

## PÉNÉTRANCE DE L'EFFET DE STÉRILITÉ TOTALE LIÉ AU GÈNE SANS CORNES *P*, CHEZ LES BOUCS (1)

G. RICORDEAU, J. BOUILLON\* et Françoise HULOT

avec la collaboration technique de P. GUILLIMIN et A. LAJOURS

*Laboratoire de Génétique des Petits Ruminants  
et Laboratoire de Méthodologie génétique,  
Centre de Recherches de Toulouse, I. N. R. A.,  
B. P. 12, 31320 - Castanet-Tolosan*

*\*Station de Testage Caprin  
48 - Moissac*

---

### RÉSUMÉ

Une enquête effectuée de 1965 à 1971 sur 540 jeunes boucs des races *alpine Saanen*, *alpine chamoisée* et *poitevine* montre :

- que les anomalies de la fertilité des boucs sont uniquement d'origine génétique,
  - qu'une estimation de la pénétrance —  $b\beta_2$  — de la stérilité totale des mâles *PP* consécutive à l'obstruction des épидидymes, se situe entre 0,44 et 0,65 avec une valeur moyenne de 0,55.
- En pratique, cela signifie que, dans les races possédant le gène sans cornes, les accouplements entre parents sans cornes produisent au moins 20 p. 100 de boucs totalement impropres à la reproduction.

---

Le gène *P*, responsable de l'absence de cornes dans les races caprines d'origine alpine, est susceptible de perturber dans les deux sexes le développement des organes génitaux. En outre, son action présente une certaine complexité tirée au clair, pour l'essentiel, lors du séminaire qui lui a été récemment consacré (cf. *Ann. Génét. Sél. anim.*, (4), 1, 1969).

Une des caractéristiques les plus remarquables des effets de ce gène est de créer phénotypiquement deux catégories de mâles stériles. Les uns sont de vrais mâles (mâles stériles *sensu stricto*) de caryotype XY ; leur stérilité résulte d'une obstruction

(1) Ces résultats ont été partiellement présentés dans une communication à la II<sup>e</sup> Conférence internationale de l'Élevage caprin, thème 3, Tours, 1971.

unilatérale ou bilatérale de l'épididyme. Les autres sont des femelles génétiques présentant un tel degré de masculinisation qu'on peut, au moins dans leur jeune âge, les confondre avec des mâles normaux ; par la suite, toutefois, leurs testicules ne se développent pas ou régressent ; aussi, les animaux de cette catégorie sont-ils appelés *mâles hypoplasiques* ou *pseudo-mâles*.

Toutes ces actions pléiotropiques sont à pénétrance incomplète et à expressivité variable. LAUVERGNE (1969) a défini une série de paramètres permettant de les apprécier. Comme les atteintes testiculaires sont susceptibles de varier dans le temps, on ne doit pas s'étonner de la divergence existant entre les estimations qu'il est possible d'établir à partir des données des différents auteurs. Ainsi, en supposant que les atteintes épидидymaires n'affectent pas les hétérozygotes mâles ( $Pp$ , XY), les estimations calculées à partir des données de SCHÖNHERR (1954), SOLLER, *et al.* (1963) et WEBER (1969) du paramètre  $b\beta_2$ <sup>(1)</sup> qui représente la fréquence des atteintes bilatérales chez les mâles  $Pp$  — c'est-à-dire la proportion de boucs totalement stériles parmi les boucs  $PP$  — sont respectivement de 0,33 - 0,79 et 0,52.

En déterminant avec plus de rigueur le type sexuel des mâles stériles et à partir de données plus nombreuses que par le passé, la présente étude se propose de donner une meilleure estimée des effets de stérilité totale liés au gène  $P$  dans notre population caprine actuelle.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Trois enquêtes ont été effectuées sur 540 jeunes boucs issus d'accouplements entre parents mottes ou cornus.

*1<sup>re</sup> enquête*, de 1965 à 1971, à la Station de Testage caprin de Moissac et dans la zone du Syndicat caprin de Sainte-Croix-Vallée-Française (Lozère) sur 131 mâles de race *alpine Saanen* ;

*2<sup>e</sup> enquête*, de 1967 à 1971, au domaine expérimental caprin de Galle à Avord (Cher) sur 80 boucs de race *alpine Saanen* et *alpine chamoisée*.

*3<sup>e</sup> enquête*, en 1969 et 1970, dans 13 départements, par 11 moniteurs caprins de l'I. T. O. V. I. C., sur 321 mâles de race *alpine chamoisée*, *alpine Saanen* et *poitevine*.

Les jeunes mâles ont été classés en 3 catégories :

- mâles fertiles d'après le contrôle des saillies ;
- mâles avec testicules normalement développés, mais stériles ;
- mâles avec petits testicules ou pseudo-mâles.

## RÉSULTATS

Le tableau 1 donne la répartition des boucs en fonction du cornage des parents.

Les accouplements entre parents cornus devraient donner uniquement des produits cornus. Toutefois, dans la 3<sup>e</sup> enquête (en ferme), on observe 3 produits sans cornes sur 97 produits contrôlés : ce pourcentage d'erreur étant faible (l'un des 3 produits a d'ailleurs une origine paternelle douteuse) les déclarations des éleveurs peuvent donc être considérées comme acceptables.

<sup>(1)</sup>  $b$  est le coefficient de pénétrance des atteintes épидидymaires chez les mâles  $PP$ ,  $\beta_2$  le coefficient des atteintes bilatérales chez ces mâles (LAUVERGNE, 1969).

TABLEAU I

Répartition des 540 jeunes boucs, des 3 enquêtes, en fonction des types d'accouplements

Cornage des jeunes boucs	Numéro enquête	Types d'accouplements des parents						
		2 parents cornus	1 parent sans cornes × 1 parent cornu		2 parents sans cornes			
			Fertiles	Fertiles	Stériles	Mâles génétiques		Pseudo mâles Stériles
						Fertiles	Stériles	
Sans cornes	1		32	1	62 { 37 dont 7 PP 25 dont 7 PP	9	5	
	2		20	1*		4 + 1*	2	
	3	3	70			39	11	6
	Total	3	122	2	101	24 + 1	13	
Cornus	1	20	19			9		
	2	15	19			1		
	3	94	80			18		
	Total	129	118			28		

\* Il s'agit de 2 boucs stériles présentant l'anomalie chromosomique « fusion centrique ».

## I. — Génotype cornage des boucs stériles

Les accouplements entre parents cornus donnent uniquement des boucs fertiles (132 produits dont 3 sans cornes).

Les accouplements entre un parent sans cornes et l'autre cornu donnent 118 produits cornus tous fertiles et 124 produits sans cornes fertiles, à l'exception de deux.

Ces deux exceptions sont assez particulières pour mériter une explication. Dans un cas, il s'agit d'un bouc élevé en Station de Testage, mais né en ferme et déclaré de père cornu : en fait, nos vérifications montrent que l'origine paternelle de ce bouc est douteuse. Dans l'autre cas, il s'agit d'un bouc indiscutablement hétérozygote et présentant une double épидидymite, mais porteur de l'anomalie chromosomique de fusion centrique (POPESCU, 1971).

Les accouplements entre parents sans cornes (*PP* ou *Pp*) donnent quant à eux : 28 produits cornus, tous fertiles ; 139 produits sans cornes dont 101 mâles fertiles, 24 mâles stériles, 13 pseudo-mâles et un vrai mâle stérile porteur également de la translocation.

À l'exception des 2 mâles porteurs de la « fusion centrique » et du bouc déclaré hétérozygote mais dont l'origine paternelle est douteuse, les mâles anormaux (mâles stériles et pseudo-mâles) s'observent uniquement dans les accouplements entre parents mottes, seuls capables de donner naissance à des produits homozygotes sans cornes *PP*.

2. — *Sexe génétique des produits présentant une anomalie*

*Mâles hypoplasiques ou pseudo-mâles.* — Sur les 13 observés, 3 ont été examinés et se sont révélés de caryotype XX. Nous supposons avec HULOT et BASRUR (1969) qu'ils sont tous des femelles génétiques.

*Mâles stériles.* — Sur les 24 observés, 12 seulement ont été examinés : ils étaient tous de caryotype XY et avaient une épидидymite, l'un d'eux présentant même un spermatozoïde dans le canal déférent (CORTEEL, 1971). Il est peu vraisemblable que les autres soient des femelles génétiques, d'autant plus que les examens antérieurs effectués par BRANDSCH, SOLLER *et al.* et HULOT (cf. HULOT et BASRUR, 1969) sur 19 mâles de ce type ne font apparaître aucun caryotype femelle.

3. — *Pénétrance de l'effet de stérilité chez les boucs PP*

*1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> enquêtes :* parmi les 75 mâles génétiques sans cornes issus des accouplements entre parents sans cornes, on observe 62 fertiles et 13 stériles. Sur les 62 fertiles, 14 sont homozygotes *PP* et 48 hétérozygotes *Pp*. Le coefficient de pénétrance de l'effet de stérilité, soit  $b\beta_2$ , est donc de 0,481 (13/27).

*3<sup>e</sup> enquête :* sur les 50 produits sans cornes issus des accouplements entre parents sans cornes, on observe 39 fertiles et 11 stériles. On ne connaît pas le génotype « cornage » de tous les produits mottes ; aussi, dans un premier temps, devons-nous estimer les limites de variation du coefficient de pénétrance de l'effet de stérilité. Il est au minimum de 0,44 (11/25) si tous les pères sont *PP* et au maximum de 0,65 (11/17) si tous les pères sont *Pp*. En fait, les proportions observées de produits cornus parmi les produits issus des accouplements entre un parent cornu et un parent sans cornes ou entre parents sans cornes, laissent penser que presque tous les parents sans cornes sont *Pp*.

*Ensemble des données :* en acceptant cette dernière hypothèse, et compte tenu du fait que les différences observées ne sont pas significatives, le coefficient de pénétrance moyen calculé sur les 2 enquêtes est alors de 0,55 (24/44).

## DISCUSSION

Comme les 275 produits cornus sont fertiles sans exception, il ne semble donc exister aucun cas de stérilité pathologique, ce qui confirme les examens bactériologiques négatifs — en ce qui concerne notamment les tests de *brucella* — obtenus par CORTEEL *et al.* (1969). La stérilité des boucs est donc bien d'origine génétique.

Confirmant les observations antérieures, on peut dire que les atteintes épидидymaires bilatérales se localisent chez les mâles *PP*, à l'exclusion pratiquement des mâles hétérozygotes *Pp* chez lesquels nous avons détecté, de façon sûre, un seul bouc stérile sur 123 contrôlés. Encore doit-on faire des réserves puisque cet animal était porteur d'une « fusion centrique », anomalie capable de provoquer des atteintes testiculaires chez les ovins comme l'a montré BRUÈRE (1969) dans le cas d'un bélier

*Romney*. En revanche, si cette anomalie n'est responsable d'aucun cas de stérilité chez les boucs, il faut admettre que la pénétrance des atteintes épидидymaires chez les *Pp* n'est pas nulle, ce qui donnerait — au moins provisoirement — une estimation de l'ordre de 1 p. 100 au produit  $a\alpha_1$ , d'après la terminologie de LAUVERGNE (1969). Compte tenu de l'incertitude liée à l'origine de la stérilité des boucs porteurs de l'anomalie chromosomique, nous préférons ne pas en tenir compte dans les calculs.

Le coefficient de pénétrance de l'effet de stérilité totale chez les boucs *PP* ( $b\beta_2$ ) est en moyenne de 0,55. Cette estimation correspond à celle de WEBER (1969), mais elle est très nettement inférieure à celle obtenue par SOLLER *et al.* (1963 et 1969) à partir, il est vrai, de 19 mâles stériles.

Ainsi, 20 p. 100 (24/125) des mâles sans cornes issus des accouplements entre parents sans cornes sont totalement stériles. En fait, il en existe au moins autant qui sont partiellement stériles et dont l'utilisation risque d'entraîner une diminution du taux de réussite et, partant, de la fertilité du troupeau. Il est bon de rappeler à ce sujet les observations de WEBER (1969) : lorsque l'atteinte épидидymaire est unilatérale, elle peut le rester pendant toute la vie du reproducteur ; parfois, cependant, la congestion séminale se développe de l'autre côté l'année suivante, ce qui fait que certains boucs apparaissent stériles à 2 ou 3 ans après avoir été jugés fertiles la 1<sup>re</sup> année. Il y a là également une cause d'erreur possible dans l'estimation des coefficients  $b$  et  $\beta$ .

Puisque parmi les boucs *PP*, certains sont totalement stériles, que d'autres sont partiellement stériles et que le reste a une « prolificité » significativement différente de celle des boucs *Pp* ou cornus avec les mêmes catégories de femelles (RICORDEAU, 1969), il y a tout lieu de penser que tous les mâles *PP* sont affectés à des degrés divers.

Les accouplements entre animaux mottes entraînent donc la production d'une proportion importante de mâles « anormaux ». Cela se traduit par un handicap sélectif difficilement acceptable, par des pertes consécutives à la détection tardive des mâles hypoplasiques ou stériles qu'il a fallu élever inutilement jusqu'à l'âge de la reproduction, par le manque à gagner sur les chèvres restées vides après avoir été saillies par des boucs stériles ou subfertiles. Le problème de la fertilité des mâles, comme celui des femelles <sup>(1)</sup> n'est donc pas uniquement théorique. Il intéresse directement les éleveurs qui souhaitent améliorer la productivité de leur troupeau.

*Reçu pour publication en avril 1972.*

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier : J.-J. LAUVERGNE, qui a apporté beaucoup de soin à la correction de cette note ; les éleveurs qui ont accepté de participer à l'enquête sur la fertilité des jeunes mâles et les moniteurs caprins qui l'ont réalisée : J. CASSAR (37, Sainte-Maure) ; C. DAMIANI (26, PEYRINS) M. LACOMBE (12, Espallion) ; C. LONGUETEAU (71, Saint-Gengoux-Le-National) ; P. LE MENS (48, Sainte Croix-Vallée-Française) ; ROMEFORT S.-P. (17, Surgères) ; de SIMIANE M et TOUSSAINT. G. (79, Melle) ; M<sup>lle</sup> VOLLA (24, COULAURES) et plus particulièrement MAINGOT C. (86, Rouillé).

Nous tenons également à remercier M.M. R. DISSET et J.-P. SIGWALD de l'*Institut technique ovin et caprin*, 149, rue de Bercy, Paris, qui nous ont facilité le recueil des données.

<sup>(1)</sup> Une enquête du Ministère de l'Agriculture (QUÉRÉ, 1970) fait apparaître que seulement 77 p. 100 des chèvres mettent bas et que 16,5 p. 100 des femelles sont réformées par suite de stérilité, respectivement 3, 7, 11, 26 et 28 p. 100 dans les Cévennes, l'Ardèche, l'Indre, le Cher et les Deux-Sèvres.

## SUMMARY

PENETRANCE OF TOTAL STERILITY EFFECT LINKED TO THE POLLED  
GENE P IN HE-GOATS

Investigating 540 young he-goats of the *Alpine Saanen*, *Alpine Chamoisée*, and *Poitevin* breeds from 1965 to 1971, we find that :

- abnormalities of he-goat fertility are solely of genetic origine,
- an estimation of :  $b\beta_2$  total sterility due to obstruction of the epididymis in PP males ranges from 0.42 to 0.62 with a mean value of 0.56.

In practice, this shows that, in breeds, having the polled-gene, matings between polled parents produces at least 20 p. 100 of he-goats which are entirely unsuitable for reproduction.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUÈRE A. N., 1969. Male sterility and an autosomal translocation in *Romney* sheep. *Cytogenetics*, **8**, 209-218.
- CORTEEL J.-L., HULOT Françoise, COURTOT M., ATTAL J., PHILIPPON A., 1969. Examens morphologiques, caryologiques, physiologiques et pathologiques de boucs stériles sans cornes. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **1**, 341-348.
- CORTEEL J.-M., 1971. Examen macroscopique du tractus génital de boucs réputés stériles. (en préparation).
- HULOT F., BASRUR P. K., 1969. La détermination du sexe chromosomique dans l'étude de l'intersexualité associée à l'absence de cornes chez la chèvre d'origine alpine. *Ann. génét. Sél. anim.*, **1**, 403-412.
- LAUVERGNE J.-J., 1969. Progrès des connaissances génétiques sur l'intersexualité associée à l'absence de cornes chez la chèvre d'origine alpine. *Ann. génét. Sél. anim.*, **1**, 403-412.
- POPESCU C. P., 1972. Mode de transmission d'une fusion centrique dans la descendance d'un bouc (*Capra hircus* L.) hétérozygote. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **4**, 355-361.
- QUÉRÉ, 1970. Étude de la structure du cheptel caprin, 1965-1967. *Statistique agricole*, suppl. n° 70, 1-41.
- RICORDEAU G., 1969. Surprolificité des génotypes sans cornes dans les races *alpine Saanen*, *alpine chamoisée* et *poitevine*. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **1**, 391-395.
- SCHÖNHERR S., 1954. *Die Unfuchtbarkeit der Ziegenbocke, ihre Verbreitung, frühertige Erkennung und Bekämpfung*. Vet. med. Diss. Freie Universität, Berlin.
- SOLLER M., LAOR M., BARNEA A., WEISS Y. et AVALON N., 1963. Polledness and infertility in male *Saanen* goats. *J. Hered.*, **54**, 237-240.
- WEBER W., 1969. La stérilité des mâles dans les races caprines suisses sans cornes. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **1**, 379-382.