

Durée de l'anoestrus *post-partum* et fertilité de la vache Créole en climat tropical : influence de la saison de mise bas et de la variation du poids vif

D. GAUTHIER *, G. COULAUD *, H. VARO
et J. THIMONIER **

I.N.R.A. - C.R.A.A.G., Station de Recherches zootechniques,
Domaine Duclos, F 97170 Petit Bourg

Résumé

Cette étude est réalisée pour déterminer la durée de l'anoestrus *post-partum* et la fertilité de vaches Créoles élevées en zone tropicale et mises à la reproduction à deux périodes de l'année (février et août).

Estimé par la variation du niveau de progestérone plasmatique, le taux de femelles cycliques est de 76 p. 100 à 90 jours *post-partum* et de 85 p. 100 à 120 jours ; de plus il est corrélé avec le poids vif mesuré 60 jours après la mise bas. Il semble donc exister une liaison marquée entre le poids vif après la mise bas et la durée de l'anoestrus *post-partum*. C'est ainsi que les femelles doivent peser au moins 310 kg pour avoir plus de 80 p. 100 de chance d'être cycliques 120 jours après leur vêlage. L'intervalle mise bas 1^o ovulation est plus court après les vêlages de juin qu'après ceux de décembre.

La fertilité moyenne est de 76 p. 100. Elle semble plus faible en février (69 p. 100) qu'en août (86 p. 100) et est corrélée avec le taux de femelles cycliques à la mise en reproduction ($r = 0,9$). Ce taux, plus faible en février (58 p. 100) qu'en août (84 p. 100), explique donc à lui seul la variation saisonnière de fertilité, puisque la fertilité des femelles cycliques en début de monte est de 92 p. 100 et ne varie pas avec la saison.

Mots clés : tropique, vache Créole, *post-partum*, fertilité, poids.

I. Introduction

La durée de l'anoestrus *post-partum* et la fertilité conditionnent chez les bovins, le nombre de veaux produits par mère présente (TERVIT, SMITH & KALTENBACH, 1977 ; HOLNESS, HALE & HOPLEY, 1980). La connaissance de ces deux paramètres et leur maîtrise sont donc nécessaires pour la rentabilisation maximale d'un système de conduite de troupeau. La durée de l'anoestrus *post-partum* et la fertilité varient avec de nombreux facteurs du milieu (TERQUI *et al.*, 1981). En particulier, un poids

Adresse actuelle :

* I.N.R.A., Laboratoire de la Production de Viande, Theix - 63122 Ceyrat, France.

** I.N.R.A., Station de Physiologie de la Reproduction, Nouzilly - 37380 Monnaie, France.

vif trop faible et/ou une perte de poids importante se traduisent par un allongement de la période entre la mise bas et la première ovulation (WILTBANK *et al.*, 1964) et une diminution de la fertilité (GROSSKOPF, 1978). De plus, à niveau d'alimentation constant, la saison peut influencer sur ces deux paramètres (ORTAVANT & LOIR, 1978). C'est pourquoi, chez la vache *Créole*, qui présente un long intervalle entre vêlages (496 jours, GAUTHIER & XANDE, 1982), il était important de préciser la durée de l'anoestrus *post-partum* et la fertilité et d'en étudier les variations avec la saison et le poids vif des animaux.

II. Matériel et méthodes

Le troupeau de vaches *Créoles* de la Station de Recherches Zootechniques de l'I.N.R.A. en Guadeloupe (Domaine de Gardel) est le support de cette étude.

A. Situation géographique

L'élevage est situé dans la zone sèche et calcaire de la Guadeloupe (16° de latitude Nord et 61° de longitude Ouest). La moyenne annuelle des précipitations enregistrées quotidiennement sur le domaine pendant la durée de l'étude est de 1 440 mm. En dépit des variations annuelles importantes, une saison des pluies (août à décembre) et une saison sèche (janvier à juillet) peuvent être définies. Les températures maximales moyennes varient entre 27 °C (janvier) et 32 °C (août) et les minimales entre 21 °C et 25 °C. L'hygrométrie moyenne est toujours supérieure à 70 p. 100. La durée de la période claire du nyctémère passe au cours de l'année de 11 heures (fin décembre) à 13 heures (fin juin).

B. Animaux et conduite d'élevage

Soixante-quinze vaches *Créoles* non gravides sont réparties en deux lots, en fonction de leur poids vif et rang de vêlage (connu pour 85 p. 100 des animaux). Les femelles, suivies pendant 2,5 années consécutives, sont placées soit en stabulation libre (lot 1), soit au pâturage (lot 2). Le lot 1 est constitué de 35 vaches alimentées à l'auge par de l'ensilage de Pangola (*Digitaria decumbens*) de février à juin puis un mélange de Pangola et de petit foin (*Dicanthium caricosum*) distribué en vert de juillet à janvier. De plus, les femelles reçoivent, selon leur état physiologique et la qualité du fourrage une complémentation (son mélasse, urée ou mélasse urée) distribuée de façon à maintenir inférieure à 5 p. 100 la variation de leur poids vif moyen en lactation. Le lot 2 est constitué de 40 vaches placées en savane plantée de Pangola. Le chargement moyen par ha varie de 1 150 kg en saison sèche à 1 800 kg en saison humide. Les animaux sont réintroduits dans une parcelle donnée, 35 jours en moyenne après leur sortie précédente (entre 28 et 45 jours selon la charge et la vitesse de repousse de l'herbe ; le Pangola reçoit 120 unités d'azote par hectare et par an.

Chacun de ces lots est divisé en deux groupes (A et B). Les femelles des groupes A sont mises à la reproduction en février-mars et celles des groupes B en août-septembre. Nous disposons donc de 10 sous-groupes en tout, correspondant pendant les 2,5 années aux deux groupes répartis dans les deux lots. A chaque

période, 5 en tout sur les 2,5 années, la reproduction s'effectue par monte naturelle, pendant une durée de 8 semaines, avec un mâle pour 15 à 20 femelles. Après 4 semaines de monte, les taureaux sont permutés entre les lots 1 et 2. Soixante jours après le retrait des mâles, un diagnostic de gestation par palpation rectale est pratiqué sur l'ensemble des femelles ; les animaux vides sont remis à la reproduction à la saison de monte suivant immédiatement la palpation. Après la mise bas, les femelles allaitent un veau et un seul, *ad libitum*, pendant une période moyenne de 5,2 mois la première année et de 7 mois par la suite.

C. Mesures effectuées

Les animaux sont pesés tous les mois. Au début de chaque période de monte, deux prises de sang sont effectuées dans la jugulaire à 10 jours d'intervalle sur l'ensemble des femelles de façon à déterminer leur activité ovarienne par l'étude de la progestéronémie (THIMONIER, 1978).

La reprise de l'activité ovarienne *post-partum* (pp) est étudiée entre la mise bas et 120 jours pp pendant les deux premières années par la mesure de la progestérone plasmatique. Les prélèvements sanguins sont réalisés selon le rythme suivant :

— 2 fois par semaine, la première année dans le lot 1 puis une fois par semaine la deuxième.

— 2 fois par mois à 10 jours d'intervalle dans le lot 2, compte tenu des difficultés de manipulation des animaux à l'extérieur.

Les chaleurs sont détectées dans les deux lots à l'aide de vaches androgénisées ou de taureaux vasectomisés munis de licol marqueur et laissés en permanence avec les femelles, dès la première mise bas. Les marques sont relevées journalièrement.

D. Méthode d'analyse

La progestérone est dosée par la technique radioimmunologique décrite par YENIKOYE *et al.* (1981) pour les échantillons prélevés la première année sur les animaux du lot 1, puis par la technique de TERQUI & THIMONIER (1974) pour les autres. Les pourcentages (cyclicité ou fertilité) sont comparés par le test des probabilités vraies (DAGNELIE, 1980).

III. Résultats

A. Anoestrus post-partum

Les femelles ovulant avant 120 jours *post-partum* présentent un intervalle mise bas 1^{re} chaleur enregistrée de 72 ± 19 jours dans le lot 1 et de 61 ± 16 jours dans l'autre lot.

Pour ces mêmes femelles du lot 1, seul lot où la fréquence des prélèvements sanguins permet ce calcul, l'intervalle mise bas - 1^{re} ovulation est en moyenne de 58 ± 20 jours et ne varie pas avec la saison. La 1^{re} ovulation détectée n'est pas

accompagnée d'oestrus dans 55 p. 100 des cas. Le premier cycle ovarien est de durée inférieure à 17 jours dans 62 p. 100 des cas et le niveau plasmatique de progestérone reste faible (inférieur à 3 ng/ml).

TABLEAU 1

Pourcentage de femelles ovulant avant 90 et 120 jours post-partum.

Percentage of cycling females at 90 and 120 days post-partum.

Lots		1	2	1 + 2
Saison de mise bas <i>Season of calving</i>	Jours <i>post-partum</i> Days <i>post-partum</i>			
Décembre <i>December</i>	90 120	44 ^a (18) 61 ^a	86 ^c (22) 91 ^c	68 (40) 78
Juin <i>June</i>	90 120	74 ^b (19) 79 ^a	90 ^c (29) 100 ^c	83 (48) 92
Décembre + juin ..	90 120	59 (37) 70	88 (51) 96	76 (88) 85

() = nb de femelles (équivalent à 90 et 120 jours *post-partum*).
nb of females (identical at 90 and 120 days post-partum).

Les valeurs d'un jour *post-partum* données affectées de lettres identiques ne sont pas significativement différentes.

Values for a given day post-partum with the same letters are not significantly different.

Calculé sur l'ensemble des animaux, le pourcentage de vaches qui ovulent avant 90 j.p.p. est égal à 76 (tabl. 1). Il existe une interaction significative entre le lot et la saison de mise bas sur ce pourcentage. L'effet de la saison est significatif pour le lot 1 (74 p. 100 de femelles cycliques à 90 j.p.p. après des mises bas de juin *vs* 44 p. 100 après celles de décembre, $P < 0,05$) alors qu'il ne l'est pas pour le lot 2 (90 *vs* 86 p. 100 ; tabl. 1). Quelle que soit la saison de mise bas considérée, le pourcentage de femelles cycliques à 90 j.p.p. est plus élevé dans le lot 2 que dans l'autre lot (88 *vs* 59 p. 100 ; tabl. 1).

A 120 j.p.p. si le pourcentage de femelles cycliques reste plus élevé dans le lot 2 (96 p. 100) que dans le lot 1 (70 p. 100 ; $P < 0,05$), en revanche, dans ce dernier lot, la variation saisonnière n'est plus significative (79 p. 100 après mise bas de juin et 61 p. 100 après celle de décembre ; tabl. 1).

Le poids vif moyen des animaux pour les 2,5 années, entre 90 jours *pré-partum* et 120 jours *post-partum*, est représenté sur la figure 1 ; il ne diffère ni entre les lots, ni entre les saisons avant la mise bas. En revanche, pendant la lactation, les femelles du lot 2 ayant mis bas en juin ont un poids vif significativement plus élevé que les autres femelles.

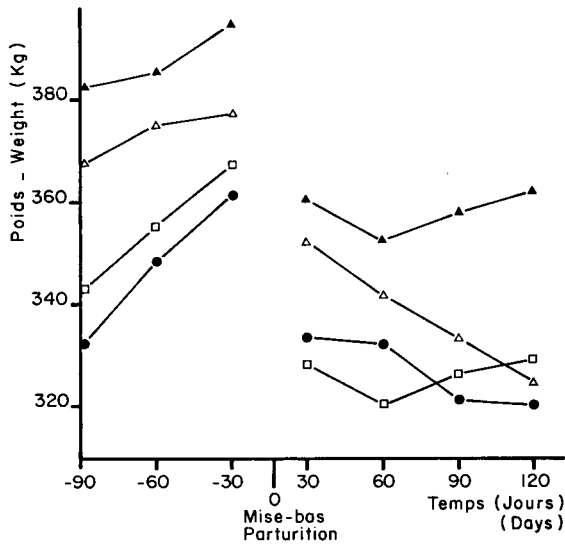
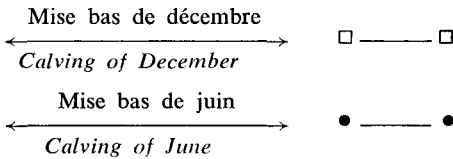


FIG. 1

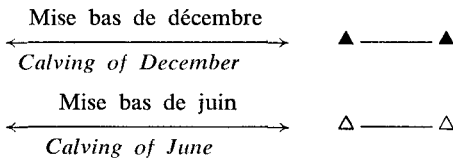
Evolution du poids vif des vaches créoles pendant la fin de la gestation et le début de la lactation (moyennes effectuées à stade physiologique fixe pour l'ensemble des animaux des groupes pendant les 2,5 années expérimentales).

Live weight pattern of Creole cows during the end of gestation and the beginning of lactation (mean at fixed physiological stage during the 2.5 years, for all the animals in each group).

Lot 1



Lot 2



Tous les lots confondus, les animaux ovulant avant 120 j.p.p. ont un gain moyen quotidien identique à celui des autres femelles, mais leur poids vif moyen est supérieur (fig. 2 ; $P < 0,01$). Par sous-groupe, le pourcentage de femelles ovulant avant 120 j.p.p. est corrélé significativement au poids moyen de ce sous-groupe pendant la période *post-partum*. Le coefficient le plus élevé est obtenu avec le poids à 60 j.p.p. ($r = 0,8$; $P < 0,01$; $n = 8$). Pour l'ensemble des observations regroupées

en fonction du poids vif à 60 j.p.p. (classes de 30 kg ; 86 observations), le taux de femelles cycliques avant 120 j.p.p. est nul en dessous de 250 kg, puis augmente rapidement entre 250 et 310 kg (fig. 3).

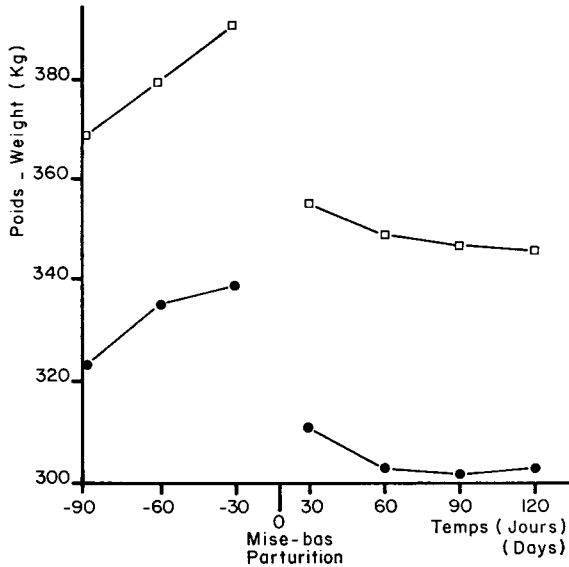


FIG. 2

Evolution du poids vif des vaches créoles ovulante (□) ou non (●) avant 120 jours post-partum.

Live weight of Creole cows ovulating (□) or not (●) before 120 days post-partum.

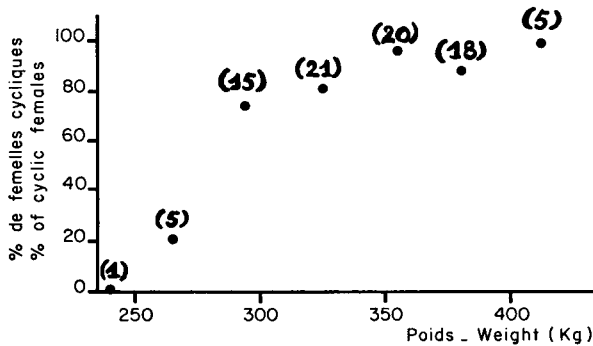


FIG. 3

Pourcentage de femelles cycliques avant 120 jours post-partum par classe de 30 kg de poids vif mesuré à 60 jours post-partum.

Percentage of cyclic females before 120 days post-partum ranked by 30 kg of live weight at 60 days post-partum.

(●) nombre de femelles par classe.
number of females.

B. Fertilité

La fertilité moyenne (nombre de femelles mettant bas/nombre de femelles mises à la reproduction) est égale à 76 p. 100. Elle ne diffère pas significativement d'un lot à l'autre (72 p. 100, lot 1 ; 79 p. 100, lot 2) mais elle est moins élevée en février-mars qu'en août-septembre (69 vs 86 p. 100 ; $P < 0,05$; tabl. 2).

TABLEAU 2

Fertilité des vaches créoles lors d'une saison de monte de 8 semaines.
Fertility of Creole cows after a mating period of 8 weeks.

Lots	1	2	1 + 2
Monte Mating time			
Février-mars	66 ^a (38)	71 ^a (45)	69 ^a (83)
Août-septembre	81 ^b (26)	90 ^b (30)	86 ^b (56)
Février-mars + août-septembre .	72 ^a (64)	79 ^a (75)	76 (139)

() = Nombre de femelles - *Number of females.*
 Les valeurs affectées des lettres identiques ne sont pas significativement différentes.
Values with the same letters are not significantly different.

Le pourcentage des femelles cycliques en début de période de monte varie significativement avec la saison (58 p. 100 février ; 84 p. 100 août ; $P < 0,001$) et est corrélé avec le taux de fertilité ($r = 0,9$; $P < 0,01$). La fertilité des femelles cycliques est égale à 92 p. 100 et ne varie ni avec le lot, ni avec la saison. Celle des femelles non cycliques en début de période de monte (femelles pouvant devenir cycliques pendant la saison de monte et donc être saillies) est inférieure à la fertilité des femelles cycliques (45 p. 100 vs 92 p. 100 ; $P < 0,001$) et est plus élevée à une saison (55 p. 100, août) qu'à l'autre (42 p. 100, février ; $P < 0,01$).

Le poids vif des femelles fécondées au cours de la saison de monte semble supérieur à celui des femelles non fécondées (322 vs 300 kg ; $P < 0,1$).

IV. Discussion

Les événements physiologiques *post-partum* (nombre élevé d'ovulations non accompagnées d'oestrus, durée courte et faible progestéronémie des premiers cycles) retrouvés chez la femelle *Créole* correspondent bien à ceux décrits pour d'autres races (EDGERTON & HAFS, 1973 ; RADFORD, NANCARROW & MATTNER, 1978). La similitude de ces différents événements montre l'uniformité du schéma de la reprise de l'activité cyclique *post-partum* au sein des différentes races.

La durée de l'intervalle mise bas-1^{re} ovulation chez la vache *Créole* (76 p. 100 de femelles cycliques à 90 j.p.p.) est longue et peut limiter la production des mères. En fait, elle est du même ordre que celui de femelles d'autres races dans des conditions équivalentes d'élevage (TERQUI *et al.*, 1981 ; HOLNESS, HOPLEY & HALE, 1978). Le poids vif et la saison de mise bas influent sur la variation de l'intervalle entre le part et la 1^{re} ovulation. Toutefois, l'effet saisonnier n'est significatif que chez les animaux dont le poids vif est le moins élevé.

Le poids vif moyen des lots de femelles étant identique en début d'expérience, on peut penser que les évolutions de poids au cours de la période d'observation sont induites par des différences de niveau alimentaire ou de bilan nutritionnel. Les relations entre poids vif et anoestrus *post-partum* refléteraient donc celles entre bilan nutritionnel (bien que celui-ci ne puisse être mesuré dans notre expérience) et anoestrus *post-partum*. Une diminution de l'offre alimentaire entraînerait chez la vache *Créole*, une diminution importante du pourcentage de femelles cycliques à un stade *post-partum* donné, ce qui est en accord avec les résultats précédemment mis en évidence (WILTBANK *et al.*, 1964).

D'après nos résultats, la reprise de l'activité ovarienne des femelles après le vêlage semble davantage liée à leur poids vif qu'à la variation de ce poids. Cette donnée conforme à celle de HOLNESS, HOPLEY & HALE (1978) montre l'importance du poids des animaux pour la remise en place de la cyclicité *post-partum*.

Il semble donc possible de définir, comme LAMOND (1970) un poids au vêlage (320-350 kg en race *Créole*) à partir duquel l'anoestrus sera de courte durée.

La durée de l'anoestrus *post-partum* est minimale après des vêlages de printemps (THIBAUT *et al.*, 1966) et, est corrélée avec la date de vêlage (MORRIS, PLEASANT & BARTON, 1978). Cette liaison saison de vêlage - durée de l'anoestrus que nous retrouvons dans le lot 1 n'est pas due dans notre expérience au poids vif puisque lors des mises bas de juin, celui-ci est plus faible qu'en décembre ; il pourrait donc être attribué, même sous nos latitudes, à la variation de la photopériode (ORTAVANT & LOIR, 1978). En effet, dans d'autres espèces des différences de photopériode d'une heure suffisent à entraîner une réponse, pourvu qu'une partie de la phase lumineuse coïncide avec les périodes photosensibles de l'animal (PELLETIER *et al.*, 1981). L'insensibilité apparente des femelles du lot 2 à cette stimulation pouvant s'expliquer par le fait que déjà à la période la moins favorable (décembre), l'anoestrus *post-partum* est de courte durée.

La variation saisonnière de fertilité semble due uniquement à la variation du pourcentage de femelles cycliques en début de période de monte. En effet, d'une part la fertilité de ces dernières femelles est toujours élevée et ne varie pas au cours de l'année et d'autre part la variabilité du taux de fécondation d'un groupe dépend à plus de 80 p. 100 de la variation du pourcentage de la cyclicité en début de période de monte. En fait, la relation, que nous obtenons entre la fécondité et le poids vif doit être due à l'influence de ce dernier paramètre sur la cyclicité des femelles plutôt qu'à une action directe sur leur fertilité. Il est donc probable que lors d'études précédentes chez les bovins (GROSSKOPF, 1978 ; MEAKER *et al.*, 1980), les relations décrites entre taux de gestation et poids vif des femelles soient une conséquence des effets du poids sur l'activité ovarienne.

V. Conclusion

La fertilité d'un troupeau de femelles *Créoles* est très liée au pourcentage de femelles cycliques en début de période de monte. Les durées des anoestrus *post-partum* des vaches et saisonniers des génisses (GAUTHIER & THIMONIER, 1982) sont donc les principaux facteurs limitant la production de veaux. Ainsi, l'obtention de femelles d'un poids élevé aux périodes critiques (autour de la mise bas, et en début de saison de monte) et/ou l'utilisation de traitement d'induction des ovulations semblent nécessaires pour avoir régulièrement une fertilité élevée. De plus, une mise à la reproduction en août-septembre semble la plus favorable ; en effet, il y a, à cette période, conjonction de plusieurs facteurs bénéfiques : photo-période et pousse de l'herbe.

Summary

Anoestrus post-partum and fertility of Creole cow bred in a tropical climate : influence of calving time and live weight variations

This study was conducted to estimate the duration of *post-partum* anoestrus and the fertility in a herd of *Creole* cows bred in a tropical climate with two mating periods a year (February and August).

As assayed by the variations of plasma progesterone level, the rate of cyclic females was 76 p. 100 at 90 days *post-partum* (d.p.p.). The interval parturition-first ovulation seemed shorter for cows calving in June than for cows calving in December. In a group, the rate of cyclic females at 120 d.p.p. was correlated with the average live weight of this group at 60 d.p.p. ($R = 0.8$; $P < 0.01$). The observations were ranked in order to ascend live weight and the percentage of cows showing ovarian activity was calculated for consecutive 30 kg increments in live weight from 250 to 400 kg, this percentage was low for female before 250 kg, increased quickly between 250 et 310 kg and was about 100 p. 100 after 340 kg.

Average fertility was 76 p. 100 and varied with the season. It was highly correlated with the cyclic rate of the females before the mating period ($R = 0.9$). In February the ovarian activity of the females (58 p. 100) was lower than in August (84 p. 100), thus, the variation of general fertility seemed only due to the variation of cyclic rate at joining. The fertility of cyclic females was 92 p. 100 and was the same whatever the season.

Key words : tropics, Creole cow, post-partum, fertility, weight.

Reçu en octobre 1983.

Accepté en mars 1984.

Références bibliographiques

- DAGNELIE P., 1980. *Théorie et méthodes statistiques*. Vol. 2. Ed. J. Duculot, S.A. Gembloux.
- EDGERTON L.A., HAFS H.D., 1973. Serum luteinizing hormone, prolactin glucocorticoids and progestin in dairy cows from calving to gestation. *J. Dairy Sci.*, **56**, 451-458.
- GAUTHIER D., THIMONIER J., 1982. Variations saisonnières de la cyclicité chez la génisse créole. Influence de la croissance, de l'âge et de l'émotivité. *Reprod. Nutr. Dév.*, **22**, 681-688.

- GAUTHIER D., XANDE A., 1982. Caractéristiques de reproduction d'un troupeau de vaches créoles élevées en zone tropicale. *Ann. Zootech.*, **31**, 131-138.
- GROSSKOPF J.F.W., 1978. Non pathogenic factors associated with reconception of beef cows under extensive conditions. *4th Wld Congr. Anim. Prod.*, 20-26 April 1978, Buenos Aires, **1**, 515-525.
- HOLNESS D.H., HALE D.H., HOPLEY J.H.D., 1980. Ovarian activity and conception during the post-partum period in Afrikaner and Mashona cows. *Zimbabwe. J. Agric. Res.*, **18**, 3-11.
- HOLNESS D.H., HOPLEY J.D.H., HALE D.H., 1978. The effects of plane of nutrition, live weight, temporary weaning and breed on the occur of oestrus in beef cows during the post-partum period. *Anim. Prod.*, **26**, 47-54.
- LAMOND D.R., 1970. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. *Anim. Breed. Abstr.*, **38**, 359-372.
- MEAKER H.J., COETSEE T.P.N., SMITH LISHMAN A.W., 1980. The relationship between body mass and fertility of beef cows of different ages. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, **10**, 83-89.
- MORRIS S.T., PLEASANT A.B., BARTON R.A., 1978. Post-partum oestrous interval of single suckled angus cows. *N.Z. J. Agric. Res.*, **21**, 577-582.
- ORTAVANT R., LOIR M., 1978. The environment as a factor in reproduction in farm animals. *4th Wld Congr. Anim. Prod.*, 20-26 April 1978. Buenos Aires, **1**, 423-451.
- PELLETIER J., BLANC M., DAVEAU A., GARNIER D.H., ORTAVANT R., DE REVIERS M.M., TERQUI M., 1981. Mechanisms of light action in the ram : a photosensitive phase for LH, FSH, testosterone and testis weight ? Photoperiodism and reproduction, Nouzilly (France), 24-25 September 1981. Editeurs : R. Ortavant, J. Pelletier, J.P. Ravault. In : *Les colloques de l'I.N.R.A.*, 117-134.
- RADFORD H.M., NANCARROW C.D., MATTNER P.E., 1978. Ovarian function in suckling and non-suckling beef cows. *J. Reprod. Fert.*, **54**, 49-56.
- TERQUI M., THIMONIER J., 1974. Nouvelle méthode radioimmunologique rapide pour l'estimation du niveau de progestérone plasmatique. Application pour le diagnostic précoce de la gestation chez la brebis et la chèvre. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. D*, **279**, 1109-1112.
- TERQUI M., CHUPIN D., GAUTHIER D., PEREZ N., PELOT J., MAULEON P., 1981. Influence of management and nutrition on post-partum endocrine function and ovarian activity in cows. *Seminar C.E.E. September 30 - October 2, 1981*, Munich, 384-408.
- TERVIT H.R., SMITH J.F., KALTENBACH C.C., 1977. Post-partum anoestrus in beef cattle : a review. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.*, **37**, 109-115.
- THIBAUT C., COUROT M., MARTINET L., MAULEON P., DU MESNIL DU BUISSON F., ORTAVANT R., PELLETIER J., SIGNORET J.P., 1966. Regulation of breeding season and oestrous cycles by light and external stimuli in some mammals. *J. Anim. Sci.*, Suppl. **25**, 119-141.
- THIMONIER J., 1978. L'activité ovarienne chez les bovins. Moyens d'étude et facteurs de variations. *Ann. Méd. Vét.*, **122**, 81-92.
- WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., ZIMMERMANN D.R., 1964. Influence of post-partum energy levels on reproductive performance of hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. Anim. Sci.*, **23**, 1049-1060.
- YENIKOYE A., MARIANA J.C., JOLIVET E., TERQUI M., LEMON-RESPLANDY M., 1981. Modèle mathématique de l'évolution de la progestérone chez la vache : application et mise en évidence de différences entre races. *Reprod. Nutr. Dével.*, **21**, 561-575.