre vaches est importante. Dans la quantification des effets jouant sur la performance de reproduction il est nécessaire de prendre en compte le biais lié à l'augmentation de la proportion de vaches à basse fertilité intrinsèque, parmi les vaches non gestantes, avec l'augmentation du numéro de l'*oestrus*.

CONCLUSION

La probabilité de conception est influencée par le numéro de l'*oestrus* indépendamment de la durée de l'*anoestrus post partum*. La durée de l'*anoestrus* influe également sur la probabilité de conception indépendamment du numéro de l'*oestrus*.

Breslow N. E., Clayton D.G., 1993. *Journal of the American Statistical Association* 88 9-25

Butler W. R., 2003. *Livest. Prod. Sci.* 83 211-218

Diskin M. G., Mackey D.R., Roche J. F., Sreenan J. M., 2003. *Anim. Reprod. Sci.* 78 345-370

Friggens N.C., Chagunda M.G.G., 2005. *Theriogenology* 64 155-190

Jamrozik J., Fatehi J., Kistemaker G. J., Schaeffer L.R., 2005. *J. Dairy Sci.* 88 2199-2208.

Loeffler S.H., de Vries M.J., Schukken Y.H., 1999. *J. Dairy Sci.* 82 12 2589-2604

Moreira F., Risco C.A., Pires M.F.A., Ambrose J.D., Drost M., DeLorenzo M., Thatcher W.W., 2000. *Theriogenology* 53 1305-1319

Nielsen H.M., Friggens N.C., Løvendahl P.L., Jensen J., Ingvarthsen K.L., 2003. *Livest. Prod. Sci.* 79 119-133

Schall R., 1991. *Biometrika* 78 719-727

Figure 1 : Relation entre la probabilité de conception et le numéro de l'oestrus estimée avec les modèles M1, M2 et M3.

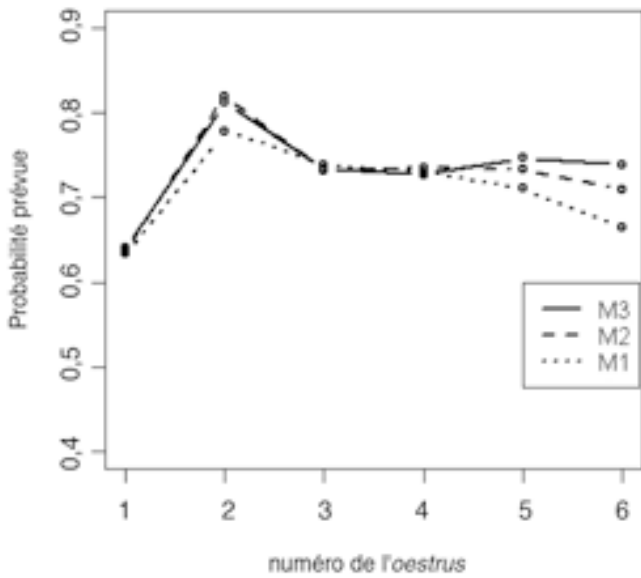


Figure 2 : Relation entre la probabilité de conception et le numéro de l'oestrus estimé avec le modèle M3. L'intervalle de confiance (pointwise) de 95 % est indiqué par les lignes discontinues.

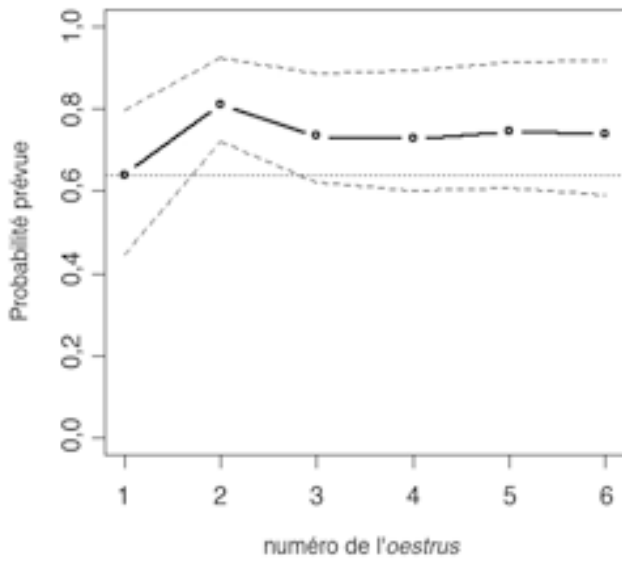


Figure 3 : Relation entre la probabilité de conception et la durée de l'anoestrus post partum estimée avec le modèle M3. L'effet est indépendant du numéro de l'oestrus, il est montré ici pour l'oestrus numéro 1.

