

Paramètres génétiques du comportement et relations avec les performances zootechniques en race limousine

J. SAPA (1), X. BOIVIN (2), F. PHOCAS (1)

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

(2) INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores, Centre de Theix - 63122 Saint-Genès-Champanelle

RESUME - Depuis 1990, un test de docilité visant à appréhender la réactivité comportementale de l'animal à la manipulation par l'homme est mis en œuvre dans les stations d'évaluation des reproducteurs en race limousine : station d'évaluation sur performances individuelles de Lanaud et station de contrôle sur descendance des filles des taureaux d'IA de Moussours. Au cours de ce test, réalisé après sevrage à l'entrée en station vers l'âge de 9-10 mois, sont recueillies différentes informations relatives à l'activité de l'animal (tentatives de fuites, temps de course), les manifestations d'agressivité et les résultats des tentatives de contrainte sur l'animal. Une note de docilité synthétise l'activité comportementale de l'animal en une seule valeur quantitative. L'étude réalisée implique 3153 mâles et 2781 femelles issues de 102 descendance paternelles. Les valeurs d'héritabilité observées pour la plupart des caractères mesurés sont moyennes et conformes aux résultats rapportés dans la littérature. Les corrélations génétiques estimées entre sexes montrent que les différents caractères comportementaux sont gouvernés par un même pool de gènes chez les mâles et les femelles. Les corrélations génétiques estimées entre critères de comportement mettent en évidence que les animaux agressifs sont aussi ceux qui manifestent le plus de tentatives de fuite, étant sans doute les plus craintifs. Les corrélations génétiques estimées entre comportement et aptitudes maternelles, généralement nulles ou favorables, soulignent que les animaux dociles sont au moins aussi productifs que les animaux plus vifs. Une sélection visant à réduire la réactivité et les manifestations de peur de l'animal lors des contacts avec l'homme contribuerait donc à améliorer les conditions de travail de l'éleveur et le bien-être des animaux, sans nuire à la productivité.

Genetic parameters for temperament and relationships with breeding traits in Limousin cattle

J. SAPA (1), X. BOIVIN (2), F. PHOCAS (1)

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

SUMMARY - Since 1990 a docility test has been set up to assess the behavioural reactivity of the animal to human handling at its entrance in test stations of Limousin bulls: Lanaud, the individual test station, and Moussours, the female progeny test station of AI bulls. The docility test is performed after weaning at about 9 - 10 months of age and different data are collected concerning animal activity (attempts to escape, running times), aggressiveness and handler's attempts to restrain the animal. A synthetic docility score resumes all these temperament traits in a single quantitative value. The present study concerned 3153 males and 2781 females bred by 102 sires. Heritability estimates were moderate and consistent with previous results in the literature. Estimates of genetic correlations between sexes reveal that the different temperament traits were governed by the same pool of genes for males and females. Estimates of genetic correlations between temperament traits show that the aggressive animals were the ones who attempt to escape a lot because they were probably more fearful. Estimates of genetic correlations between temperament traits and maternal traits were close to zero or favourable in general: docile animals were at least as productive as reactive animals. Selection for reducing reactivity and fearfulness of the animal to human contacts would help to improve breeder's working conditions and animal welfare, without reducing productivity.

INTRODUCTION

L'évolution du contexte d'élevage des bovins allaitants, qui se traduit par un accroissement de la taille des troupeaux et une réduction de la main d'œuvre entraînant une diminution du temps consacré aux animaux, réduit l'opportunité de contacts entre l'homme et l'animal. De ce fait, les nécessaires interventions de l'homme lors des manipulations risquent de mettre l'animal en situation de stress avec des répercussions sur la sécurité de l'homme et sur le bien-être et les performances zootechniques de l'animal. Un test dit de "docilité" (Boivin *et al.*, 1992, Le Neindre *et al.*, 1995) a été élaboré afin d'appréhender quantitativement la réponse comportementale de l'animal à la manipulation par l'homme. Ce test a été mis en œuvre en routine en race limousine depuis 1990 dans la station raciale d'évaluation des jeunes reproducteurs mâles (Lanaud) et à la station de contrôle sur descendance des taureaux d'IA pour les qualités maternelles (Moussours). Cette étude a pour objectif d'une part l'estimation des paramètres génétiques de différents critères de comportement mesurés chez les mâles et les femelles et d'autre part l'étude des corrélations génétiques entre ces critères et les aptitudes maternelles des femelles.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LE TEST DE DOCILITE

Le test consiste à isoler un animal d'un groupe de congénères, puis à le conduire dans une case où il reste seul pendant 30 secondes. Un manipulateur pénètre alors dans la case, se tient immobile pendant 30 secondes et tente ensuite, en 2 minutes, de bloquer l'animal dans une zone délimitée de 2 x 2 mètres, située à l'opposé des congénères. Si ce blocage est réussi, le manipulateur essaie alors de caresser l'animal qui doit rester immobile. L'épreuve est interrompue si l'animal manifeste des signes d'agressivité envers l'homme. Les manipulateurs, au nombre de trois ou quatre pour une série de contrôle, effectuent plusieurs séries au cours du temps. Ils sont différents entre stations et spécifiquement formés en vue de la mise en œuvre de ce test. Plusieurs critères relatifs à l'activité de l'animal au cours du test sont recueillis : l'agressivité (AG), indiquant si l'animal menace ou non l'homme, le temps de course (C1) et le nombre de fuites (F1), quand l'animal est seul puis en présence de l'homme immobile (phase 1), le temps de course (C2) et le nombre de fuites (F2) en présence de l'homme actif (phase 2). Le fait de pouvoir bloquer ou

caresser l'animal, ainsi que que le temps mis pour réussir le blocage sont également enregistrés. Une note synthétique de docilité (DO) a été construite à partir d'une Analyse en Composante Principale (ACP) réalisée sur un premier jeu de ces enregistrements (Le Neindre *et al.*, 1995). Elle résume l'activité et les diverses réactions comportementales de l'animal au cours du test. Chaque variable enregistrée lors du test a un poids dans la nouvelle variable synthétique qui dépend de ses coordonnées sur les deux premiers axes de l'ACP. Elle se distribue selon une notation continue allant de 6,5 (animal agressif) à 17 (animal le plus docile).

1.2. LES DONNEES ANALYSEES

1.2.1. Mâles à la station de Lanaud

De 1990 à 1999, 3153 jeunes reproducteurs mâles ont été testés à la station de Lanaud, vers l'âge de 9 mois, 3 semaines environ après leur arrivée. Ils sont issus de 1035 pères et proviennent de 300 élevages différents. Afin de pouvoir corriger pour l'effet de l'élevage d'origine, seuls les animaux provenant d'élevages ayant fourni 3 veaux au moins à la station ont été retenus pour les analyses.

1.2.2. Femelles à la station de Moussours

De 1990 à 2002, 2781 génisses ont été testées à la station de Moussours, vers l'âge de 10 mois, un mois après leur arrivée. Elles sont issues de 102 pères, dont 41 ont également été contrôlés à la station de Lanaud sur la docilité. Concernant les aptitudes maternelles, ces génisses ont également été contrôlées pour la croissance (poids à 1 an - P1-) et la précocité sexuelle (âge au 1^{er} oestrus - AO). Compte tenu d'une sélection réalisée après reproduction, principalement sur des critères de croissance-morphologie ou de fertilité, seules les descendances issues de 83 pères ont été contrôlées pour les autres aptitudes maternelles : fertilité (FE), facilités de vêlage (FV), poids après vêlage (PV), ouverture pelvienne (OP), production laitière par contrôle laitier indirect (PL) et comportement maternel après vêlage (CM) selon une notation allant de 1 - très mauvais - à 5 - très bon -.

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été menées en 3 temps : 1/ estimation des héritabilités et des corrélations génétiques entre sexes pour les principaux critères de comportement, 2/ estimation des corrélations génétiques entre tous ces critères mesurés chez les femelles, 3/ estimation des corrélations génétiques entre critères de comportement et aptitudes maternelles des femelles.

Le modèle de description des performances de docilité inclut les effets fixes du groupe de contemporain (année-saison de naissance), l'origine (troupeau de naissance pour les mâles, région de naissance et système de conduite avant sevrage pour les femelles - broutard ou veau d'étable -), la parité des mères et le manipulateur. Pour les performances zootechniques, les mêmes effets fixes, à l'exception du manipulateur, ont été retenus auxquels ont été rajoutés l'effets du père des veaux pour la fertilité et les données de vêlage, les effets "groupe de contemporains au vêlage" et "sexe du veau" pour les données de vêlage et d'allaitement et l'effet des conditions de vêlage pour les données d'allaitement. L'âge des mères au vêlage a également été introduit comme covariable pour les performances de vêlage et d'allaitement.

Les estimations de composantes de variance ont été réalisées selon la méthode du maximum de vraisemblance restreint (REML - Groeneveld, 1997). Les corrélations entre sexes

pour les critères de comportement ont été estimées à partir de modèles bi-caractères, chaque combinaison critère/sexe étant considérée comme un caractère. Les corrélations entre critères de comportement et aptitudes maternelles ont été estimées par deux modèles multi-caractères associant l'ensemble des performances zootechniques, d'une part à la note synthétique DO et d'autre part aux critères élémentaires AG, C1, C2, F1 et F2.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. RELATIONS ENTRE SEXES

Tableau 1 : performances moyennes brutes, héritabilités et corrélations génétiques entre sexes

Caractère (a)	Moyenne ± SD		Héritabilité ^{rg} (**)		
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	
Docilité (points)	13,0 ± 2,1	13,0 ± 2,1	0,22	0,18	1,00
Agressivité (p.100)	5,0 ± 21,8	5,9 ± 23,6	0,03	0,06	1,00
Course 1 (% durée)	2,4 ± 5,0	5,8 ± 9,1	0,07	0,22	1,00
Course 2 (% durée)	10,8 ± 12,3	15,8 ± 13,7	0,24	0,19	0,92
Fuites 1 (nb/mn)	0,1 ± 0,4	0,4 ± 0,8	0,01	0,07	1,00
Fuites 2 (nb/mn)	0,5 ± 0,8	1,6 ± 1,5	0,15	0,22	0,91

(a) voir texte pour les définitions. (**)^{rg} : corrélations génétiques entre sexes.

2.1.1. Performances moyennes

Bien que présentant une note moyenne de docilité comparable, l'analyse des différents critères d'activité des animaux (course et fuite) met en évidence un écart statistiquement significatif entre sexes, les femelles étant plus réactives que les mâles, ceci quelle que soit la phase du test (tableau 1). Elles sont aussi sensiblement plus agressives. Ceci rejoint les observations rapportées dans la littérature (Voisinet *et al.*, 1997, Lanier *et al.*, 2000, Gauly *et al.*, 2001), mais avec un degré plus accentué dans nos observations qu'il faut sans doute attribuer au mode de conduite des animaux antérieur à l'entrée en station : les mâles, futurs reproducteurs, sont vraisemblablement plus en contact avec l'homme durant leur jeune âge que les femelles entrant à Moussours, issues d'élevages de production où les animaux sont moins manipulés. Le fait également que les mâles les plus agressifs soient éliminés dès leur arrivée à la station, avant contrôle, contribue sans doute aussi à amplifier les écarts entre sexes.

2.1.2. Incidence des effets fixes

Les effets fixes de milieu pris en compte dans les modèles d'analyses (tableau 2) expliquent de 14 à 23 p.100 de la variance totale du modèle chez les mâles. Cette part de variance expliquée par les effets fixes du modèle est plus réduite chez les femelles : de 5 à 12 p.100 (tableau 3). Chez les mâles l'effet du troupeau d'origine est un facteur déterminant d'ajustement des données, expliquant les trois quart de la variance due au modèle pour la plupart des variables analysées. Pour les femelles cet effet n'est pas pris en compte car, pour une descendance donnée, elles sont élevées dans différents troupeaux d'origine dont les effets se compensent en espérance et n'interfèrent donc pas dans la prédiction des valeurs génétiques des taureaux.

Tableau 2 : analyse de variance pour les mâles de Lanaud

Caractère (a)	DO	AG	C1	C2	F1	F2
R ² du modèle	21,6	14,3	16,3	23,4	18,4	22,5
Effet (1) :						
- Groupe de contemporains (n=43)	2,9 *	2,1 *	3,1 *	4,9 *	8,2 *	4,5 *
- Troupeau (n=300)	17,1 *	11,0 -	11,5 *	14,7 *	8,5 -	16,4 *
- Manipulateur (n=24)	1,6 *	1,3 *	1,7 *	3,8 *	1,7 *	1,6 *

(a) voir texte pour les définitions.

(1) part de la variance du modèle expliquée par l'effet considéré.

* : effet significatif au seuil de probabilité de 5 p100.

Tableau 3 : analyse de variance pour les femelles de Moussours

Caractère (a)	DO	AG	C1	C2	F1	F2
R ² du modèle	10,2	5,2	6,9	12,3	5,6	9,1
Effet (1) :						
- Groupe de contemporains (n=65)	5,9 *	3,7 *	4,8 *	8,5 *	3,8 *	5,6 *
- Région d'origine (n=4)	0,5 *	0,2 -	0,3 -	0,4 *	0,5 *	0,5 *
- Parité mère (n=6)	0,5 *	0,4 *	0,4 -	0,6 *	0,3 -	0,2 -
- Système de conduite (n=2)	0,9 *	0,1 -	0,1 -	0,6 *	0,4 *	1,7 *
- Manipulateur (n=21)	2,4 *	0,8	1,3 *	2,2 *	0,6 -	1,1 -

(a) voir texte pour les définitions.

(1) part de la variance du modèle expliquée par l'effet considéré.

* : effet significatif au seuil de probabilité de 5 p100.

Le groupe de contemporains, notamment chez les femelles, reste un facteur de variation important. L'effet manipulateur et les effets zone d'origine, parité des mères et système de conduite pour les femelles ont une incidence plus limitée. Dans la plupart des cas, ces différents effets pris en compte dans les modèles d'analyses sont statistiquement significatifs.

2.1.3. Héritabilités et corrélations génétiques entre sexes

Pour la plupart des caractères analysés, les estimations d'héritabilité (tableau 1) se situent entre 0,15 et 0,24, en cohérence avec les résultats obtenus antérieurement (Le Neindre *et al.*, 1995, Sapa *et al.*, 1997) et les données rapportées dans la littérature (Boissy *et al.*, 2005). Les valeurs plus faibles 0,01 à 0,07 obtenues pour l'agressivité et le nombre de fuites en phase 1 (animal seul ou homme inactif) quel que soit le sexe, rendent compte du caractère discret et de la faible incidence de ces caractères. Les valeurs d'héritabilité sont globalement assez comparables entre sexes, sauf en phase 1 pour le temps de course voire pour le nombre de fuites, du fait de la très faible variabilité observée chez les mâles pendant cette phase pour ces critères. Ces résultats mettent en évidence que la réactivité de l'animal est appréhendée de manière plus discriminante dans la phase de test où l'homme est actif et manipule l'animal (phase 2) et donc doit permettre de mettre en évidence plus efficacement les animaux à problèmes.

Les corrélations génétiques observées entre sexes sont toutes proches de 1 ou égales à 1. On peut donc considérer que le même *pool* de gènes gouverne chez les mâles et les femelles les caractères de comportement contrôlés dans le test de docilité. Cependant, on observe des variances génétiques et phénotypiques plus élevées chez les femelles pour l'ensemble des critères d'activité, ce qui indique une variabilité plus importante de la réactivité des femelles.

2.2. RELATIONS ENTRE CRITERES DE COMPORTEMENT

Tableau 4 : corrélations génétiques entre critères de comportement mesurés chez les femelles

Caractère (a)	AG	C1	C2	F1	F2
Docilité	-0,97	-0,70	-0,90	-0,79	-0,95
Agressivité		0,56	0,74	0,84	0,99
Course 1			0,86	0,73	0,65
Course 2				0,62	0,75
Fuites 1					0,92

(a) voir texte pour les définitions.

Le tableau 4 présente les corrélations génétiques entre critères de comportement mesurés sur les femelles à Moussours. Les corrélations génétiques entre la note de docilité et les différents critères du comportement sont toutes fortes, entre -0,70 et -0,97. Les valeurs les plus élevées sont observées avec l'agressivité et avec les critères d'activité F2 et C2 mesurés durant la phase "homme actif", ce qui découle logiquement des modalités de construction de la note synthétique. L'agressivité est génétiquement très liée aux critères F1 et F2 caractérisant la fuite des animaux et plus particulièrement pour la phase "homme actif" (rg=0,99), alors que la liaison avec les temps de course C1 et C2 est moindre. Les variables mesurant le même type d'activité (course ou fuite), au cours des deux phases du test, sont aussi très liées génétiquement : 0,92 pour les fuites, 0,86 pour les temps de course, signifiant que l'on est sans doute en présence de l'expression du même caractère dans deux situations différentes vis-à-vis de l'homme. En revanche, les critères mesurant les deux types d'activité, course ou fuite, au cours de la même phase du test sont moins corrélés (rg=0,73 et 0,75), indiquant ainsi que l'on est en présence de l'expression de deux caractères associés génétiquement mais différents (corrélations statistiquement différentes de 1). Les tentatives de fuites, plus corrélées à l'agressivité (comportement de défense active de l'animal), pourraient être considérées comme une mesure plus spécifique de la peur de l'animal vis-à-vis de l'homme, alors que la course traduirait d'autres critères biologiques comme par exemple l'activité locomotrice de l'animal.

Tableau 5 : corrélations génétiques entre critères de comportement et aptitudes maternelles mesurées à Moussours

Caractère (a)	PI	PV	AO	FE	FV	OP	CM	PL
Docilité (DO)	0,08	-0,04	-0,32 *	0,55 *	0,13	0,23	0,17	0,07
Agressivité (AG)	-0,18 *	-0,24 *	0,19 *	-0,44 *	-0,25 *	-0,58 *	-0,19 *	-0,20 *
Course 1 (C1)	-0,42 *	-0,37 *	0,03	0,08	-0,22 *	-0,32 *	-0,04	-0,25 *
Course 2 (C2)	-0,24 *	-0,11	0,17	-0,11	-0,20 *	-0,12	0,04	-0,13
Fuites 1 (F1)	-0,24 *	-0,30 *	-0,05	0,22	-0,47 *	-0,38 *	0,05	-0,19 *
Fuites 2 (F2)	-0,12	-0,09	-0,15	0,04	-0,23 *	-0,37 *	-0,25 *	-0,15 *

(a) PI : poids à 1 an, PV : poids après vêlage, AO : âge au 1^{er} oestrus, FE : fertilité, FV : facilités de vêlage, OP : ouverture pelvienne, CM : comportement maternel après vêlage, PL : production laitière.

* corrélations statistiquement différentes de zéro au seuil de signification de 5 %.

2.3. RELATIONS ENTRE CRITERES DE COMPORTEMENT ET APTITUDES MATERNELLES

Les corrélations génétiques obtenues entre la note de docilité et les aptitudes maternelles (tableau 5) montrent une liaison favorable de cette note avec les caractères de reproduction et vêlage, en particulier avec la fertilité ($rg=0,55$) et l'âge au premier oestrus ($rg=-0,32$), ainsi qu'avec le comportement maternel des vaches après vêlage. En revanche, on observe une absence de relations entre la note de docilité et les performances de croissance et d'allaitement. Ceci n'est pas en cohérence avec les relations négatives observées entre AG et ces mêmes performances, ce qui peut s'expliquer par l'existence de relations positives entre critères de DO non analysées ici et aptitudes maternelles. L'absence d'agressivité est génétiquement associée à de meilleures aptitudes zootechniques des femelles quelles qu'elles soient, donc à des femelles plus productives. Il faut aussi souligner que les animaux les plus dociles présentent le meilleur comportement maternel après vêlage. On observe également une relation favorable entre les différents critères du comportement relatifs à l'activité de l'animal (fuites ou course) et les aptitudes maternelles, que ce soit la croissance ($rg=-0,09$ à $-0,42$), l'aptitude au vêlage ($rg=-0,20$ à $-0,47$) ou la production laitière ($rg=-0,13$ à $-0,25$). En particulier, la course en phase 1 est nettement associée à la croissance et les tentatives de fuites à l'aptitude au vêlage. Globalement, les animaux génétiquement les moins actifs sont donc parmi ceux qui ont de bonnes croissance, aptitude au vêlage et production laitière. Concernant les relations entre ces critères et les performances de reproduction, les liaisons observées sont faibles et statistiquement non différentes de zéro. Il semblerait que l'absence de tentatives de fuites soit plutôt associée défavorablement à la précocité sexuelle et à la fertilité, contrairement à ce qui est observé pour la course. Les relations entre comportement maternel après vêlage et critères d'activité de la femelle, fuites ou course, sont nulles à l'exception d'une liaison favorable avec le nombre de fuites en présence de l'homme : les femelles les moins effarouchées ayant un meilleur comportement maternel à la naissance du veau.

Ces résultats confirment les quelques autres rapportés dans la littérature (Gauly *et al.*, 2001, Burrow, 2001) et soulignent que les animaux les moins agressifs et les plus calmes sont aussi parmi ceux qui présentent les meilleures performances zootechniques, tout en ayant un meilleur comportement maternel après vêlage.

CONCLUSION

Les critères mesurant le comportement de l'animal sont héréditaires, que l'on s'intéresse à un critère global comme la note de docilité, ou à ses critères, fuites et course, caractérisant l'activité de l'animal. Il conviendrait toutefois de mieux préciser ce que ces critères recouvrent en terme d'émotivité de l'animal. Les corrélations génétiques observées entre sexes, toutes proches ou égales à 1, permettent de considérer qu'un même *pool* de gènes gouverne ces caractères chez les mâles et les femelles, bien qu'une variabilité phénotypique et génétique plus élevée chez les femelles soit estimée. L'étude des relations avec les performances zootechniques des femelles confirme qu'une sélection en faveur des animaux les moins agressifs et les plus calmes ne va pas à l'encontre de leur productivité. Elle contribuerait à faciliter les opérations de manipulation par l'homme, réduisant les risques inhérents à ces opérations et contribuant au bien-être animal. Il convient maintenant de définir un critère simple et génétiquement variable de mesure de la docilité qui puisse être mis en œuvre dans les conditions d'élevage en ferme. C'est l'objet d'une prochaine expérimentation conduite en ferme en race limousine de 2007 à 2009.

Les auteurs remercient l'UPRA France-Limousin-Sélection, le GIE France-Limousin-Testage et l'Institut de l'Elevage pour leur contribution au recueil des informations.

Boissy A., Fisher A.D., Bouix J., Hinch G.N., Le Neindre P. 2005. *Livest. Prod. Sci.*, 93, 23-32

Boivin X., Le Neindre P., Chupin J.M., Garel J.P., Trillat G. 1992. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 20, 259

Burrow H.M. 2001. *Livest. Prod. Sci.*, 70, 213-233

Gauly M., Mathiak H., Hoffman K., Kraus M., Erhardt G. 2001. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 74, 109-119

Groeneveld, E. 1997. *VCE4 User's Guide and Reference Manual*
Lanier J.L., Grandin T., Green R.D., Avery D., McGee K. 2000. *J. Anim. Sci.*, 78, 1467-1474

Le Neindre P., Trillat G., Sapa J., Menissier F., Bonnet J.N., Chupin J.M. 1995. *J. Anim. Sci.*, 73, 2249-2253

Sapa J., Trillat G., Longy G., Le Neindre P., Ménissier F. 1997. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 203-206

Voisinet B.D., Grandin T., Tatum J.D., O'Connor S.F., Struthers J.J., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 892-896