

# Variabilité génétique de l'âge à la puberté chez la génisse Charolaise et relation avec la vitesse de croissance

MM. MIALON (1), G. RENAND (1), D. KRAUSS (2), F. MENISSIER (1)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas cedex

(2) INRA, Domaine de Galles, 18520 Avord

**RESUME.** – Dans un troupeau expérimental de 357 génisses Charolaises, l'âge à la puberté a été estimé par 2 détections quotidiennes des comportements de chaleurs et par 2 dosages mensuels de progestérone plasmatique entre les âges de 10 et 20 mois. Les âges moyens aux premières chaleurs et au premier dosage positif de progestérone sont respectivement de 426 et 445 jours avec une variabilité importante entre femelles. Ces âges sont fortement influencés par des facteurs de milieu tels que l'année ou la saison de naissance. Cette variabilité a également une composante génétique non négligeable qui se traduit par une héritabilité de 0,34 pour l'âge aux premières chaleurs et 0,27 pour l'âge au premier dosage positif de progestérone. La relation génétique est forte ( $r_g = 0,94$ ) entre ces 2 âges. Une relation favorable d'origine à la fois génétique et environnementale existe entre la vitesse de croissance de la génisse et son âge à la puberté. Les génisses à fort potentiel de croissance ont également une bonne capacité à avoir une puberté précoce.

## Genetic variability of age at puberty in Charolais heifers and relationship with growth rate

MM. MIALON (1), G. RENAND (1), D. KRAUSS (2), F. MENISSIER (1)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas cedex

**SUMMARY.** – In an experimental Charolais herd of 357 heifers, the establishment of puberty was described through twice monthly blood progesterone assays and twice daily oestrus observations between 10 and 20 months of age. Mean ages at first oestrus and at first positive progesterone were 426 and 445 days respectively with an important variability among heifers. These ages were highly influenced by environmental factors like the year or the season of birth. This variability had also a significant genetic component. Estimates of heritability were .34 for the age at first observed oestrus and .27 for the age at first positive progesterone assay. The genetic correlation between these two ages was tight ( $r_g = .94$ ). Favourable genetic and environmental relations existed between age at puberty and growth rate of the heifers. Heifers with a high genetic potential for growth had also a high potential for an early puberty.

## INTRODUCTION

La réduction des coûts de production des veaux sevrés constitue un objectif primordial pour l'éleveur - naisseur dans un contexte de moindre intensification des systèmes de production de viande bovine. Cette réduction des coûts passe principalement par une bonne maîtrise de la reproduction. Les programmes de sélection doivent donc intégrer à la fois la productivité numérique des femelles en veaux sevrés, en particulier leur aptitude à la reproduction, et les aptitudes bouchères, ces dernières déterminant directement le revenu des engraisseurs. Pour une efficacité optimale d'une sélection sur les différents caractères d'intérêt, il est nécessaire de bien connaître la variabilité génétique des caractères et la nature des relations entre caractères. C'est l'un des objectifs principaux de l'expérience « Vachotron 2 » conduite à l'INRA en race bovine Charolaise.

Le dispositif expérimental permet de décomposer l'aptitude globale à la reproduction en ses trois composantes biologiques : précocité, fertilité et durée du repos ovarien après vêlage qui vont conditionner le nombre de veaux produits pendant la carrière reproductive de la vache. Il permet également de mettre en relation cette aptitude à la reproduction avec les autres caractéristiques des femelles telles que leur vitesse de croissance, leur production laitière, ...

Notre propos, ici, est de décrire la variabilité de l'âge à la puberté et la relation entre cet âge et la vitesse de croissance des génisses Charolaises.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. MATÉRIEL ANIMAL ET CONTRÔLE

Cette étude de l'âge à la puberté a porté sur 357 génisses Charolaises nées entre 1988 et 1994 au domaine INRA de Bourges. A partir du sevrage à l'âge de 32 semaines, les génisses sont conduites toute l'année en stabulation libre par lots de 16 et reçoivent une alimentation à base de fourrages grossiers assurant une croissance de 580 g/j pendant la première année post sevrage. Les contrôles en vue d'estimer l'âge à la puberté sont pratiqués entre les âges de 10 et 20 mois. Il s'agit de deux détections quotidiennes des comportements de chaleurs à l'aide d'un taureau vasectomisé et de deux dosages radio-immunologiques mensuels (à 10 jours d'intervalle) de progestérone plasmatique (Terqui et Thimonier, 1974) servant d'indicateurs de l'activité ovarienne. Le protocole de prélèvements fait alterner des intervalles de 10 et 20 jours entre 2 dosages successifs. Ces 2 types de contrôles nous fournissent 2 estimations de l'âge à la maturité sexuelle : l'âge aux 1ères chaleurs observées et l'âge au 1er dosage positif de progestérone. Parallèlement, les femelles sont caractérisées pour leur croissance par des pesées mensuelles. Dans cette étude nous retiendrons 3 poids (poids au sevrage, à 12 mois et à 54 mois considéré ici comme poids à l'âge adulte), 2 gains moyens quotidiens (GMQ entre naissance et sevrage et GMQ entre sevrage et 12 mois) et le degré de maturité pondérale à 12 mois. Ce degré de maturité est exprimé comme la proportion du poids à 54 mois atteinte à 12 mois.

### 1.2. MÉTHODES D'ANALYSE

Les composantes de variance des caractères ont été estimées par la méthode du REML (Restricted Estimation Maximum Likelihood) avec un modèle animal multicaractère à l'aide du logiciel VCE (Groeneveld, 1997). Les effets fixes pris en compte dans ce modèle sont : l'année de naissance (7 niveaux), la saison de naissance (6 périodes de mi-janvier à mi-avril), l'âge de la mère (3 classes : 3-4, 5-6 et 7 ans et +) et le type de naissance (simple ou gemellaire). L'individu est le seul effet aléatoire pris en compte pour la plupart des variables. Pour les caractères poids au sevrage et GMQ naissance sevrage, nous avons inclus l'effet aléatoire de l'environnement maternel. De plus, pour ces 2 caractères nous avons pris en compte les per-

formances des 1/2 frères des génisses afin d'augmenter la précision des estimations.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. DESCRIPTION DE L'ÂGE À LA PUBERTÉ (TABLEAU 1)

Dans ce troupeau expérimental, nous avons constaté qu'à l'âge de 15 mois, 72 % des génisses avaient manifesté des chaleurs et 55 % avaient eu un dosage positif de progestérone. Les génisses ayant présenté les 2 manifestations avant 15 mois représentent 52 % du troupeau et peuvent être considérées comme pubères. Les 1ères chaleurs sont détectées en moyenne à 14 mois et le premier dosage positif 19 jours plus tard. Cet écart entre les deux événements ne peut être que partiellement expliqué par le rythme de dosage de la progestérone (2 dosages par mois) qui peut laisser inaperçues certaines ovulations. Bien que mesuré dans un milieu contrôlé, l'âge à la puberté présente une variabilité importante entre femelles.

Tableau 1 : Caractéristiques des génisses étudiées

	n	Moy. $\pm$ $\sigma_p$
Age aux 1 <sup>ères</sup> chaleurs (j)	347	426 $\pm$ 42
Age au 1 <sup>er</sup> dosage positif (j)	335	445 $\pm$ 43
Poids au sevrage (kg)	356	275 $\pm$ 26
Poids à 12 mois (kg)	356	365 $\pm$ 34
Poids à 54 mois (kg)	299	694 $\pm$ 60
GMQ naissance - sevrage (g/j)	355	1019 $\pm$ 112
GMQ sevrage - 12 mois (g/j)	354	631 $\pm$ 120
Maturité pondérale à 12 mois	298	0,53 $\pm$ 0,04

$\sigma_p$  = écart type phénotypique des variables corrigées pour les effets de milieu identifiés

Dans une étude précédente (Mialon et al., 1998) nous avons identifié des facteurs de milieu ayant une influence sur l'âge à la puberté. Certains de ces facteurs, tels que l'année, semblent influencer l'âge à la puberté au travers d'un effet sur la croissance : la puberté est en moyenne plus précoce les années les plus favorables à la croissance. Par contre, d'autres facteurs, tels que la période de naissance, agissent indépendamment de la croissance : une naissance en période hivernale se traduit par une apparition plus tardive des 1ères chaleurs par rapport à une naissance au printemps, sans affecter pour autant la vitesse de croissance de la génisse. Une fois pris en compte ces facteurs de milieu, il reste une variabilité individuelle importante de l'âge à la puberté.

### 2.2. HÉRITABILITÉ DE L'ÂGE À LA PUBERTÉ (TABLEAU 2)

Les estimations d'héritabilité de l'âge aux 1ères chaleurs (0,34) et de l'âge au 1er dosage positif de progestérone (0,27) sont relativement élevées pour des caractères de reproduction. Ces estimations sont conformes à celles présentées dans la littérature où l'âge à la puberté n'est généralement estimé que par l'âge aux 1ères chaleurs ( $h^2 = 0,40$  en moyenne). Hormis l'estimation de Sapa et al. (1990) obtenue à partir de données contrôlées sur des génisses charolaises, toutes les autres estimations (Morris et al., 1986 ; revue de Martin et al., 1992 ; Gregory et al., 1995) concernent des races anglo-saxonnes. Andersen et al (1991) ont estimé l'âge à la puberté par une notation du développement de l'appareil reproducteur (cornes utérines + ovaires) dans différentes races anglo-saxonnes. Par cette approche, le caractère mesuré présente également une héritabilité relativement élevée de 0,32. Dans notre étude, nous disposons de deux critères d'appréciation de l'âge à la puberté : une information comportementale et une mesure physiologique. L'étude de la relation entre ces deux critères nous montre une relation phénotypique assez forte ( $r_p = +0,64$ ) et une relation génétique très élevée

( $r_g = +0,94$ ). Il s'agit en fait de deux caractères génétiquement très proches, mais qui sont influencés de façon différente par certains facteurs de milieu ( $r_E = + 0,53$ ).

**Tableau 2 : Paramètres génétiques estimés**

	Héritabilité	Corrélations avec âge 1 <sup>er</sup> dosage positif	
âge aux 1 <sup>ères</sup> chaleurs	0,34 ± 0,09 *	$r_g$ 0,94 ± 0,10 *	$r_p$ 0,64
âge au 1 <sup>er</sup> dosage positif	0,27 ± 0,08 *	$r_E$ 0,53	

\* erreur standard de l'estimée

### 2.3. RELATION ENTRE ÂGE À LA PUBERTÉ ET VITESSE DE CROISSANCE DES GÉNISSES (TABLEAU 3)

Nous avons précédemment décrit (Mialon et al., 1998) la forte incidence de la vitesse de croissance jusqu'à 1 an sur le statut des génisses à 15 mois (pubères ou non pubères). Des différences importantes et significatives de poids au sevrage (- 17 kg) et à 1 an (-26 kg) ont été mesurées entre génisses pré-pubères et pubères à 15 mois. De même, l'étude phénotypique de la relation entre vitesse de croissance pendant la première année et âge à la puberté a montré une relation favorable : les génisses à plus forte vitesse de croissance ont tendance à être plus jeunes à leurs 1<sup>ères</sup> chaleurs observées et à leur 1<sup>er</sup> dosage positif. La présente étude nous montre que cette relation est favorable du fait de relations génétique et environnementale favorables.

D'un point de vue environnemental, les facteurs de milieu non identifiés qui agissent favorablement sur la croissance favorisent aussi une puberté plus précoce ( $r_E = -0,07$  à  $-0,39$ ). Les génisses qui ont un meilleur potentiel génétique pour la croissance jusqu'à 12 mois ont également un meilleur potentiel pour une puberté précoce. La relation est un peu plus marquée quand il s'agit de l'âge au 1<sup>er</sup> dosage positif de progestérone ( $r_g = -0,34$  à  $-0,56$ ) par rapport aux 1<sup>ères</sup> chaleurs ( $r_g = -0,25$  à  $-0,42$ ). Ces résultats sont cohérents avec ceux présentés dans la plupart des travaux étudiant la relation âge à la puberté, vitesse de croissance jusqu'à 1 an (Smith et al., 1976 ; Werre et Brinks, 1986 ; Smith et al., 1989 ; Gregory et al., 1995). Des expériences de sélection portant sur le poids au sevrage, à 1 an ou à 18 mois n'ont pas mis en évidence d'effet détériorateur sur l'âge à la puberté de telles sélections et voire même un effet positif (Wolfe et al., 1990 ; Morris et al., 1992), ce qui confirme cette relation génétique plutôt favorable entre potentiel de croissance des génisses et précocité sexuelle.

Le développement corporel pendant le jeune âge peut être apprécié par la mesure du ratio entre le poids vif à un âge donné et le poids adulte. Il est intéressant d'étudier les relations de l'âge à la puberté avec ce ratio ou le poids adulte. La relation génétique avec le poids adulte des femelles apparaît nettement favorable ( $r_g = -0,38$  et  $-0,46$ ). Peu d'estimations de la relation avec le poids adulte nous sont fournies par la littérature : les corrélations génétiques sont faibles ( $-0,20$  ; Smith et al., 1976) voire nulles ( $-0,05$  ; Gregory et al., 1995). La relation plutôt favorable que nous observons est différente de celle obtenue en comparant des races ayant des poids adultes variables, les races les plus légères ayant la puberté la plus précoce (Ménissier et Frisch, 1992 d'après les résultats de Cundiff et al., 1986). Si nous raisonnons en degré de maturité plutôt qu'en poids, nous constatons que la relation génétique entre maturité pondérale à 12 mois et âge à la puberté est nulle dans notre étude. Il apparaît donc que dans notre population de femelles, la relation génétique favorable entre puberté et vitesse de croissance n'est pas liée à une maturité pondérale élevée à un âge précoce mais plutôt à la capacité d'atteindre un poids adulte élevé. Cette absence de relation génétique entre âge à la puberté et degré de maturité à 1 an a également été observée par Gregory et al (1995) alors que pour Smith et al (1976) il existe une relation favorable mais faible. Dans cette dernière étude conduite sur des races anglo-saxonnes, l'âge à la puberté est relié de façon quasi équivalente au degré de maturité pondérale à 12 mois et au poids adulte.

### CONCLUSION

L'amélioration des performances de reproduction est un objectif économique important dans la situation d'un élevage de vaches allaitantes. Cependant, la sélection sur la fertilité des femelles est rendue difficile par la forte influence des facteurs de l'environnement sur ce caractère. L'âge à la puberté est le premier caractère de reproduction mesurable dans la vie de la femelle, ce qui le rend relativement indépendant d'une interaction avec l'expression des autres aptitudes. Nous observons qu'il s'agit d'un caractère relativement héritable et corrélé favorablement à la croissance. Dans une prochaine étape, ces données expérimentales vont nous permettre d'estimer la relation génétique entre âge à la puberté des génisses et niveau ultérieur de reproduction en race Charolaise.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le personnel de l'installation expérimentale de Bourges pour le suivi de l'élevage expérimental et la collecte des nombreuses données et le laboratoire des dosages hormonaux de l'INRA (Nouzilly) pour la réalisation des dosages de progestérone.

**Tableau 3 : Corrélations génétiques, environnementales et phénotypiques entre croissance et âge à la puberté**

		GMQ naissance sevrage	Poids au sevrage	GMQ sevrage - 12 mois	Poids à 12 mois	Maturité à 12 mois	Poids à 54 mois
Age aux 1 <sup>ères</sup> chaleurs	$r_g$	-0,42 ± 0,30	-0,25 ± 0,27	-0,36 ± 0,16	-0,30 ± 0,17	0,02 ± 0,21	-0,38 ± 0,24
	$r_E$	-0,22	-0,20	-0,07	-0,17	-0,35	0,18
	$r_p$	-0,18	-0,15	-0,17	-0,21	-0,18	-0,02
Age au 1 <sup>er</sup> dosage >0 de progestérone	$r_g$	-0,56 ± 0,28	-0,44 ± 0,29	-0,39 ± 0,18	-0,34 ± 0,17	0,05 ± 0,24	-0,46 ± 0,24
	$r_E$	-0,39	-0,33	-0,16	-0,31	-0,31	0,03
	$r_p$	-0,30	-0,25	-0,21	-0,31	-0,16	-0,10

- Andersen K.J., LeFever D.G., Brinks J.S., Odde K.G., 1991.** *Agri-Practice* 12(4), 19-26
- Cundiff L.V., Gregory K.E., Koch R.M., Dickerson G.E., 1986.** In 3<sup>rd</sup> World Cong. Genet. Applied Livestock Prod., Lincoln, 271-282
- Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M. 1995.** *J. Anim. Sci.* 73, 2235-2242
- Groeneveld E., 1997.** Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Mariensee
- Martin L.C., Brinks J.S., Bourdon R.M., Cundiff L.V., 1992.** *J. Anim. Sci.* 70, 4006-4017
- Ménissier F., Frisch J.E., 1992.** In Jarrige R. and Béranger C. (eds), Beef cattle production, Amsterdam, 55-85
- Mialon M.M., Renand G., Krauss D., Ménissier F., 1998.** *Reprod. Nutr. Dev.*, soumis
- Morris C.A., Baker R.L., Bennett G.L., 1986.** Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 46, 71-75
- Morris C.A., Baker R.L., Hunter J.C., 1992.** *Livest. Prod. Sci.*, 30,33-52
- Sapa J., Ménissier F., Renand G., Liboriussen T., Courteix S., Duclaud P.J., 1990.** 41th E.A.A.P., Toulouse, France July 1990
- Smith G.M., Fitzhugh H.A. Jr., Cundiff L.V., Cartwright T.C., Gregory K.E., 1976.** *J. Anim. Sci.* 43(2), 389-395
- Smith B.A., Brinks J.S., Richardson G.V., 1989.** *J. Anim. Sci.* 67, 2886-2891
- Werre J.F., Brinks J.S., 1986.** *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 37, 300-303
- Wolfe M.W., Stumpf T.T., Wolfe P.L., Day M.L., Koch R.M., Kinder J.E., 1990.** *J. Anim. Sci.* 68, 1595-1602