

## HÉRÉDITÉ DES PENDELOQUES EN RACE SAANEN. DIFFÉRENCES DE FÉCONDITÉ ENTRE LES GÉNOTYPES AVEC ET SANS PENDELOQUES

G. RICORDEAU

avec la collaboration de J. BOUILLON,  
Directeur de la Station de Testage Caprin de MOISSAC (Lozère)  
et de A. LAJOUS, technicien I. N. R. A.

*Station centrale de Génétique animale,  
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas  
Institut national de la Recherche agronomique*

---

### SOMMAIRE

1. L'hypothèse d'un gène dominant simple pour la présence de « pendeloques » (LUSH, 1926) a été vérifiée sur 435 couples mères produits de race *Saanen*.
2. La fréquence du gène sans pendeloques ( $q_n$ ) a été estimée à 0,810 en race *Saanen* ( $n = 736$ ), 0,718 en race *Poitevine* ( $n = 709$ ), 0,638 en race *Alpine chamoisée* ( $n = 1\ 214$ ).
3. Il existe une différence du taux de fécondité (chevreaux nés pour 100 mères ayant mis bas) entre chèvres avec et sans pendeloques possédant le même type de cornage. Cette différence est en moyenne de 13,0 p. 100 en faveur des chèvres avec pendeloques ; elle peut atteindre près de 26 p. 100 entre les chèvres mottes avec pendeloques (en majorité doubles hétérozygotes) et les chèvres cornues sans pendeloques (doubles homozygotes). La différence de fécondité des chèvres avec pendeloques est plus importante dans les bons élevages : + 14,2 p. 100 dans les étables où le taux de fécondité des chèvres adultes est supérieur à 195 p. 100 et + 3,9 p. 100 seulement dans les autres élevages. Cette étude a été réalisée en race *Saanen* sur 736 mises bas (103 en station, 633 en ferme).
4. L'enregistrement systématique du caractère pendeloque dans le cadre du contrôle des performances doit permettre de vérifier en partie les déclarations de saillie et surtout de différencier les homozygotes parmi les chèvres avec pendeloques.

---

Les pendeloques (on dit également barbes ou sonnettes) sont des formations cutanées situées sous le cou et assez fréquentes dans l'espèce caprine. Elles sont décrites depuis longtemps : MOUQUET (1895), KOCH, FISCHER et SCHUMANN (1957). Après BLANC (1897), MYCZKOWSKI (1960) a précisé l'aspect anatomique : les pendeloques comprennent un revêtement cutané, un hypoderme, un axe cartilagineux, des muscles suspenseurs, une vascularisation et une innervation qui est souvent différente pour les 2 appendices. Elles existent également chez le mouton et le porc.

Dans l'espèce caprine, elles sont présentes avec une fréquence variable dans les différentes races et il est bien difficile de dire si c'est la présence ou l'absence de pendeloques qui constitue le caractère normal ou sauvage. La première étude génétique est celle de LUSH (1926) à partir de données récoltées dans la Station expérimentale du Texas sur des chèvres mexicaines et des boucs de race *Toggenbourg*. Cet auteur a montré que la présence de pendeloques était sous la dépendance d'un gène dominant autosomal indépendant du gène cornage. ADDINGTON et CUNNINGHAM (1935) obtiennent des résultats qui s'accordent bien avec cette hypothèse, sauf en ce qui concerne les accouplements entre animaux hétérozygotes. ASDELL et SMITH (1928) quant à eux, enregistrent des exceptions qui les amènent à penser que l'hérédité des pendeloques est plus compliquée. Il est vrai que ces deux auteurs interprètent, non pas des observations personnelles, mais des données du *Herd-Book (British Goat Society)* qui correspondent aux déclarations des éleveurs et qui sont par ailleurs peu nombreuses.

L'hypothèse de LUSH ne semble donc pas totalement vérifiée dans l'espèce caprine. A l'aide de données obtenues en race *Saanen*, il nous a été possible de réexaminer le déterminisme héréditaire des pendeloques et d'étudier si, à l'instar du gène pour l'absence de cornes, le gène déterminant la présence de pendeloques influençait certaines performances zootechniques en particulier la fécondité.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude a été effectuée d'après les données enregistrées à la Station de Testage Caprin (Moissac, en Lozère) et dans les élevages inscrits au contrôle laitier. La population caprine est constituée de chèvres issues d'accouplements avec des boucs *Saanen* de race pure, originaires de Saare, dont l'utilisation dans la région remonte à 1958.

Au total, nous disposons de 736 chèvres contrôlées dans 34 élevages. L'étude relative à l'hérédité, concerne 22 boucs et 435 couples mères-produits :

— 212 couples d'observations faites en station sur 141 chèvres et sur la totalité des produits nés (soit 141 mères et 212 produits) ;

— 223 couples d'observations faites sur des chevrettes achetées à 1 mois par la Station et sur leurs mères contrôlées en ferme (soit 223 mères et 223 produits).

La forme et la position des pendeloques sont très variables. Certains animaux n'en possèdent qu'une ce qui semble assez rare : sur l'ensemble des observations, nous avons enregistré 10 cas de ce type dont 2 chevrettes nées de mère avec 2 pendeloques dissemblables (une longue et une petite) et 1 chevrete née de mère avec 2 pendeloques très courtes. Dans cette étude, nous n'avons pas fait de distinction entre les animaux possédant 1 ou 2 pendeloques.

Dans les espèces ovines et porcines (SERRA, 1948), les auteurs ont appelé W ou Wt le gène conditionnant la présence de pendeloques (en anglais, *wattles*). Ce choix est impropre car W et Wt désignent déjà chez la souris des *loci* de couleur. La terminologie génétique des *loci* de la chèvre étant encore pratiquement inexistante, nous conserverons cependant cette appellation, en désignant par (w) le phénotype sans pendeloques et par (W) le phénotype avec pendeloques.

## RÉSULTATS

### I — Hérédité des pendeloques en race *Saanen*

Les croisements entre animaux sans pendeloques ne donnent que des descendants sans pendeloques (tabl. 1, accouplement 4). Par contre, lorsque l'on croise des animaux avec pendeloques, entre eux (accouplement 1) ou avec des animaux sans

pendeloques (accouplements 2 et 3), on observe les deux types de descendants. Les 22 mâles à pendeloques utilisés dans les croisements ont pu être testés et se sont avérés hétérozygotes ; par conséquent, accouplés à des femelles sans pendeloques ils devraient donner des descendants des deux types dans le rapport 1/1, c'est ce que l'on vérifie aux erreurs d'échantillonnage près dans les accouplements de type 3.

Quant aux femelles utilisées dans les accouplements 1 et 2 on ne peut savoir individuellement leur génotype et le test de notre hypothèse doit passer par le détour

TABLEAU I

*Présence ou absence de pendeloques parmi les produits issus de différents types d'accouplements*

	Types d'accouplements Pères × Mères	Effectifs observés		Effectifs théoriques $w w$	$\chi^2$
		(W)	$w w$		
1	$W_w \times (W)$	24	7	6,9	0
2	$w w \times (W)$	76	72	66,2	0,5
3	$W_w \times w w$	44	37	40,5	0,3
4	$w w \times w w$	0	175	175,0	

de la génétique de population, en calculant la fréquence du gène au sein de la population des femelles.

Dans le cas de 2 gènes allèles avec dominance (deux phénotypes) et en supposant l'équilibre génétique atteint en panmixie, la fréquence  $q_w$  de l'allèle  $w$  est égale à  $\sqrt{\frac{n}{N}}$ ,  $n$  étant l'effectif des mères sans pendeloques et  $N$  l'effectif total. La variance de cette estimée est  $\sigma_q^2 = \frac{1 - q_w^2}{4N}$  (COTTERMAN, 1954).

Dans notre population de mères d'effectif total 736 nous avons 483 chèvres sans pendeloques, par conséquent  $q_w = 0,810 \pm 0,010$ . La proportion des génotypes  $WW$  est égale à  $(1 - q_w)^2$  soit 3,61 p. 100, ce qui représente 10,50 p. 100 des chèvres phénotypiquement munies de pendeloques (W).

A partir de cette proportion et en supposant que les chèvres  $WW$  et  $W_w$  ont la même fécondité, nous avons estimé l'effectif des produits avec ou sans pendeloques que l'on peut attendre des accouplements de type 1 et 2. L'ajustement des données observées (tabl. I) est bon (1), aussi dans l'ensemble, l'hypothèse de LUSH semble-t-elle parfaitement vérifiée.

Sur un plan plus général, pour estimer  $q_w$  sans faire appel à l'hypothèse de panmixie et en utilisant l'information fournie par les produits des mères, on pourra utiliser la solution du maximum de vraisemblance développée par GROSCLAUDE et OLLIVIER (1963). Cependant, dans notre cas, les mères ne constituent par un échantillon représentatif car elles figurent dans autant de couples qu'elles ont eu de produits.

(1) Cet ajustement serait encore correct pour une fréquence  $q_w$  égale à 0,79 ou à 0,83 ( $q \pm 2\sigma$ ).

## II — Relations entre les pendeloques et la fécondité

Dans une étude génétique sur le cornage (RICORDEAU et LAUVERGNE, 1967) nous montrons, comme SOLLER et KEMPENICH (1964), que la fécondité des chèvres mottes hétérozygotes ( $Pp$ ) est supérieure à celle des chèvres cornues ( $pp$ ). A partir des données obtenues en 1966, sur les chèvres *Saanen* de Lozère, nous avons essayé de voir s'il existait des différences de fécondité en fonction du type de pendeloques. Nous disposions pour cela de 736 animaux :

— 103 chevrettes ayant été élevées et ayant mis bas (à 1 an), en station, dans les mêmes conditions de milieu ;

— 633 chèvres de tous âges ayant mis bas en ferme dans 33 élevages.

TABLEAU 2

## Cornage, pendeloques et fécondité

Cornage	$Pp$		$pp$	
	<i>ww</i>	(W)	<i>ww</i>	(W)
Taux de fécondité				
En station .....	183,7 (90/49)	204,3 (47/23)	154,5 (17/11)	190,0 (38/20)
En ferme .....	172,5 (509/295)	180,6 (260/144)	158,6 (203/128)	177,3 (117/66)
Total .....	174,1	183,8	158,3	180,2
Fréquence des naissances triples				
En station .....	8,2	26,0	0	0
En ferme .....	7,8	17,4	4,7	7,6
Ensemble des chèvres.				
Sans cornes ( $Pp$ ) :	177,3 (906/511)		Avec pendeloques (W) : 182,6 (462/253)	
Cornues ( $pp$ ) :	166,7 (375/225)		Sans pendeloques ( <i>ww</i> ) : 169,6 (819/483)	
Différence	+ 10,6 %		+ 13,0 %	

Le taux de fécondité (chevreaux nés pour 100 mères ayant mis bas) a été calculé (tabl. 2) en tenant compte du type de cornage et du type de pendeloques. On observe la différence de fécondité entre chèvres mottes et cornues (177,3 contre 166,7 p. 100) déjà évoquée, mais on constate également une différence entre chèvres avec et sans pendeloques (182,6 contre 169,6 p. 100, soit 13,0 p. 100). La différence est très sensible entre les chèvres mottes avec pendeloques (en majorité doubles hétérozygotes) et les chèvres cornues sans pendeloques (doubles homozygotes) : 183,8 contre 158,3 p. 100 soit une différence de 25,6 p. 100 du taux moyen de fécondité,

Afin de donner plus de précision à notre comparaison, il est indispensable d'éliminer l'effet du milieu étable et de l'âge. C'est pourquoi nous avons effectué une

comparaison entre chèvres contemporaines, ayant mis bas dans des étables de même niveau et ayant même âge. Compte tenu des effectifs, nous avons constitué 4 catégories d'étables (1) et 4 classes d'âge :

*Catégories.*

1. Étables à taux de fécondité inférieur à 165 p. 100 (7 élevages).
2. Étables à taux de fécondité compris entre 165 et 195 p. 100 (10 élevages).
3. Étables à taux de fécondité supérieur à 195 p. 100 (16 élevages).
4. Station de testage.

*Classes.*

- Chevrettes de 1 an.
- Chèvres de 2 ans.
- Chèvres de 3 ans.
- Chèvres adultes (plus de 3 ans).

Pour chaque comparaison, la différence  $d_i$  doit être pondérée par le coefficient  $w_i$  qui est fonction du nombre de mises bas  $n_1$  et  $n_2$  dans chaque groupe ( $w_i = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$ ).

La différence moyenne  $\bar{d}_i$  est égale à  $\frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i}$  et l'écart-type de cette différence

moyenne est estimée par  $\frac{\sigma}{\sqrt{\sum w_i}}$ , rapport dans lequel  $\sigma^2$  exprime la variance intra-groupe.

Cette variance est difficile à estimer, mais on peut s'en passer pour effectuer le test  $t$  sur les différences  $d_i$ , comme cela est suggéré par NEIMANN-SÖRENSEN et ROBERTSON (1961). En effet, la variance des  $d_i$

$$s_{d_i}^2 = \frac{\sum w_i d_i^2 - \frac{(\sum w_i d_i)^2}{\sum w_i}}{k - 1}$$
 a pour espérance mathématique  $\sigma^2$ .

Or, dans l'hypothèse nulle à tester,  $\frac{\bar{d}}{\sigma/\sqrt{\sum w_i}}$  est une variable normale réduite et  $\frac{s_d}{\sigma}$

est de forme  $\sqrt{\frac{\chi^2}{\nu}}$ .

Par définition le rapport  $t = \frac{\bar{d}\sqrt{\sum w_i}}{\sqrt{\frac{\sum w_i d_i^2 - \frac{(\sum w_i d_i)^2}{\sum w_i}}{k - 1}}}$  est une variable de Student-

Fisher à  $(k - 1)$  degrés de liberté.

(1) Le niveau d'étable a été calculé d'après la fécondité des chèvres adultes. La proportion des animaux sans pendeloques n'est pas systématiquement différente d'une catégorie d'étable à l'autre, soit respectivement 72, 59, 69 et 58 p. 100.

Dans notre cas, les variables de base (nombre de produits par mise bas) ne sont pas distribuées normalement, mais la répartition des  $d_i$  est approximativement normale, aussi le test  $t$  peut être appliqué.

La différence pondérée du taux de fécondité entre chèvres avec et sans pendeloques possédant le même type de cornage est en moyenne de 9,1 p. 100 en faveur des chèvres avec pendeloques : écart significatif au seuil  $P = 0,03$  (test non symétrique) avec  $\sum w_i = 156,9$  (16 différences positives contre 7 négatives). En effectuant les comparaisons par catégories d'étables, on constate que la différence de fécondité est plus faible dans les élevages médiocres que dans les bons élevages : + 3,9 p. 100 dans les catégories 1 et 2 et + 14,2 p. 100 dans les catégories 3 et 4. Il en est d'ailleurs de même pour le cornage : ainsi, la différence moyenne pondérée du taux de fécondité entre chèvres avec et sans cornes possédant le même type de pendeloques est seulement de + 1,4 p. 100 dans les catégories 1 et 2, contre + 21,3 p. 100 dans les élevages des catégories 3 et 4 (soit + 11,4 p. 100 en moyenne avec  $\sum w_i = 145,1$ ). Il semble donc bien que l'influence du génotype cornage ou pendeloque ne se manifeste que si les conditions d'élevage permettent l'obtention d'un bon taux de fécondité.

Pour tester la différence de fécondité entre chèvres avec et sans pendeloques, on pourrait effectuer un  $\chi^2$  de contingence en utilisant à l'intérieur de chaque groupe le nombre de chèvres ayant eu 1 ou plus de 1 produit par mise bas. Mais, du fait des proportions différentes de chèvres avec et sans cornes, avec et sans pendeloques, on dispose d'un nombre d'observations insuffisant à l'intérieur de chaque groupe.

### III — Différences raciales de la fréquence du gène pendeloque

Les pendeloques représentent un caractère auquel les éleveurs n'attachent pratiquement aucune importance et sur lequel ils n'effectuent aucune sélection. En dépit de cela, on observe entre races des différences de fréquence génique. C'est ainsi que

TABLEAU 3  
Fréquence du gène  $w$  dans 3 populations

Nombre de pendeloques	Race Alpine		Race Poitevine (1)
	Chamoisée (1)	Saanen	
0	495	483	365
1	31	11	13
2	654	242	331
	1 214	736	709
$q_w$	0,638	0,810	0,718
$\sigma_q$	0,009	0,010	0,014

(1) Données obtenues auprès du C. E. S. I. P. (Rouillé, Vienne), des Livres généalogiques *Alpin* et *Poitevin* et par sondage auprès des éleveurs.

les pendeloques sont rares dans la race *Angora* (LUSH, 1926), peu fréquentes dans la race *Nubiennne* et fréquentes dans la race *Toggenbourg* (pour ces 3 races, on ne dispose malheureusement pas de données chiffrées).

Nous avons fait quelques observations sur les races exploitées en France. Les résultats inscrits dans le tableau 3 traduisent des différences significatives : la fréquence  $q_w$  est la plus élevée en race *Saanen* (0,810), plus faible dans la race *Chamoisée* (0,638) et intermédiaire en race *Poitevine* (0,718). En race *Chamoisée*, la proportion des homozygotes WW doit atteindre 13,1 p. 100 de tous les animaux, c'est-à-dire 23,2 p. 100 des chèvres (W), soit approximativement 1/4 des animaux avec pendeloques. Ces différences de fréquence entre races semblent correspondre au niveau moyen de fécondité de chaque race, mais là encore nous manquons de données statistiques indiscutables.

### CONCLUSIONS

La pléiotropie des mutants n'est pas un phénomène nouveau (MÉRAT, 1966) mais jusqu'alors on s'en était assez peu soucié en élevage, surtout chez la chèvre : cependant SOLIER et KEMPENICH (1965) ont déjà mis en évidence une différence de fécondité avec les génotypes de cornage. L'influence des génotypes de pendeloques sur ce même caractère zootechnique est à peu près du même ordre, selon nos données. On relève en outre une influence du niveau de productivité de l'étable sur l'avantage sélectif.

Si l'on peut en déduire déjà quelques explications de génétique de population concernant certains équilibres observés, les résultats présentés dans cette étude reposent encore sur un nombre limité d'observations. Pour les vérifier il faut enregistrer systématiquement la présence ou l'absence de pendeloques sur l'ensemble des animaux (et leur descendance) soumis au contrôle des performances dans une région déterminée. Cet enregistrement est possible car il est simple et précis, plus précis que celui du cornage. En effet, les cornes apparaissent plus ou moins tardivement alors que les pendeloques sont toujours présentes à la naissance.

Du point de vue pratique, il est encore prématuré de vouloir utiliser ces résultats pour préconiser certains types d'accouplements. Cependant, la prise en considération du caractère pendeloque permettrait de détecter les boucs WW et d'effectuer un contrôle des déclarations de saillie, surtout en ce qui concerne les accouplements avec des boucs homozygotes dominants (tous les produits portent des pendeloques) ou entre animaux sans pendeloques (tous les produits sont sans pendeloques). On aurait également la possibilité d'utiliser le caractère pendeloque comme « marqueur génétique » afin d'étudier les liaisons éventuelles avec d'autres caractères d'intérêt économique, de suivre l'évolution de la fréquence d'un gène dans une population ou de comparer différentes populations.

*Reçu pour publication en avril 1967.*

### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. LAUVERGNE, MÉRAT et OLLIVIER de leur aide ou de leurs utiles suggestions dans l'élaboration de cette note.

## SUMMARY

INHERITANCE OF WATTLES IN THE « SAANEN » GOAT.  
DIFFERENCES IN FERTILITY BETWEEN THE TWO GENOTYPES

LUSH's hypothesis of a simple dominant gene for the presence of wattles was substantiated with 435 *Saanen* mother-progeny pairs.

The frequency of the no-wattle gene ( $q_w$ ) was estimated 0.810 in *Saanen* goats ( $n = 736$ ), 0.718 in *Poitevine* goats ( $n = 709$ ) and 0.638 in *Alpine* goats.

Fertility rates (born kids per cent kiddings) of wattled and not wattled horned goats are different. Fertility rate of wattled goats was on average 13.0 per cent superior. The difference can reach 26 per cent between polled goats with wattles (double heterozygotes in majority) and horned goats without wattles (double homozygotes). It is greater in good herds (14.2 per cent in 195 per cent fertile herds, versus 3.9 per cent in less fertile herds). This investigation was carried out on 736 kiddings (103 in the progeny -testing station and 633 in farms).

The systematic record of wattles characteristics should allow partly to control mating declarations and mostly to distinguish homozygotes among wattles goats.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADDINGTON L. H., CUNNINGHAM O. C., 1935. Milk goat breeding. *Agric. Exp. St. New Mexico*, Bull. n° 229.
- ASDELL S. A., BUCHANAN-SMITH A. D. B., 1928. Inheritance of color, beard, tassels and horns in the goat. *J. Hered.*, **19**, 425-430.
- BLANC L., 1897. Les pendeloques et le canal du soyon. *J. Anat. Physiol., Paris*, **33**, 283-302.
- COTTERMAN C. W., 1954. Estimation of gene frequencies in nonexperimental populations. In KEMPTHORNE O., BANCROFT T. A., GOWEN J. W., LUSH J. L., *Statistics and Mathematics in Biology*, 449-465, Iowa State College Press, Ames.
- GROSCLAUDE F., OLLIVIER L., 1963. Note sur une estimation de fréquence génique dans une étude de groupes sanguins. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **3**, 427-432.
- KOCH P., FISCHER H., SCHUMANN H., 1957. *Erbpathologie der Landwirtschaftlichen Haustiere*, 254-255, Paul Parey, Berlin.
- LUSH J. L., 1926. Inheritance of horns, wattles, and color in grade *Toggenburg* Goats. *J. Hered.*, **17**, 73-91.
- MYCZKOWSKI K., 1960. Développement et morphologie des appendices cutanés du cou chez les animaux domestiques (en polonais). *Zesz. nauk. wysz. Szk. roln. Wrocławiu-Série Weterynaria*, **7**, 77-98.
- MOUQUET M., 1895. Sur les pendeloques. *Bull. Soc. Centr. Méd. Vét.*, **49**, 241-244.
- MÉRAT P., 1966. *Contribution à l'étude de la valeur sélective associée à quelques gènes de la poule domestique*. Thèse Fac. Sci., Paris.
- NEIMANN-SORENSEN A., ROBERTSON A., 1961. The association between blood groups and several production characteristics in three *Danish* Cattle breeds. *Acta Agr. Scand.*, **11**, 183-196.
- RICORDEAU G., LAUVERGNE J. J., 1967. Héritéité du cornage et de l'intersexualité dans la race *Saanen* élevée en France (non publié).
- SERRA J. A., 1948. Génétique du mouton. Mise au point critique. *Publ. Junta Pecuar.* Lisboa (série A), n° 1, 91-92.
- SOLLER M., KEMPENICH O., 1964. Polledness and litter size in *Saanen* goats. *J. Hered.*, **55**, 301-304.