

## L'effet bouc : mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus

L'effet bouc est largement utilisé dans la pratique de l'élevage ; il permet d'avancer la période de reproduction chez les races saisonnées et de grouper les mises bas dans toutes les races. Moins onéreux et plus simple que les traitements hormonaux, il représente, à condition d'être utilisé de façon raisonnée, une alternative intéressante à ces techniques.

L'existence d'une distribution non uniforme des mises bas, au début de la saison sexuelle annuelle chez les femelles des petits ruminants domestiques, est un phénomène qui a attiré l'attention au cours de ces dernières années, et les raisons de cette distribution ont été recherchées. Chez les ovins, Underwood *et al* (1944) ont les premiers montré l'existence d'une relation entre la date d'introduction des mâles dans

le troupeau de brebis et le regroupement des mises bas, suggérant que les accouplements fertiles se produisaient environ 20 à 25 jours après le début de la lutte. Dans cette espèce, l'effet mâle a été étudié très largement par la suite (voir les revues de Signoret 1980, Folch *et al* 1985 et Martin *et al* 1986).

Dans l'espèce caprine, un mécanisme similaire a été décrit dès 1960 chez la chèvre Angora (Shelton 1960), mais il n'a pas été étudié aussi en détail que chez la brebis. Chez la femelle Angora, comme chez la chèvre locale de Tunisie (G. Khaldi 1983, résultats non publiés), deux pics de fécondations sont observés après une lutte ayant lieu au début de la période annuelle de reproduction : le premier est situé environ 7 à 11 jours et le second 30 à 35 jours après l'introduction des boucs (figure 1). Chez la chèvre Créole de Guadeloupe les premières fécondations, constituant le premier pic, se produisent pendant les premiers jours de lutte. Un deuxième pic apparaît vers 8 jours, ainsi qu'un troisième pic environ 27 à 29 jours après l'introduction des mâles (Chemineau 1983).

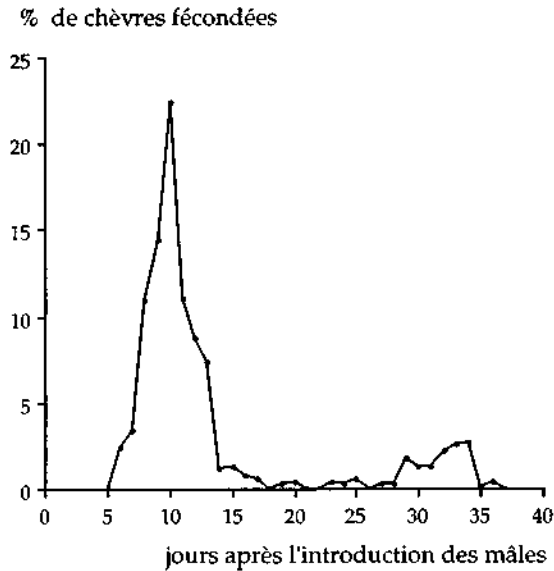
Les différences entre brebis et chèvres ainsi que la variabilité des dates de fécondation d'une race de chèvre à l'autre, suggèrent que les mécanismes mis en jeu dans l'espèce caprine méritent d'être étudiés.

Nous allons donc examiner ici, dans plusieurs races de chèvres (Alpine Française, Saanen, Créole de Guadeloupe et Angora) : les réponses des femelles à l'introduction des mâles, les facteurs susceptibles de modifier ces réponses à l'introduction des mâles et la fertilité et la prolificité des femelles dont l'activité ovulatoire a été induite par l'effet bouc.

### Résumé

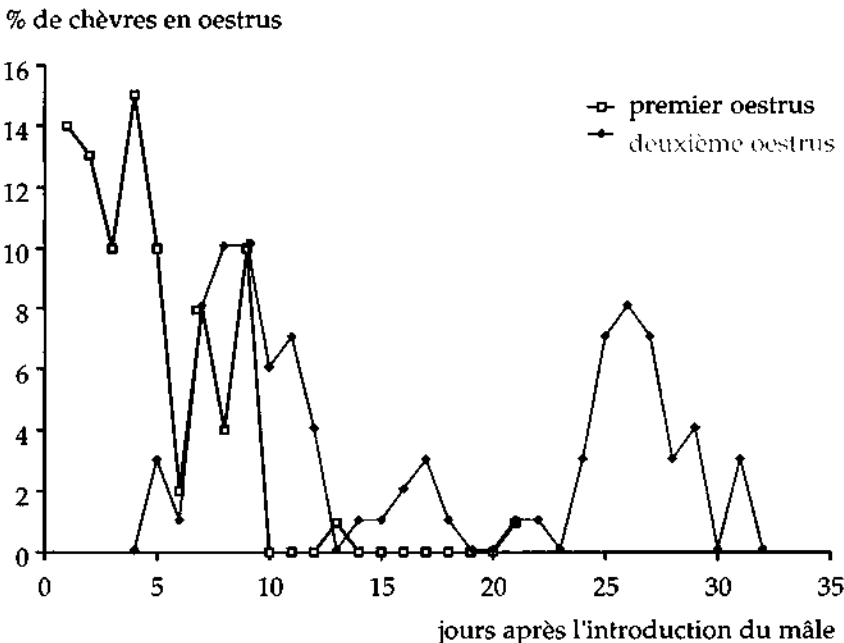
L'introduction du bouc, après une séparation complète (odeur, vue, son, toucher), dans un groupe de chèvres en anoestrus provoque l'apparition d'ovulations synchrones dans les jours qui suivent (en moyenne 2,5 jours). Le contact avec le mâle provoque, chez la femelle, une augmentation immédiate du nombre et de l'amplitude des pulses de LH induisant l'apparition d'un pic préovulatoire qui va déclencher l'ovulation. Cette ovulation induite est accompagnée d'un comportement d'oestrus dans 60 % des cas et est suivie d'un corps jaune de courte durée (5 jours) dans 75 % des cas. A la suite de ce cycle court, la cyclicité ovarienne et le comportement d'oestrus sont rétablis. La qualité de la stimulation par le mâle inducteur est importante pour la réussite de l'« effet bouc ». En effet, si la suppression de l'olfaction ne modifie pas la réponse immédiate de la LH, elle produit une diminution de moitié du pourcentage de femelles qui ovulent. Chez les femelles intactes, l'odeur du bouc seule est suffisante pour déclencher les ovulations, toutefois le pourcentage de femelles qui répondent est plus faible que chez celles qui sont en contact direct avec le mâle, ce qui indique que d'autres sens que l'olfaction sont probablement impliqués dans la réponse normale des femelles intactes. Par ailleurs, la profondeur de l'anoestrus (estimée par la mesure du pourcentage de femelles spontanément cycliques avant l'introduction des boucs), qui peut varier avec la saison, la race et le stade physiologique des femelles, modifie la qualité de l'ovulation induite. Lorsque l'anoestrus est profond, le pourcentage de premières ovulations sans oestrus et la fréquence de cycles ovariens de courte durée augmentent. Lorsque la stimulation est suffisante et que l'anoestrus n'est pas trop profond, la fertilité et la prolificité des femelles dont l'activité ovarienne a été induite par l'« effet bouc » sont équivalentes à celles des femelles qui étaient cycliques avant la lutte.

Figure 1. Distribution des fécondations chez la chèvre Angora (calculée d'après les dates de 313 mise bas ; d'après Shelton 1980).



Tous les résultats présentés ci-après ont été obtenus en introduisant les boucs après une période de séparation complète entre les deux sexes. La durée de cette séparation (pas moins de trois semaines) ainsi que sa qualité (odeur, vue, son et toucher) sont des conditions reconnues comme nécessaires pour la réussite de l'effet bouc, bien qu'aucune véritable expérience dans ce domaine n'ait été publiée.

Figure 2. Distribution des premiers et seconds oestrus après l'introduction des boucs chez la chèvre Créole de Guadeloupe (117 femelles anovulatoires ; d'après Chemineau 1983).



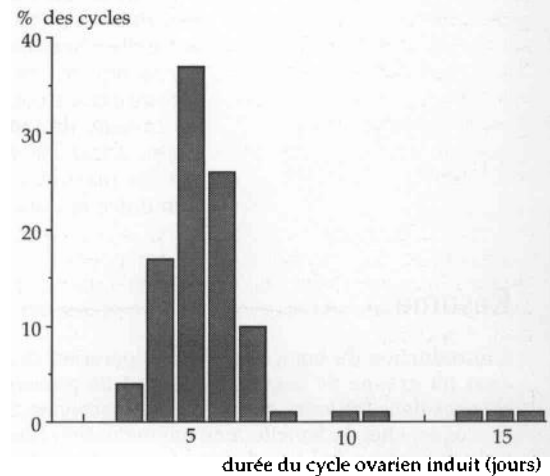
## Réponse des femelles anovulatoires à l'introduction des boucs

### Oestrus et ovulation

Dans un troupeau de chèvres Créoles anovulatoires (117 femelles au total), pratiquement tous les premiers oestrus sont observés du jour 1 au jour 9 après l'introduction des boucs. Les seconds oestrus se produisent des jours 7 à 12 et 25 à 29 après l'introduction des boucs (figure 2).

L'observation directe de l'activité ovulatoire des femelles par endoscopie, au cours des 7 jours après l'introduction des boucs, révèle que 97 % des chèvres ovulent très rapidement après celle-ci (2,8 jours  $\pm$  0,2 chez 114 chèvres Créoles et 2,2 jours  $\pm$  0,8 chez 32 chèvres Saanen ; Chemineau 1983, Chemineau *et al* 1986b). Chez la chèvre Créole cette première ovulation est associée à un comportement d'oestrus dans 62 % des cas, et est suivie chez 75 % des chèvres par un cycle ovulatoire de durée variant entre 3 et 8 jours (en moyenne 5,3 jours ; figure 3). Ce cycle de courte durée est accompagné d'une sécrétion faible et transi-

Figure 3. Fréquence des cycles courts induits, en fonction de leur durée, chez la chèvre Créole de Guadeloupe (Chemineau 1983)



toire de progestérone par le corps jaune venant de l'ovulation induite. En revanche, lorsqu'un cycle de durée normale suit la première ovulation induite, un profil normal de sécrétion de la progestérone est observé (Chemineau *et al* 1984 ; figure 4). Des résultats identiques concernant la sécrétion de progestérone ont été observés chez la chèvre laitière américaine (Ott *et al* 1980) et chez la chèvre laitière française (Dinitz 1980, P. Chemineau et E. Normant 1985, résultats non publiés).

Le cycle court est toujours suivi par une seconde ovulation (figure 4), et le corps jaune induit est de durée normale. Cette seconde ovulation est associée à un comportement d'oestrus chez 90 % des chèvres Créoles. Ces oestrus constituent le second pic observé de 7 à 12 jours après le début de la lutte (figure 2).

Chez les femelles présentant une phase lutéale de courte durée, le taux d'ovulation est plus faible à la première qu'à la seconde ovulation induite ( $1,56 \pm 0,73$  contre  $2,05 \pm 0,84$ ), ce n'est donc qu'à cette 2<sup>e</sup> ovulation que l'ovaire a retrouvé son fonctionnement normal (Chemineau 1983). Après les phases lutéales de durée normale (suivant la seconde ovulation pour les femelles faisant un cycle court, ou suivant la première pour les autres femelles), les ovulations sont toujours associées avec un comportement d'oestrus et suivies par des phases lutéales de durées normales.

Une représentation schématique des différents événements ovariens et oestriques qui se succèdent après l'introduction des boucs chez la chèvre Créole est donnée dans la figure 5.

### Activité hypophysaire induite par l'introduction des mâles

Chez la chèvre comme chez la brebis (Pointron *et al* 1980), le contact avec le bouc provoque un accroissement rapide et important de la fréquence et de l'amplitude des décharges pulsatiles de LH plasmatique. Avant l'introduction des boucs 0,3 pulse par femelle en 3 heures sont observés, avec une amplitude moyenne de 0,5 ng/ml de plasma. Après l'introduction des mâles, 2,2 pulses en 3 heures, d'une amplitude moyenne de 1,2 ng/ml, sont enregistrés (Chemineau *et al* 1986b). Un exemple illustrant ce phénomène chez la chèvre Saanen est représenté sur la figure 6. Chez 19 chèvres Créoles 80 % des femelles répondent dans les 80 minutes qui suivent l'introduction du mâle en présentant un pulse de LH d'une amplitude moyenne de 1,7 ng/ml de plasma (Chemineau *et al* 1986a).

Figure 6. Exemple de décharges pulsatiles de LH plasmatique au moment de l'introduction des boucs chez une chèvre laitière Saanen (Les prélèvements sont faits toutes les 20 minutes pendant 6 heures).

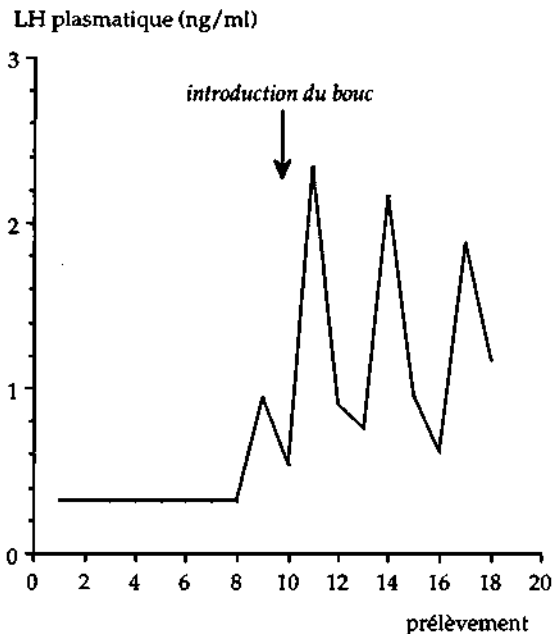
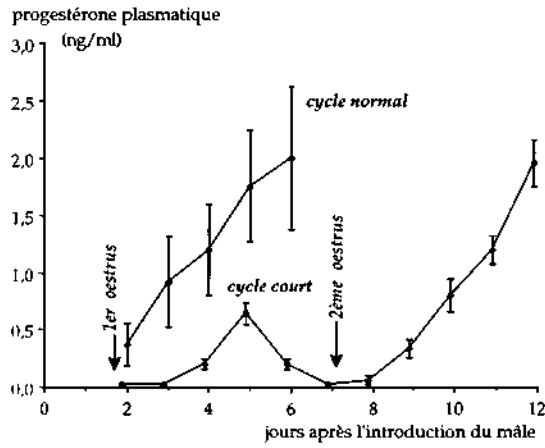
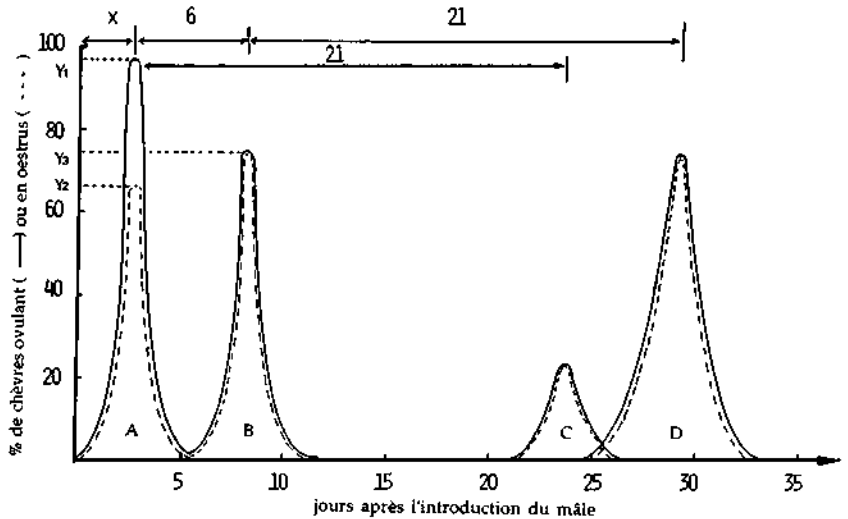


Figure 4. Progesterone plasmatique après l'introduction des mâles chez la chèvre Créole de Guadeloupe (Chemineau *et al* 1984).



**L'effet bouc se traduit par une ovulation rapide, le plus souvent suivie d'un corps jaune de courte durée. Après ce cycle court, la cyclicité ovarienne et le comportement d'oestrus sont rétablis.**

Figure 5. Représentation schématique de la réponse à l'effet bouc chez la chèvre Créole anovulatoire. Plus de 90 % (Y1) des chèvres ovulent aux environs du jour 3 (X) après l'introduction des mâles (Pic A) ; cette première ovulation induite est associée avec un comportement d'oestrus dans les deux tiers des cas (Y2). Une majorité de femelles (Y3, environ 75 %) manifeste un cycle ovarien court et présente une deuxième ovulation 6 jours après la première (Pic B) ; si elles ne sont pas fécondées, une troisième ovulation a lieu 21 jours plus tard (Pic D). Les autres chèvres (environ 25 %) manifestent un cycle de durée normale après la première ovulation et, si elles ne sont pas gestantes, elles ré-ovulent 21 jours après (Pic C). Les ovulations des pics B, C et D sont associées avec un comportement d'oestrus. X, Y1, Y2 et Y3 varient avec la profondeur de l'anoestrus.



Cette augmentation de l'activité hypophysaire stimule la croissance folliculaire intra-ovarienne, et provoque l'apparition d'un pic pré-ovulatoire de LH qui va induire l'ovulation (chez la chèvre Créole  $53 \pm 12,4$  heures après l'introduction du mâle ; Chemineau 1985).

### Organes des sens impliqués dans la perception du mâle

La suppression de l'odorat par irrigation de la muqueuse nasale avec du sulfate de zinc (1 %), diminue le pourcentage de chèvres qui ovulent avant le jour 9 (50 % des femelles ovulent parmi 16 rendues anosmiques (= sans odorat),

contre 89 % des femelles témoins ;  $P < 0,05$ ). Toutefois cette anosmie ne modifie ni l'apparition du comportement d'oestrus à la première ovulation, ni l'intervalle entre l'introduction des boucs et le début de l'oestrus [respectivement  $3,3 \pm 1,9$  et  $3,2 \pm 2,0$  jours ; Chemineau *et al* 1986a].

L'odorat est donc impliqué, comme chez la brebis (Knight et Lynch 1980), dans l'effet bouc. Toutefois ce n'est pas le seul sens utilisé dans la perception de la présence des mâles, puisque les chèvres anosmiques continuent à répondre à l'introduction des boucs par un pulse de LH induit (Chemineau *et al* 1986a). Chez les chèvres Angora intactes, l'odeur de bouc seule est suffisante pour induire des ovulations. Toutefois le pourcentage de chèvres qui ovulent est plus faible que lorsque les chèvres sont en contact direct avec les boucs (respectivement 22 % de 70 femelles et 69 % de 66 chèvres ; Shelton 1980). Ces résultats indiquent que le contact physique avec le mâle est un facteur indispensable pour obtenir un pourcentage

élevé de réponses. Le comportement sexuel du bouc est, sans doute, également important pour la stimulation des femelles.

Les substances biochimiques mises en jeu dans l'effet bouc n'ont pas encore été complètement identifiées. Les acides gras responsables de la forte odeur du bouc en saison sexuelle (Sasada *et al* 1983), pourraient être impliqués dans la perception des mâles par les femelles. Chez la brebis, l'utilisation d'un extrait contenant ces acides gras, prélevé sur du poil de bouc, est décrite comme aussi efficace que le bouc et/ou le bélier pour induire des ovulations (Knight et Birch 1983). Un important travail de recherche reste cependant à faire dans ce domaine, car d'autres substances biochimiques pourraient également être en cause.

## Facteurs susceptibles de modifier la réponse à l'effet bouc

Le moment d'ovulation, la présence ou non d'un comportement d'oestrus à la première ovulation ainsi que la fréquence des cycles ovariens courts donnés précédemment sont des valeurs moyennes. Ces paramètres n'obéissent pas à la « loi du tout ou rien » mais varient en fonction de deux catégories de facteurs : la qualité de la stimulation et la « profondeur » de l'anoestrus des femelles.

### Qualité de la stimulation

Chez les chèvres Angora, la qualité de la stimulation par les mâles peut modifier, lors d'une lutte en septembre, le pourcentage de femelles qui répondent 14 jours après la stimulation. Sur 85 chèvres séparées des boucs par une clôture métallique (= stimulation faible) 41 % ovulent, comparé à 69 % (de 66) des chèvres en contact direct avec les boucs (= stimulation forte ; Shelton 1980).

Chez la chèvre laitière française de race Saanen, lors d'une introduction des boucs en mai (boucs ayant subi au préalable un traitement photopériodique, voir Chemineau *et al* 1988), la séparation d'avec les boucs par un couloir (= stimulation faible), comparée avec un contact direct (= stimulation forte), diminue le pourcentage de chèvres qui ovulent 14 jours après l'introduction des boucs, de 88 % (16 femelles) à 15 % (26 femelles), (P. Chemineau 1985, résultats non publiés).

La proportion de mâles mis en présence des femelles est également un facteur susceptible de modifier la réponse des chèvres. Même lorsque toutes les chèvres Créoles ovulent peu de temps après l'introduction des boucs, une augmentation du nombre de mâles de 6 à 29 pour 100 femelles (en choisissant des mâles « actifs », manifestant un bon comportement sexuel), accroît le taux d'ovulation de 1,8 à 2,6 (tableau 1).

D'autres facteurs, tels que le saisonnement et la race des mâles utilisés, sont susceptibles de modifier la qualité de la stimulation, et par là, la réponse. Toutefois aucun résultat n'est disponible dans la littérature, pour l'espèce caprine,



L'odeur du bouc seule suffit à déclencher l'ovulation. Cependant, la proportion de femelles qui ovulent est plus faible que lorsque les chèvres sont en contact direct avec les boucs.

Tableau 1. Effets d'une modification du ratio mâle/femelle sur le taux d'ovulation induit par le bouc chez la chèvre Créole anovulatoire. Les boucs introduits sont considérés comme « actifs » et d'un bon comportement sexuel.

	Groupe 1	Groupe 2
Nombre de mâles introduits (%)	1 (6 %)	5 (29 %)
Nombre de femelles mises en lutte	16	17
Nombre de femelles anovulatoires	15	15
Taux d'ovulation	1,8 ± 1,3	2,6 ± 0,6*

\* P < 0,05

à l'inverse de ce qui est connu chez les ovins (Tervit et Peterson 1978). L'utilisation de femelles traitées à la testostérone (Barker et Bosu 1980) pourrait être un moyen efficace de remplacer les mâles inducteurs; cependant aucune démonstration de leur efficacité n'a encore été faite chez les caprins.

### « Profondeur » de l'anoestrus

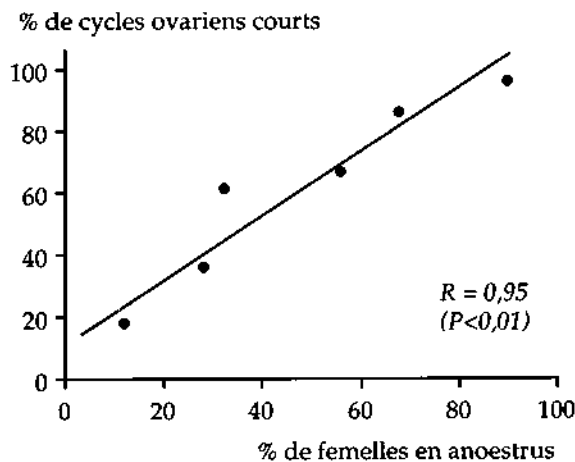
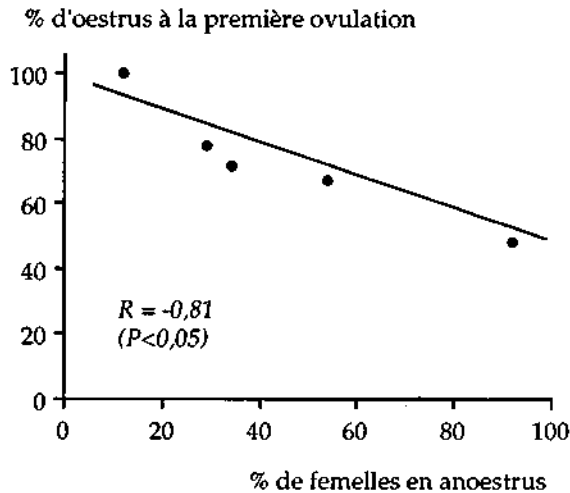
L'efficacité de l'effet bouc pour induire les activités oestrienne et ovulatoire est aussi dépendante de la « profondeur » de l'anoestrus des femelles. Cette « profondeur » d'anoestrus peut être appréciée, dans un troupeau, par le pourcentage de chèvres qui ovulent spontanément avant l'introduction des boucs, ainsi que cela a déjà été proposé chez la brebis (Lindsay et Signoret 1980). Cette notion est à considérer intra-race: les comparaisons entre races, élevées dans des milieux différents ne sont pas possibles.

Chez la chèvre Créole, qui est une race désaisonnée, le délai entre introduction des boucs et première ovulation est plus long pendant l'anoestrus « profond » (plus de 50 % de chèvres anovulatoires), que pendant l'anoestrus léger (moins de 50 % de femelles anovulatoires): respectivement 3,3 jours et 1,8 jours (P ± 0,05; Chemineau 1983).

Cette profondeur d'anoestrus modifie également la fréquence d'apparition du comportement d'oestrus à la première ovulation induite et le pourcentage de cycles ovariens courts. Plus l'anoestrus est profond, plus la fréquence d'oestrus à la première ovulation est faible et plus le pourcentage de cycles ovariens courts est élevé (figure 7). Une très large variation semble exister quant à la présence d'un comportement d'oestrus après l'introduction des mâles. Chez la chèvre italienne, Debenedetti *et al* (1982), rapportent l'existence d'accouplements de façon sporadique avant le jour 7 et que la plupart des oestrus se produisent aux alentours du jour 12. Chez la chèvre locale du Vénézuéla, Gonzalez-Stagnaro (1976), indique que les oestrus se produisent entre les jours 14 et 20. Toutefois, dans ces deux publications, l'absence de données concernant l'activité ovu-

latoire ne permet pas de savoir si le délai observé dans l'apparition de l'oestrus est dû à une augmentation des ovulations silencieuses ou à un accroissement du délai de réponse au mâle.

Figure 7. Relations entre la profondeur de l'anoestrus (représentée par le pourcentage de femelles en anoestrus dans le troupeau), la fréquence d'oestrus à la première ovulation et la fréquence de cycles ovariens de courte durée, chez la chèvre Créole de Guadeloupe.



Chez la chèvre laitière française, une augmentation de la profondeur de l'anoestrus est probablement responsable du délai d'une semaine observé chez une partie des animaux, entre l'introduction des boucs et l'apparition de la première ovulation. Cette première ovulation est suivie de la séquence « normale » (cycle court et seconde ovulation). Cette réponse retardée est à l'origine de l'apparition d'un pic « inhabituel » d'oestrus et d'ovulations 12 à 14 jours après l'introduction des boucs (P. Chemineau, J. Bouillon et J.-P. Signoret 1984, résultats non publiés; Ricordeau *et al* 1984). Il est toutefois difficile, dans cette situation, de déterminer si ces ovulations plus tardives sont provoquées directement par la réponse à l'effet bouc, ou par un « effet femelles en oestrus » (Bouillon *et al* 1982), dû aux autres chèvres répondant rapidement à l'effet bouc.

**Dans le troupeau, plus la proportion de chèvres en anoestrus est élevée, plus la fréquence d'oestrus à la première ovulation est faible et plus la fréquence de premiers cycles courts est élevée.**

**Dès la 2<sup>e</sup> ovulation induite par effet bouc, la fertilité et la prolificité sont identiques à celles observées chez les femelles déjà cycliques avant la mise en présence du bouc.**

Quand l'anoestrus est trop profond, l'effet bouc ne réussit pas à induire des ovulations. Cependant, aucun résultat indiquant une totale absence de réponse n'est décrit dans la littérature. Il convient également de remarquer qu'en général, ce sont des mâles peu actifs (parce qu'en pleine contre-saison sexuelle) qui sont utilisés sur des femelles en anoestrus profond, et qu'il est ainsi difficile de connaître les parts respectives du mâle et de la femelle dans cette absence de réponse. Chez les races à reproduction très saisonnée, comme les races laitières françaises, il est exceptionnel d'obtenir de bons résultats avec l'effet bouc en pleine contre-saison (mai à août). Pendant cette période, en effet, même si un pourcentage non négligeable de femelles répondent par des ovulations, la durée de la période d'activité induite ainsi que le faible pourcentage d'oestrus entraînent généralement l'obtention d'une fertilité médiocre.

Le déroulement schématisé des événements proposé plus haut pour la chèvre Créole (figure 5) doit donc être modulé en fonction des situations physiologiques ou de la race. Si le déroulement temporel de l'activité ovulatoire après la première ovulation reste identique, quelques autres caractéristiques sont sensiblement modifiées. Seulement quelques chèvres peuvent répondre à l'effet bouc; chez les femelles qui répondent, la première ovulation peut être retardée de plus de 7 jours et le comportement sexuel peut être absent lors de cette première ovulation. Ce schéma peut également être compliqué, sur le terrain, par la coexistence, dans un troupeau, de femelles anovulatoires et de femelles déjà cycliques au moment de l'introduction des boucs. Ces femelles manifestent des oestrus en dehors des pics induits par l'effet bouc, et donc créent un « bruit de fond » sur la distribution temporelle des oestrus après le début de lutte.



## Fertilité et prolificité des femelles dont l'activité ovulatoire est induite par l'effet bouc

Chez la chèvre Créole, le taux de fertilité est beaucoup plus faible au premier oestrus induit par les boucs qu'au second: respectivement 23 % (56 oestrus) et 74 % (70 oestrus), (Thimonnier *et al* 1983). Cette très faible fertilité est probablement la conséquence de la courte durée du cycle ovarien qui suit habituellement la première ovulation induite par le bouc; l'insuffisance lutéale ne permettant en effet pas l'établissement d'une gestation. Le retour à un fonctionnement normal de l'ovaire, dès la seconde ovulation induite, conduit après 45 jours de lutte, à une fertilité et une prolificité équivalentes à celles des femelles déjà cycliques au moment de l'introduction des boucs: respectivement 81 % comparé à 87 % et 1,97 comparé à 1,85 chevreaux par portée; Chemineau 1983).

Chez la chèvre laitière française, comme chez la chèvre Créole et pour la même raison, le taux de fertilité à la première ovulation induite est très faible. Cependant, lorsque les boucs sont introduits en avance de saison, la fertilité à la fin de la période de lutte est d'un niveau correct: 88 % de mise bas chez 40 chèvres Alpines mises en lutte à la fin août (B. Broqua et P. Chemineau 1985, résultats non publiés). En début d'anoestrus (avril), chez la chèvre Saanen, la fertilité varie de 57 à 65 % selon les années avec une prolificité relativement élevée (tableau 2). La répartition temporelle des mises bas (figure 8) indique que, pour toutes les années étudiées, les saillies fécondantes ont lieu essentiellement de 5 à 10 jours et de 20 à 30 jours après l'introduction des boucs. Dans ce cas, les femelles non fécondées dans le mois qui suit (soit de 35 à 43 % des femelles) « retombent en anoestrus » et ne sont fécondées qu'au début de la saison sexuelle suivante (septembre).

L'effet bouc permet donc d'obtenir de bons taux de fertilité en lutte naturelle si les femelles sont maintenues avec les mâles pendant une période suffisante. Toutefois le caractère imprévisible de l'apparition des oestrus fécondants après le début de la lutte rend difficile l'utilisation de la monte en main ou de l'insémination artificielle. Un moyen de résoudre ce problème est d'employer un traitement progestatif avant l'introduction des boucs. L'hypothèse, faite initialement chez la brebis (Martin *et al* 1985), selon laquelle le retour à un fonctionnement normal de l'ovaire lors de la seconde ovulation serait dû à l'action préalable de la progestérone sécrétée pendant le cycle court, a conduit à l'emploi d'un traitement à l'acétate de fluorogestone (FGA) par éponge vaginale ou injection intra-musculaire. Cinq pour cent des 25 chèvres Créoles traitées au FGA présentent un cycle court, comparé à 80 % des 25 femelles témoins non traitées; un comportement d'oestrus à la première ovulation apparaissant chez 100 % des femelles traitées comparé à 55 % chez les femelles non traitées. En conséquence, la fertilité, au premier oestrus induit, des

Tableau 2. Fertilité, prolificité et date moyenne de fécondation après effet bouc au printemps dans un troupeau de chèvres Saanen, de 1985 à 1988. Le pourcentage de chèvres cycliques avant la mise en lutte a été estimé, en 1986, par dosage de la progestérone plasmatique. Le ratio est de 1 bouc pour 30 femelles mises en lutte, la lutte est libre. (P. Chemineau et Y. de Fontaubert 1988, résultats non publiés).

Année	1985	1986	1987	1988
Date introduction des boucs	01/04	02/04	02/04	03/04
Effectif mis en lutte	149	123	105	64
% femelles cycliques en début de lutte	-	55	-	-
Fertilité (% mise bas)	64	65	57	64
Prolificité	1,99	2,02	2,01	2,19
Date moyenne de fécondation ( $\pm$ écart-type)	13/04 ( $\pm 11$ j)	11/04 ( $\pm 7$ j)	13/04 ( $\pm 7$ j)	15/04 ( $\pm 9$ j)

femelles traitées au FGA, est beaucoup plus élevée que celle des femelles témoins (78 % comparé à 15 % ; Chemineau 1985). Ce type de traitement progestatif avant l'effet bouc n'a toutefois pas été encore essayé dans les races laitières, mais il est probable qu'il donne des résultats équivalents à ceux obtenus chez les chèvres Créoles. En effet, dans l'espèce ovine, toutes les races dans lesquelles il a été essayé ont répondu de la même façon (Martin *et al* 1985).

## Conclusion

Les chèvres répondent à l'introduction des boucs par une brusque augmentation de leur LH plasmatique et une ovulation rapide, qui n'est pas toujours accompagnée d'un comportement d'oestrus et qui est souvent suivie d'un corps jaune de courte durée. La qualité de la réponse dépend de la qualité de la stimulation

nombre de chèvres

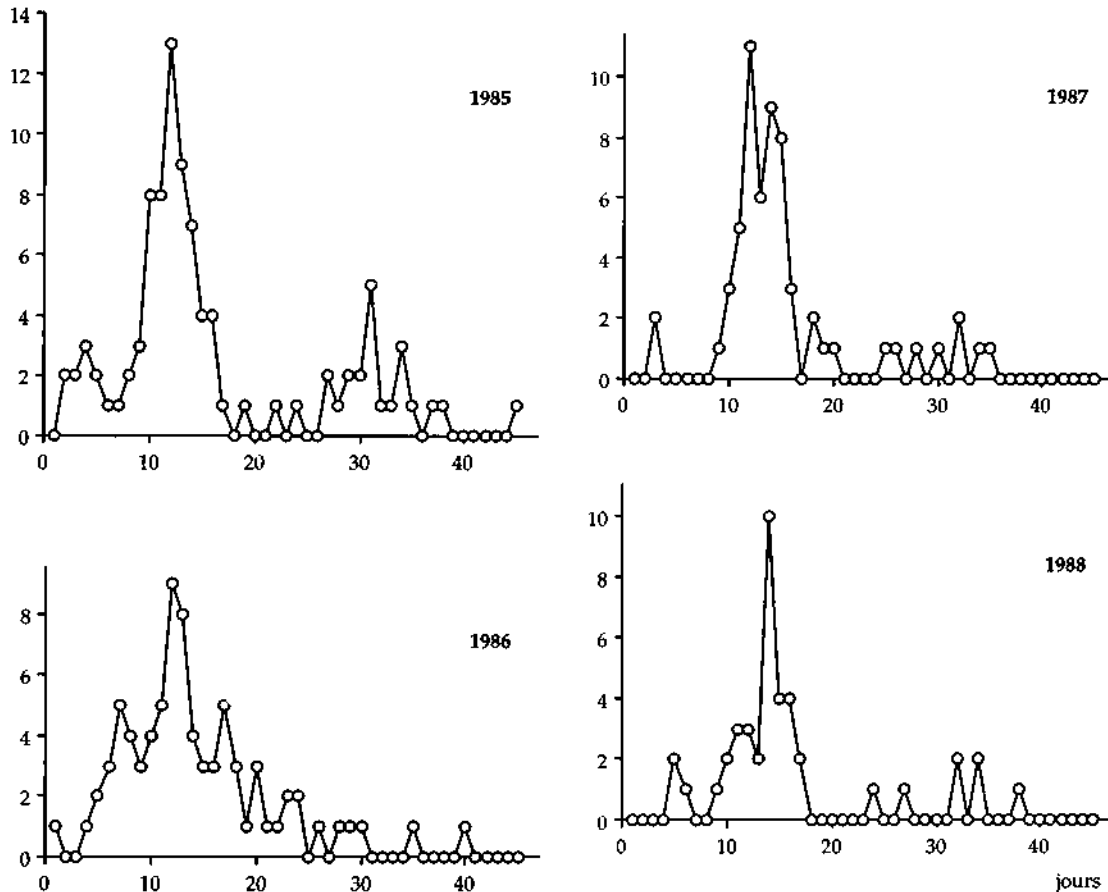


Figure 8. Distribution temporelle des mises bas après effet bouc au printemps dans un troupeau de chèvres Saanen, de 1985 à 1988.

Le jour 0 est arbitrairement placé, tous les ans, 145 jours après le jour d'introduction du bouc. Compte-tenu d'une durée de gestation moyenne de 150 jours, les pics de saillies fécondantes sont situés 5 à 10 jours et 20 à 30 jours après l'introduction des boucs. Le ratio est de 1 bouc pour 30 femelles mises en lutte, la lutte est libre.

ainsi que de la profondeur de l'anoestrus au moment de l'introduction du mâle. Le rétablissement d'un comportement d'oestrus, d'un taux d'ovulation et d'une durée de corps jaune normaux à la seconde ovulation induite, ainsi que d'une cyclicité ovarienne, permettent aux femelles d'atteindre une fertilité et une prolificité correctes à la fin de la période de lutte.

Quelques caractéristiques de la réponse à l'effet bouc, telles que la pulsativité de la LH et les événements ovariens après la première ovulation, apparaissent, une fois déclenchés, être constants d'une race à l'autre. Toutefois, des différences importantes peuvent exister quant au pourcentage de femelles qui ovulent et surtout quant au pourcentage d'oestrus à la première ovulation induite après l'introduction des mâles. L'effet bouc est toutefois plus efficace pour induire l'activité sexuelle dans les races peu saisonnées, comme celles des zones tropicales et subtropicales, que dans les races très saisonnées telles que celles rencontrées dans les zones tempérées.

L'intérêt de l'effet bouc comme traitement permettant un certain désaisonnement peut être accru par un prétraitement progestatif qui supprime totalement les cycles de mauvaise qualité associés à la réponse.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier sincèrement G. Khaldi (INRA Tunis), J. Bouillon (Station de Testage Caprin, Moissac Vallée française), J.P. Signoret et J. Thimonier (INRA Nouzilly).

La version initiale de ce texte a été publiée, en anglais, dans la revue *Livestock Production Science* en 1987 (17, 135-147).

## Références bibliographiques

- BARKER C.A.V., BOSU W.T.K., 1980. Studies on experimental androgenized females : goats. *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Reprod. & A.I., Madrid 2* : 593-599.
- BOUILLON J., LAJOUS A., FOURGAUD P., 1982. Mise en évidence d'un effet « chèvres induites », comparable à l'« effet bouc » chez les caprins. 7<sup>e</sup> J. Rech. Ov. et Cap., Paris, 1-2 Déc., Eds INRA-ITOVIC-SPEOC, 325-333.
- CHEMINEAU P., 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fert.*, 67 : 65-72.
- CHEMINEAU P., 1985. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim. Reprod. Sci.*, 9 : 87-94.
- CHEMINEAU P., POULIN N., COGNIE Y., 1984. Sécrétion de progestérone au cours du cycle induit par l'introduction du mâle chez la chèvre Créole en anoestrus : effets de la saison. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 24 (5A) : 557-561.
- CHEMINEAU P., LEVY F., THIMONIER J., 1986a. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovulatory Creole goat. *Anim. Reprod. Sci.*, 10 : 125-132.
- CHEMINEAU P., NORMANT E., RAVAUULT J.P., THIMONIER J., 1986b. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fert.* 78 : 497-504.
- CHEMINEAU P., PELLETIER J., GUERIN Y., COLAS G., RAVAUULT J.P., TOURE G., ALMEIDA G., THIMONIER J., ORTAVANT R., 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 28(2B) : 409-422.
- DINITZ M., 1980. Activité oestrienne et progestéronémie chez la chevre Alpine pendant la saison sexuelle qui suit la naissance : effet de l'introduction du mâle dans le troupeau. D.E.A. Univ. P. et M. Curie, Paris, Sept. 1980.
- DEBENEDETTI A., LUCARONI A., MALFATTI A., 1982. Induction of synchronized oestrus in goats following the introduction of males after a period of separation (buck effect). *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, 36 : 190-192.
- FOLCH J., COGNIE Y., SIGNORET J.P., 1985. Use of the male effect for manipulation of the timing of onset and establishment of regular cycles and pregnancy in the ewe. 36th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Kallithea-Kassandra-Halkidiki-Greece, 30 sept.-3 Oct., summaries, vol. 2 : 122-123.
- GONZALEZ-STAGNARO C., 1976. El « efecto macho » sobre la estacionalidad sexual en cabras del medio tropical. *Mems. Assoc. lat. am. Prod. Anim.*, 11 : 69 (Abstract).
- KNIGHT T.W., BIRCH E.J., 1983. Identification of pheromones which will stimulate anovular ewes to ovulation. *Proc. end. Soc. Aust.*, Vol. 26, Suppl(2) : 3.
- KNIGHT T.W., LYNCH P.R., 1980. Source of ram pheromone that stimulates ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 3 : 133-136.
- LINDSAY D.R., SIGNORET J.P., 1980. Influence of behaviour on reproduction. *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Reprod. & A.I., Madrid*, 1 : 83-92.
- MARTIN G.B., OLDHAM C.M., COGNIE Y., PEARCE D.T., 1985. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. *Livest. Prod. Sci.*, 15 : 219-247.
- OTT R.S., NELSON D.R., HIXON J.E., 1980. Effect of presence of a male on the initiation of oestrous cycle activity of goats. *Theriogenology*, 13 : 183-190.
- POINDRON P., COGNIE Y., GAYERIE F., ORGEUR P., OLDHAM C. M., RAVAUULT J. P., 1980. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.*, 25 : 227-237.
- RICORDEAU G., BOUILLON J., GAILLARD A., LAJOUS A., LAJOUS D., 1984. Modalités et caractéristiques de reproduction chez les caprins. B.T.I. *Minist. Agric.*, 391 : 367-383.
- SASADA H., SUGIYAMA T., YAMASHITA K., MASAKI J., 1983. Identification of Specific Odor Components in Mature Male Goat During the Breeding Season. *Jpn. J. Zotech. Sci.*, 54 : 401-408.
- SHELTON M., 1960. The influence of the presence of the male goat on the initiation of oestrous cycling and ovulation in Angora does. *J. Anim. Sci.*, 19 : 366-375.
- SHELTON M., 1980. Goats: Influence of Various Extroceptive Factors on Initiation of Oestrus and Ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1 : 156-162.
- SIGNORET J.P., 1980. Effet de la présence du mâle sur les mécanismes de reproduction de la femelle des mammifères. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 20 : 1457-1468.
- TERVIT H.R., PETERSON A.J., 1978. Testosterone levels in Dorset and Romney rams and the effectiveness of these breeds in stimulating early onset of oestrus in Romney ewes. *Theriogenology*, 9(3) : 271-277.
- THIMONIER J., CHEMINEAU P., GAUTHIER D., 1983. Augmenter la fertilité des ruminants en Zone Tropicale: une réalité. Réunion Intern. Reproduction des Ruminants en Zone Tropicale (10-12 juin), Pointe-à-Pitre (Guadeloupe, F.W.I.). Colloques de l'I.N.R.A., N°20 : 399-418.
- UNDERWOOD E.J., SHIER F.L., DAVENPORT N., 1944. Studies in Sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British Breed ewes in the Agricultural districts., *J. Dep. Agric. West. Aust.*, 11(2) : 135-143.



**P. CHEMINEAU. Utilization of the buck effect to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats.**

The introduction of bucks among anovulatory females, after a period of complete segregation (odor, sight, sound and touch), induces synchronous ovulations in the following days. The contact with males causes, in the doe, an immediate increase in the number and the amplitude of LH pulses, followed by an LH preovulatory surge leading to ovulation. The suppression of olfactory cue does not modify the immediate LH response but causes a two-fold decrease in the percentage of ovulating does. In intact females, the buck odor is sufficient to induce ovulation, however the percentage of responding does is lower than for does in direct contact with males, indicating a complementary action of several senses to induce the response of intact does. The first induced ovulations are silent (i.e. not associated with oestrous behaviour) in 40 % of the does and are followed by a short luteal phase of 5 days duration, in 75 % of the does. Later on, oestrous and ovarian cycles are restored.

The quality of the stimulation by teaser bucks influences the response. Direct contact between sexes increases the percentage of ovulating females and an increase in the number of males leads to a rise of the induced ovulation rate. "Depth" of anoestrus, which varies with season, breed and physiological state of females, affects the capacity of does to respond ; when anoestrus is deep, the percentages of silent ovulations and of short ovarian cycles increase.

When stimulation is sufficient and anoestrus not too deep, conception rate and litter size of females, which were anovulatory before introduction of males, are equivalent to those of previously cyclic females.

CHEMINEAU P., 1989. L'effet bouc : mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus. *INRA Prod. Anim.*, 2 (2), 97-104.

### M. THERIEZ. Red Deer production. 2/ Growth and meat production.

Growth and development of farmed red deer, from birth to maturity, as well as carcass characteristics are presented in this paper.

The young calf weighting 8 to 9 kg at birth will sustain a high daily growth rate (250 to 450 g/d) during the suckling period depending on its dam nutrition. Growth also varies with fawn's sex (+ 20 to + 50 g/d for males) and birth weight (+ 1 kg at birth induces 5 to 14 g/d extra daily gain). Calves can be weaned in September or November, before or after the rut period. Daily growth rate, reduced by weaning (-20 to -50 g/d, according to hind's milk production) remains close to 200 g/d until late November and decreases from December to February (0 to 100 g/d). Concentrate feeding, up to 1 kg/d, can reduce winter growth check but after turning out to pasture, control animals gain + 50 g/d more than the supplemented ones. When 16-18 months old, body weight is 70-75 % of mature weight for females but 50 % only for males. Hinds reach mature weight when 4 to 5 years old but stags' growth is sustained until 8 to 9 years old.

Killing out percentage of farmed red deer is quite high (54-56 %) with a high muscle (70 %) and low fat (5 to 9 %) content in the carcass. Fat content of mature stags carcass can reach 20 %, before the rut but falls to a very low level (2 % or less) after this period. Deers are « late maturing » animals, fat deposition reaches significant level when animals are 18 months old or later, above 50 % of maturity.

Nutrient requirements for growth vary from 16.7 to 20.9 Mj EM/kg empty body gain, increasing with animal body weight. Maintenance requirements range between 0.75 and 0.84 Mj EM/kg P<sup>0.75</sup>.

Gathering the stags before transportation to an abattoir can induce high 24 h *post mortem* muscle pH values if animals are stressed and care must be taken during handling operations on the farm.

THERIEZ M., 1989. Elevage et alimentation du cerf (*Cervus Elaphus*). 2/ Elevage des jeunes et production de viande. *INRA Prod. Anim.*, 2 (2), 105-116.

### J.L. TROCCON, R. TOULLEC. Early-weaned calf milk replacers. Replacing skimmed milk powder with other protein sources.

Replacing skimmed milk protein with other animal or vegetable protein in calf milk replacer prevents milk clotting and accelerates the rate of removal of proteins and lipids from the abomasum. The protein sources vary in their ability to stimulate abomasal and pancreatic secretions. Some proteins (e.g soja) can cause gastrointestinal allergic responses.

The apparent digestibility of replacement proteins increases with the age of the calf, especially during the first month, but stays generally lower than for milk protein. More health problems and lower live weight gain are liable to occur when 25-50 % of milk protein are replaced, depending on the protein sources used, their essential amino acid balance and the production method. Practical rules are given to limit negative effects of non skim-milk calf replacer.

TROCCON J.L., TOULLEC R., 1989. Aliments d'allaitement pour veaux d'élevage. Remplacement de la poudre de lait écrémé par d'autres sources protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 2 (2), 117-128.

### B. LECLERCQ, M. LESSIRE, G. GUY, J.M. HALLOUIS, L. CONAN. The utilisation of full-fat rapeseed in poultry production.

Up to 10 % full-fat rapeseed may be incorporated into poultry feeds. However it needs mechanical treatment in order to alter its physical integrity and to increase fat and protein digestibility. Grinding, pelleting and extrusion have been tested. They all increase energy content and digestibility of fat. Experiments comparing nutritional effects of either a mixture of rapeseed and wheat in laying hens, or a mixture of rapeseed and peas in broilers are presented. These two experiments confirm the possibility of incorporating 10 % rapeseed in poultry feeds. When formulating poultry feeds, rapeseed competes more with cereals or energy sources (fat, cassave...) than with soybean meal or other protein sources.

LECLERCQ B., LESSIRE M., GUY G., HALLOUIS J.M., CONAN L., 1989. Utilisation de la graine de colza en aviculture. Revue bibliographique et résultats de deux essais. *INRA Prod. Anim.*, 2 (2), 129-136.

### J.M. PEREZ. Energy value of french cereals for pigs : results of a three years inquiry.

Ninety digestive balance (six experiments) were carried out on Large White castrated male pigs (five animals per diet) to estimate the energy content (DE, ME) of French cereals during three successive years. Total excreta were collected for ten consecutive days. The diets were based exclusively on cereals (96 %). Each year, six representative samples of the national production were tested : maize « North of France », maize « South of France », soft wheat, spring barley, winter two-row and six-row barley. Results obtained show small variations between years in DE content within different classes of cereals and a good repeatability of their relative energy value : maize (111), wheat (108), spring barley (100), winter two-row barley (100), winter six-row barley (98). The mean DE content of the six samples of maize (3940 kcal - 16.5 MJ/kg DM) and the three samples of wheat (3830 kcal - 16.0 MJ/kg DM) were similar to the standard values (INRA 1984). The DE content of the nine samples of barley are in agreement (mean deviation : 1 %) with the DE calculated from crude fibre content by using the prediction equation previously established : DE (MJ/kg DM) = 17.04 - 0.046 CF (g/kg DM).

PEREZ J.M., 1989. Valeur énergétique des céréales françaises pour le porc : synthèse des résultats sur trois années de récolte successives. *INRA Prod. Anim.*, 2 (2), 137-143.

### R.G. THEBAULT, H. DE ROCHAMBEAU. Angora rabbit : breeding and genetics.

A synthesis was done of available work on breeding and genetics in Angora rabbits. The two main strains, German and French, are presented. In their respective breeding systems, the German breed produce 20 % more wool than the French one. However the French breed produce a specific wool used in the manufacture of fashion knitwear. The main production parameters are : total weight of wool harvested, quality of the wool : « jarreux » (bristly) or « woolly », percentage of multiple medulated hairs (in West Germany), homogeneity, structure and tautness (in France). The main difference between Angora wool production systems in the two breeds is the harvesting method, as German rabbits are sheared and French rabbits are plucked. Factors influencing wool quantity are numerous namely : sex, number of harvests, interval between harvests, season and reproduction. Demographic parameters such as renewal rate and fecundity rate could be improved in France by modification of the breeding system and by use of artificial insemination. A new programme of genetic improvement has been employed in France. The aim of French breeders is to increase productivity and specific quality of French wool (bristly wool).

THEBAULT R.G., DE ROCHAMBEAU H. 1989. Le lapin angora : production et amélioration génétique. *INRA Prod. Anim.*, 2(2), 145-154.