



Amélioration génétique du comportement des vaches Charolaises

Estimation des paramètres génétiques à partir des données collectées en ferme par les éleveurs

Mots-clés : Bovin allaitant, Comportement, Charolais, Héritabilité, Corrélation génétique

Auteurs : Amélie Vallée^{1,2}, Irene Breide², Johan. A. M. van Arendonk², Henk Bovenhuis²

¹ Gènes Diffusion, 3595 route de Tournai, CS70023, 59501 Douai Cedex, France ; ² Animal Breeding and Genomics Centre, Wageningen University, PO Box 338, 6700 AH, Wageningen, Pays-Bas.

* E-mail de l'auteur correspondant : a.vallee@genesdiffusion.com

Il y a un intérêt croissant à inclure le comportement dans l'objectif de sélection des vaches Charolaises. Jusqu'à maintenant, les données sur le comportement en bovin allaitant étaient enregistrées par des pointeurs expérimentés. Cette étude (initialement publiée dans *J. Anim. Sci.* 2015.93:4277–4284. doi:10.2527/jas2015-9292) montre la faisabilité de la sélection sur le comportement des vaches à partir de données issues d'un protocole simple de collecte en ferme par les éleveurs.

Résumé :

Au cours des dernières décennies, la sélection des bovins allaitants n'incluait que des caractères directement liés à la rentabilité, tels que la production, la reproduction, les facilités de naissance, et la contribution maternelle à la croissance du veau. De nos jours, il y a un intérêt à inclure le comportement dans l'objectif de sélection. Le comportement est intéressant car il est associé à la sécurité et à la facilité de travail de l'éleveur. Cette étude a pour objectif d'estimer l'héritabilité et les corrélations génétiques pour des caractères de comportement en Charolais, en utilisant des données issues d'un protocole simple de collecte en ferme. L'agressivité pendant la gestation, dans les jours qui suivent le vêlage, et le comportement maternel ont été enregistrés par les éleveurs, permettant ainsi d'obtenir un nombre important de données. Les trois caractères de comportement sont notés sur une échelle de 1 à 7 pour 5 954 vaches provenant de 380 élevages. Les différences entre les élevages expliquent jusqu'à 23% de la variance phénotypique totale. Cela pourrait s'expliquer par des conduites d'élevage différentes ou par des différences constantes dans l'enregistrement entre éleveurs. L'agressivité dans les jours suivants le vêlage a une héritabilité (0,19) et un coefficient de variation génétique (11%) plus élevés que l'agressivité pendant la gestation ($h^2 = 0.06$ and $CV_a = 4\%$), et que le comportement maternel ($h^2 = 0.02$ and $CV_a = 2\%$). Les corrélations génétiques entre l'agressivité et le comportement maternel sont élevées (de 0,71 à 0,98 en valeurs absolues), indiquant qu'il est difficile d'améliorer simultanément le comportement maternel et de réduire l'agressivité. Les conclusions de cette étude montrent l'opportunité à mettre en place une sélection contre l'agressivité dans les jours qui suivent le vêlage en utilisant un système simple de collecte par l'éleveur.

Abstract: Genetic improvement of behavior of Charolais cows

During the last decades, selection of beef cattle only included traits that were directly associated with profitability, such as production, reproduction, ease at birth and maternal contribution to calf growth. Today, behavior is included in selection objectives. Behavior is interesting since it is linked to safety and the ease of work of the breeder. The objective of this study was to estimate the heritability and genetic correlations for behavior traits in Charolais, using on-farm collected data. Farmers recorded aggressiveness during gestation, during the days following birth of the calf, and maternal behavior, providing a large data set. Three behavior traits were noted on a scale from 1 to 7 for 5 954 cows coming from 380 farms. The differences between farms explained up to 23% of the total phenotypic variance. This may be explained by different farming methods or by constant differences in the data recorded by the farmers. Aggressiveness on the days following birth of calves had a higher heritability (0.19) and genetic variation coefficient (11%) than the maternal behavior during gestation ($h^2 = 0.06$ and $CV_a = 4\%$) and maternal behavior ($h^2 = 0.02$ and $CV_a = 2\%$). The genetic correlations between aggressiveness and maternal behavior were high (from 0.71 to 0.98 absolute values), indicating that it is difficult to simultaneously improve maternal behavior and reduce aggressiveness. In conclusion, this study shows the opportunity for implementing selection against aggressiveness in the days following birth of calves by using a simple system of data collected by the breeder.

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, la sélection des bovins allaitants incluait essentiellement des caractères directement liés à la rentabilité, tels que la production, la reproduction, les facilités de naissance, et la contribution maternelle à la croissance du veau (Phocas *et al.*, 1995 ; Phocas *et al.*, 1998). De nos jours, il y a un intérêt à inclure le comportement des animaux dans la sélection (Forabosco *et al.*, 2007 ; Vargas *et al.*, 2014). L'agressivité est importante car elle est associée à la sécurité de l'éleveur (Le Neindre *et al.*, 2002 ; Turner *et al.*, 2013). Le comportement maternel est associé à la consommation de colostrum, à l'immunité et à la survie du veau (Frisch, 1982 ; Hoppe *et al.*, 2008).

Des études précédentes sur le comportement en bovins allaitants ont utilisé des données précises enregistrées par des pointeurs expérimentés, impliquant un nombre limité de données et donc une précision limitée des estimations

I. MATERIEL ET METHODES

Le *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching* (FASS, 2010) a été suivi lors de la collecte des données sur les animaux.

I.1. Données

Les données ont été enregistrées pour 6 649 vaches, issues de 76 taureaux d'IA (Insémination Artificielle) et de 6 080 mères. Les vaches provenaient de 380 élevages différents, situés dans le nord-est et l'ouest de la France. Le nombre moyen de vaches par cheptel est 18 et le nombre minimum a été fixé à 3. Toutes les vaches d'un même élevage ont été notées par le même éleveur. Chaque vache a été notée une seule fois, entre octobre 2010 et septembre 2011. Trois caractères de comportement (l'agressivité envers l'éleveur pendant la gestation, l'agressivité envers l'éleveur

génétiques (Morris *et al.*, 1994 ; Hoppe *et al.*, 2008 ; Benhajali *et al.*, 2010 ; Schmidt *et al.*, 2014). Une évaluation génétique en ferme de la docilité des veaux a récemment débuté en France, en utilisant des données collectées en élevage par des pointeurs expérimentés (Venot *et al.*, 2015). Un plus grand nombre de données pourrait être obtenu en demandant aux éleveurs de noter leurs animaux. Un système similaire est déjà appliqué avec succès en bovins laitiers pour l'évaluation du tempérament pendant la traite (par exemple, Beard, 1993).

L'objectif de cette étude est d'estimer les héritabilités et les corrélations génétiques pour les caractères de comportement en Charolais. Ces estimations serviront à évaluer les possibilités d'une sélection en utilisant les données collectées en ferme par l'éleveur.

dans les jours qui suivent le vêlage, et le comportement maternel envers le veau) ont été enregistrés par les éleveurs. Les éleveurs ont reçu préalablement les instructions de notation mais n'ont pas suivi de session d'harmonisation de la notation. Les éleveurs ont basé leur notation sur leur expérience lors des manipulations régulières de la vache. Les caractères ont été évalués sur une échelle de 1 à 7, où 7 est la note optimale. L'échelle de notation est décrite dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Echelle de notation des caractères de comportement

Caractère	Echelle
Agressivité pendant la gestation	1 (agressive) à 7 (docile)
Agressivité dans les jours qui suivent le vêlage	1 (agressive) à 7 (docile)
Comportement maternel envers le veau	1 (rejet) à 7 (attentive)

I.2. Analyses statistiques

Un modèle linéaire animal a été utilisé pour l'analyse des données. Les effets fixes inclus dans le modèle sont le rang de vêlage de la vache au moment de la notation (allant de 1 à 12 et où les rangs de vêlage supérieurs ou égaux à 6 ont été regroupés en une classe), et la combinaison entre l'effet de l'année (entre 1997 et 2009) et de la saison de naissance (d'octobre à mars et d'avril à septembre) de la vache (26 classes). L'effet de la période de notation a été testé et est non significatif. Les effets aléatoires sont l'élevage et l'effet génétique additif. La matrice de parenté a été construite avec un minimum de 3 générations d'ascendants.

Pour chaque caractère, une analyse univariée a permis d'estimer l'héritabilité intra-élevage

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2},$$

la proportion de la variance expliquée par l'élevage

$$\% \text{ élevage} = \frac{\sigma_h^2}{\sigma_a^2 + \sigma_h^2 + \sigma_e^2},$$

et le coefficient de variation génétique (Houle, 1992)

$$CV_a = \frac{\sqrt{\sigma_a^2}}{\mu},$$

où σ_a^2 est la variance génétique additive, σ_e^2 est la variance résiduelle, σ_h^2 est la variance de l'élevage, et μ est la moyenne phénotypique.

Les corrélations phénotypiques et génétiques ont été estimées en utilisant des analyses bivariées. Les analyses ont été réalisées en utilisant ASReml (Gilmour *et al.*, 2009).

II. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Statistiques descriptives

La moyenne et l'écart-type pour chaque caractère sont donnés dans le Tableau 2. La moyenne de l'agressivité pendant la gestation (5,74) et de l'agressivité dans les jours qui suivent le vêlage (5,03) sont plus proches de l'optimum (note de 7), comparées au comportement maternel (4,56). L'écart-type de l'agressivité dans les jours qui suivent le

vêlage (1,33) est plus élevé, comparé à l'agressivité pendant la gestation (0,89). Les éleveurs étant amenés à manipuler d'avantage les vaches dans les jours qui suivent le vêlage que durant la gestation, ils pourraient avoir une meilleure connaissance de leur comportement et pourraient ainsi utiliser plus largement l'échelle de notation.

Tableau 2 : Estimations des moyennes, écart-types, variances, héritabilités, et coefficients de variation génétique

Caractère	Moyenne	Ecart type	% élevage ¹	σ_a^2 ²	h^2 ³	CV _a ⁴ (%)
Agres. gestation ⁵	5,47	0,89	23	0,04	0,06 (0,02)	4
Agres. vêlage ⁶	5,03	1,33	19	0,28	0,19 (0,05)	11
Comp. maternel ⁷	4,56	0,89	21	0,01	0,02 (0,01)	2

¹ % élevage = proportion de la variance expliquée par l'élevage.

² σ_a^2 = variance génétique.

³ h^2 : héritabilité intra-élevage. L'erreur standard est entre parenthèses.

⁴ CV_a = coefficient de variation génétique.

⁵ Agres. gestation = agressivité pendant la gestation envers l'éleveur

⁶ Agres. vêlage = agressivité dans les jours qui suivent le vêlage envers l'éleveur

⁷ Comp. maternel = Comportement maternel envers le veau

II.2. Effet de l'élevage

L'effet de l'élevage est substantiel pour les trois caractères (entre 19 et 23 % de la variance totale expliquée) (Tableau 2). Les différences entre élevages pourraient être dues à des différences de logement et de conduite. Plusieurs études ont montré que la durée de pâturage avait un impact sur le comportement des bovins allaitants (Boivin *et al.*, 1994 ; Le Neindre *et al.*, 1995 ; Phocas *et al.*, 2006 ; Hoppe *et al.*, 2008). Les animaux élevés en extérieur ou dans des conditions extensives avec peu de contact humain ont été

identifiés plus agressifs vis-à-vis de l'homme que des animaux élevés en bâtiment ou dans des conditions moins extensives (Boivin *et al.*, 1994 ; Becker and Lobato, 1997). De plus, les caractères de comportement étant enregistrés par les éleveurs, l'effet de l'élevage inclue aussi l'effet lié aux différences de notation entre les éleveurs. Plusieurs études sur le comportement en bovin allaitant ont montré l'effet significatif de la personne réalisant l'observation (Le Neindre *et al.*, 1995 ; Phocas *et al.*, 2006).

II.3. Héritabilités

L'héritabilité est de 0,06 pour l'agressivité durant la gestation, de 0,19 pour l'agressivité dans les jours qui suivent le vêlage, et de 0,02 pour le comportement maternel (Tableau 2). Ces héritabilités sont plus faibles que celles reportées dans la littérature. Cela peut être dû à la méthode subjective de notation utilisée dans l'étude présente et aux conditions en élevage de production. Dans la littérature, les études utilisent des observations objectives telles que le temps de fuite (avec une héritabilité allant jusque $0,23 \pm 0,04$), le nombre de mouvements de fuite (avec une héritabilité allant jusque $0,26 \pm 0,04$) (Phocas *et al.*, 2006), ou le temps passé à lécher le veau (avec une héritabilité allant jusque $0,32 \pm 0,23$) (Le Neindre *et al.*, 2002). De plus, ces études sont réalisées en situation expérimentale ou en situation de station de contrôle où les conditions environnementales sont maîtrisées.

Burrow et Corbet (2000) ont montré que l'héritabilité du comportement lors de la manipulation diminue avec l'habitude de l'animal aux contacts humains. Cette diminution de l'héritabilité avec l'habitude du contact humain affecte probablement nos estimations d'héritabilité. En effet, les vaches de notre étude sont habituées aux manipulations alors que la plupart des études utilisent de jeunes animaux (Benhajali *et al.*, 2010 ; Hoppe *et al.*, 2010).

L'héritabilité plus élevée pour l'agressivité dans les jours qui suivent le vêlage (0,19) que pour l'agressivité pendant la gestation (0,06) peut être liée à une observation du phénotype plus précise. En effet, les éleveurs manipulant d'avantage les vaches dans les jours qui suivent le vêlage que lors de la gestation, ils pourraient avoir une meilleure connaissance de leur comportement et avoir une notation plus précise.

Les effets maternels, s'ils existent, peuvent affecter l'estimation des héritabilités car ils ne sont pas pris en compte dans le modèle. Des effets génétiques maternels pour les caractères de comportement, bien que limités, ont été mis en évidence et les héritabilités maternelles ont des valeurs allant jusqu'à 0,05 (Prayaga and Henshall, 2005 ; Beckman *et al.*, 2007). Dans cette étude, la structure des données ne permet pas d'inclure un effet maternel (environnemental et génétique) dans le modèle. Dans le cas où les effets maternels influenceraient la variabilité des caractères, ils seraient confondus avec l'effet génétique direct, causant ainsi une surestimation de l'héritabilité. Le comportement du veau a été rapporté comme ayant un effet sur le comportement de la mère dans les jours qui suivent le vêlage (Pérez-Torres *et al.*, 2014). De même, ne pas prendre en compte l'effet du veau pourrait causer une surestimation de l'héritabilité.

II.4. Corrélations phénotypiques et génétiques entre les caractères

Les corrélations phénotypiques et génétiques sont présentées dans le Tableau 3. Les corrélations phénotypiques (de 0,11 à 0,52 en valeurs absolues) sont moins élevées que les corrélations génétiques (de 0,71 à 0,98 en valeurs absolues). Une forte corrélation génétique a été trouvée entre le comportement maternel et l'agressivité dans les jours suivants le vêlage (-0,87), et dans une moindre mesure avec l'agressivité durant la gestation (-0,71). Ces estimations suggèrent qu'une plus grande agressivité dans les jours

suivants le vêlage est associée à un meilleur comportement maternel. Ces corrélations génétiques élevées indiquent qu'il est difficile d'améliorer le comportement maternel et de réduire l'agressivité simultanément grâce à la sélection. Cela est en accord avec Morris *et al.* (1994), même si les corrélations observées étaient plus faibles. En revanche, Phocas *et al.* (2006) ont trouvé que l'agressivité était modérément négativement corrélée avec le comportement maternel (-0,19).

Tableau 3 : Corrélations génétiques (au-dessus de la diagonale) et phénotypiques (en-dessous de la diagonale)

Caractère	Agres. gestation ¹	Agres. vêlage ²	Comp. maternel ³
Agres. gestation	-	0,98 (0,03)	-0,71 (0,21)
Agres. vêlage	0,52 (0,01)	-	-0,81 (0,13)
Comp. maternel	-0,11 (0,01)	-0,23 (0,01)	-

¹ Agres. gestation = agressivité pendant la gestation envers l'éleveur

² Agres. vêlage = agressivité dans les jours qui suivent le vêlage envers l'éleveur

³ Comp. maternel = comportement maternel envers le veau

Les erreurs standard sont entre parenthèses.

II.5. Opportunité pour la sélection

L'opportunité d'une amélioration génétique peut être estimée grâce au coefficient de variation génétique. Le coefficient de variation génétique est élevé pour l'agressivité dans les jours qui suivent le vêlage (11%) (Tableau 2), comparativement à un caractère communément sélectionné tel que le poids vif qui a un coefficient de variation de 5% en

Charolais (Mujibi and Crews, 2009; Phocas, 2009). Cependant, l'agressivité pendant la gestation (4%) et le comportement maternel (2%) ont des coefficients de variation génétique plus faibles, indiquant que la sélection pour ces caractères est plus difficile.

CONCLUSION

Cette étude montre qu'il y a une opportunité intéressante de sélectionner le comportement des vaches Charolaises en

utilisant un protocole simple de collecte de données enregistrées en ferme par les éleveurs.

Remerciements :

Cette étude a été financée par Gènes Diffusion. Les auteurs remercient les éleveurs pour leurs efforts dans la collecte des données, ainsi que la contribution de Apis Diffusion, Ain Génétique Service, CECNA, CIA Gènes Diffusion, COOPELIA, COOPEL, et ELVA NOVIA.

Références :

- Beard K. (1993). Genetic evaluation for milking speed, temperament, likability and survival in Australia. Interbull annual meeting Proceedings, Aarhus, Denmark.
- Becker B., Lobato J.F.P. (1997). Effect of gentle handling on the reactivity of zebu crossed calves to humans. Applied Animal Behaviour Science, 53, 219–224.
- Beckman D.W., Enns R.M., Speidel S.E., Brigham B.W., Garrick D.J. (2007). Maternal effects on docility in Limousin cattle. Journal of Animal Science, 85, 650–657.
- Benhajali H., Boivin X., Sapa J., Pellegrini P., Boulesteix P., Lajudie P. (2010). Assessment of different on-farm measures of beef cattle temperament for using genetic evaluation. Journal of Animal Science, 88, 3529–3537.
- Boivin X., Le Neindre P., Garel J.P., Chupin J.M. (1994). Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling. Applied Animal Behaviour Science, 39(2), 115-122.
- Burrow H.M, Corbet N.J. (2000). Genetic and environmental factors affecting temperament of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. Australian Journal of Agricultural Research, 51, 155–162.
- FASS (2010). Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching (Third edition). Federation of Animal Science Societies Champaign, IL, USA
- Forabosco F., Palucci V., Fikse W F. (2007). Selecting traits for international beef evaluations, survey results. Interbull Bulletin 37, p. 168.
- Frisch J.E. (1982). The use of teat-size measurements or calf weaning weight as an aid to selection against teat defects in cattle. Animal Production, 32, 127-133.
- Gilmour A. R., Gogel B. J., Cullis B. R., Thomson R. (2009). ASREML Software Release 3.
- Houle D. (1992). Comparing evolvability and variability of quantitative traits. Genetics, 130, 195–204.

- Hoppe S., Brandt H.R., Erhardt G., Gauly M. (2008). Maternal protective behaviour of German Angus and Simmental beef cattle after parturition and its relation to production traits. *Applied Animal Behaviour Science*, 114, 297–306.
- Hoppe S., Brandt H.R., König S., Erhardt G., Gauly M. (2010). Temperament traits of beef calves measured under field conditions and their relationships to performance. *Journal of Animal Science*, 88, 1982–1989.
- Le Neindre P., Trillat G., Sapa J., Ménéssier F., Bonnet J.N., Chupin J.M. (1995). Individual differences in docility in Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 73, 2249–2253.
- Le Neindre P., Gringnard L., Trillat G., Boissy A., Ménéssier F., Sapa F., Boivin X. (2002). Docile Limousin cows are not poor mothers. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France. p. 59–62.
- Morris C.A., Cullen N.G., Kilgour R., Bremner K.J. (1994). Some genetic factors affecting temperament in *Bos Taurus* cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 37, 167–175.
- Mujibi F.D.N., Crews Jr D.H. (2009). Genetic parameters for calving ease, gestation length, and birth weight in Charolais cattle. *Journal of Animal Science*, 87, 2759–2766.
- Pérez-Torres L., Orihuela A., Corro M., Rubio I., Cohen A., Galina C.S. (2014). Maternal protective behavior of zebu type cattle (*Bos indicus*) and its association with temperament. *Journal of Animal Science*, 92, 4694–4700.
- Phocas F., Colleau J.J., Ménéssier F. (1995). Expected efficiency of selection for growth in a French beef cattle breeding scheme. I. Multistage selection of bulls used in artificial insemination. *Genetics Selection Evolution*, 27, 149–170.
- Phocas F., Bloch C., Chapelle P., Bécherel F., Renand G., Ménéssier F. (1998). Developing a breeding objective for a French purebred beef cattle selection programme. *Livestock Production Science*, 57, 49–65.
- Phocas F., Boivin X., Sapa J., Trillat G., Boissy A., Le Neindre P. (2006). Genetic correlations between temperament and breeding traits in Limousin heifers. *Animal Science*, 82, 805–811.
- Phocas F. (2009). Genetic analysis of breeding traits in a Charolais cattle population segregating an inactive myostatin allele. *Journal of Animal Science*, 87, 1865–1871.
- Prayaga K.C., Henshall J.M. (2005). Adaptability in tropical beef cattle, genetic parameters of growth, adaptive and temperament traits in a crossbred population. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45, 971–983.
- Schmidt S.E., Neuendorff D.A., Riley D.G., Vann R.C., Willard S.T., Welsh Jr. T.H., Randel R.D. (2014). Genetic parameters of three methods of temperament evaluation of Brahman calves. *Journal of Animal Science*, 92, 3082–3087.
- Turner S.P., Jack M.C., Lawrence A.B. (2013). Pre-calving temperament and maternal defensiveness are independent traits but pre-calving fear may impact calf growth. *Journal of Animal Science*, 91, 4417–4425.
- Vargas G., Neves H.H.R., Cardoso V., Munari D.P., Carvalheiro R. (2014). Genetic analysis of feet and legs in Nelore cattle. *10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Proceedings*, Vancouver, Canada.
- Venot E., Guerrier J., Lajudie P., Dufour V., Leudet O., Boivin X., Sapa J., Phocas F. (2015). Mise en place d'une évaluation nationale du comportement des bovins allaitants à partir de données recueillies en ferme. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 22, 107–110.