

# Compétition ou coopération pour la croissance : relations génétiques avec l'agressivité de porcs élevés en groupe

Laurianne CANARIO (1,2), Lotta RYDHMER (1), Rainer ROEHE (3), Nils LUNDEHEIM (1), Alistair LAWRENCE (3), Egbert KNOL (4), Rob BERGSMA (4), Simon TURNER (3)

(1) SUAS, Dept of Animal Breeding and Genetics, Box 7023, S-75007 Uppsala, Suède

(2) INRA, UMR1313, Génétique Animale et Biologie Intégrative, F-78350 Jouy-en-Josas, France

(3) Scottish Agricultural College, Bush Estate, Edinburgh, EH26 0PH, Grande-Bretagne

(4) Institute for Pig Genetics, P.O. Box 43, 6640 AA Beuningen, Pays-Bas

*laurianne.canario@jouy.inra.fr*

## Compétition ou coopération pour la croissance : relations génétiques avec l'agressivité de porcs élevés en groupe

Les interactions sociales entre porcs élevés dans une même loge affectent leurs performances. Nous avons estimé les conséquences génétiques sur le bien-être d'une sélection pour la croissance en faveur des animaux ayant une meilleure performance propre et également un effet bénéfique sur la croissance de leurs partenaires de groupe. Dans un premier temps, l'hypothèse de l'existence d'une situation de coopération entre animaux - corrélation positive entre l'effet génétique direct et l'effet génétique associatif ( $r_{da} > 0$ ) - a été formulée. Les enregistrements de lésions corporelles et de l'agressivité, réalisés sur 96 groupes de porcs d'une population Yorkshire à 10 semaines d'âge, ont été utilisés. Les porcs avec une aptitude génétique à favoriser la croissance de leurs partenaires s'engageaient dans plus de combats dont un des deux protagonistes sortait vainqueur, lors du mélange des animaux. Trois semaines plus tard, ces porcs présentaient plus de lésions à l'arrière du corps (indicatrices de retrait du conflit) et étaient moins fréquemment observés en position debout. Dans ce premier cas de figure, le fait d'intégrer un effet associatif dans le modèle de sélection contribue donc à une mise en place rapide de la hiérarchie sociale entre les animaux. En revanche, si on suppose l'existence d'une compétition entre animaux ( $r_{da} < 0$ ), les porcs avec un effet génétique favorable à la croissance de leurs partenaires développaient plus de lésions à l'arrière du corps dès le mélange et étaient moins actifs. En conclusion, une sélection pour la croissance qui intègre à la fois un effet direct et un effet associatif peut avoir des conséquences différentes sur le comportement social du porc selon la dynamique de groupe.

## Competition or cooperation for growth: genetic relationships with aggressiveness of pigs raised in groups

Social interactions among pigs raised in the same pen affect their individual performance. The genetic consequences on welfare of selection for pigs having a beneficial effect on the growth rate of penmates were estimated. Firstly, a positive correlation between direct and associative effects for growth was assumed ( $r_{da} > 0$ ). Records on 96 groups of 15 Yorkshire pigs formed at 10 wks of age were used. Pigs with a genetic ability to favour the growth of penmates engaged in more fights with a clear issue than other pigs at mixing. Three weeks later, they had more lesions in the rear part of the body (indicators of retreat from a conflict) and were less active. In that situation, integrating an associative effect in the model of selection for growth is likely to induce a rapid establishment of the dominance hierarchy. On the other hand, assuming the existence of negative interactions within the group ( $r_{da} < 0$ ) showed that pigs with a beneficial effect on the growth of penmates developed more rear lesions at mixing and were less active. In conclusion, selection for growth including a group effect has different consequences on pig social behaviour depending on the group dynamics.

## INTRODUCTION

Le mélange de porcs non familiers conduit à des interactions sociales négatives, qui peuvent limiter la croissance du fait de la dépense d'énergie dans les combats (Stookey et Gonyou, 1994). Ces interactions, qui sont le signe d'une instabilité sociale, causent également des lésions corporelles, voire des blessures plus importantes, ce qui compromet le bien-être des animaux sur des périodes de temps plus ou moins longues. Les combats sont en général une étape nécessaire à l'établissement de la hiérarchie, pour favoriser la stabilité ultérieure du groupe par des relations neutres ou d'alliance durables entre ses membres.

Les lésions localisées dans la partie avant du corps sont positivement liées à un niveau élevé de dominance de l'animal. En revanche, les lésions sur l'arrière du corps sont associées à de la soumission : elles se forment lorsque le porc tente d'échapper à une attaque ou cherche à se retirer d'un conflit (Turner et al., 2006). Des interactions sociales moins fortes qui correspondent à des bousculades ne produisant pas de blessures physiques, font référence à des actes d'intimidation. Ces attaques plus subtiles permettent de stabiliser et maintenir les rangs sociaux au sein du groupe.

Chez le porc, l'agressivité a une base génétique et est un caractère répétable (Rydmer et al., 2006). Les paramètres génétiques dans la population étudiée ici ont été estimés par Turner et al. (2009) qui ont proposé que les lésions corporelles soient utilisées dans l'objectif de sélection, comme mesure approchée de l'agressivité. Les deux types de caractères (lésions et agressivité) sont en effet modérément à fortement héréditaires et sont génétiquement liés.

En revanche, les relations génétiques entre agressivité et vitesse de croissance sont peu documentées.

Le niveau d'agressivité lors des mélanges dépend de la limitation des ressources, en termes d'espace et de nourriture disponible pour chaque porc. Il peut contribuer à la part de variation héréditable d'un autre caractère, tel que la vitesse de croissance. Griffing (1967) a montré que, du fait de l'existence d'interactions sociales, le modèle de génétique quantitative traditionnel devait être étendu à un modèle d'interactions. Bijma et al. (2007) ont adapté cette méthode pour l'estimation de paramètres génétiques, en définissant un modèle associatif qui comprend un effet génétique direct et un effet génétique associé aux membres du groupe. L'effet génétique direct correspond à l'effet du génotype de l'individu sur sa propre vitesse de croissance. L'effet génétique associatif correspond à la combinaison des effets des génotypes de ses partenaires de groupe sur la vitesse de croissance de l'individu concerné. Ce modèle a prouvé son utilité potentielle pour la sélection avicole, afin de limiter les conséquences négatives de la compétition sur la survie (Ellen et al., 2008).

Chez le porc, la compétition est moins intense mais les interactions sociales expliqueraient 2/3 de la variation génétique de la croissance selon Bergsma et al. (2008). Le déterminisme génétique de la compétition pour la croissance est associé à de l'agressivité et à des relations de dominance, tandis que la coopération résulte de comportements d'évitement ou d'entraide.

Une structure génétique de coopération pour la croissance a été récemment décrite dans une population néerlandaise (Bergsma et al., 2008), mais Chen et al. (2009) ont montré que la gamme de variation des estimations de corrélation génétique entre effet génétique direct et effet génétique associatif pour la croissance ( $r_{da}$ ) pouvait être large, avec des valeurs négatives, nulles ou positives selon la population étudiée.

**Tableau 1** - Données descriptives des lésions corporelles et des caractères comportementaux

Trait	N	Moyenne (écart type)	Minimum	Maximum
<b>Au moment du mélange (sur 24h)</b>				
Nombre de lésions sur l'avant du corps	1439	19,3 (17,6)	0	113
Nombre de lésions sur l'arrière du corps	1439	5,4 (5,8)	0	41
Nombre de combats débutés	1035	4 (4)	0	35
Nombre de combats remportés	1035	3 (4)	0	27
Nombre de combats perdus	1035	2 (3)	0	18
Durée des combats (min)	1020	5,8 (5,8)	0	34,4
Durée des bousculades (min)	1035	3,1 (4,9)	0	42,3
Nombre de bousculades provoquées	1035	4 (6)	0	66
Nombre de bousculades reçues	1039	4 (3)	0	24
Durée des bousculades provoquées (min)	1020	1,4 (3,3)	0	33,2
Durée des bousculades reçues (min)	1020	0,9 (1,7)	0	32,1
<b>3 semaines après le mélange</b>				
Nombre de lésions sur l'avant du corps	1435	10,3 (5,3)	0	46
Nombre de lésions sur l'arrière du corps	1435	4,5 (3,5)	0	32
Nombre de fois couché	1078	19 (2)	0	24
Nombre de fois debout	1078	5 (2)	0	11

L'objectif de cette étude est d'évaluer les conséquences génétiques de l'utilisation d'un modèle associatif pour la croissance sur l'agressivité des porcs, d'abord lorsqu'ils sont mélangés puis une fois que la hiérarchie au sein du groupe est établie. L'importance de la dynamique de groupe, qu'il s'agisse de compétition ou de coopération entre ses membres, a également été prise en compte.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Animaux et données collectées

Les animaux faisaient partie d'une population suédoise sélectionnée en lignée femelle. La lactation des truies, pendant laquelle elles étaient logées en enclos individuels, durait 5 semaines. Ensuite, les truies étaient retirées de l'enclos où les porcelets continuaient à grandir seuls jusqu'à l'âge de 10 semaines. L'âge au sevrage des animaux étudiés était de 70 jours (écart type = 4,3). Ils étaient alors transférés en bâtiment d'engraissement. Les porcs étaient nourris *ad libitum* dans une auge commune et avaient un accès permanent à l'eau. La superficie au sol (en caillebotis partiel) était de 0,85 m<sup>2</sup> par porc et la température ambiante était de 19,4 °C (écart type = 2,9). Dans le cadre de l'étude, chaque lot d'engraissement comprenait 15 animaux (3 porcs x 5 portées) du même sexe et de la même race. Au total, 96 groupes issus de 14 bandes de mise bas, incluant 750 femelles, 479 mâles entiers et 210 mâles castrés, ont été étudiés. Deux types génétiques ont été considérés: 809 porcs Yorkshire et 630 porcs croisés Landrace x Yorkshire. Ces animaux étaient les descendants de 239 femelles et 82 verrats. Le mélange des animaux se produisait entre 10h et 14h et, autant que possible, permettait le regroupement d'animaux homogènes en poids.

Les données sur la croissance, le comportement d'agressivité et les lésions corporelles ont été enregistrées entre octobre 2005 et janvier 2007. Les détails sur le protocole de mesure sont fournis par Turner et al. (2009). Les porcs ont été pesés individuellement avant le mélange puis à la fin de la période d'engraissement, soit à l'âge de 10 semaines et 85 jours plus tard. Le nombre de lésions corporelles a été enregistré avant le mélange et 24h après. Les lésions étaient comptées séparément, en délimitant de façon fictive une partie avant du corps (tête, cou, épaules et membres antérieurs) et une partie arrière (membres postérieurs, croupe et queue). Approximativement 3 semaines après le mélange, les lésions ont été comptées à nouveau en considérant seulement les blessures fraîches. L'activité des animaux a été enregistrée par vidéo pendant les 24 premières heures après le mélange et à nouveau pendant 24 heures trois semaines plus tard. Les caractères analysés en continu comprenaient le nombre et la durée cumulée des comportements d'agression et d'évitement des partenaires du groupe, en distinguant les combats des bousculades (c'est-à-dire sans morsure visible à la vidéo). L'animal qui débute l'interaction était défini comme celui qui commençait par donner un coup de tête à un autre porc ou par mordre un autre porc. Le vainqueur était identifié lorsque son opposant se retournait pour s'éloigner. Si le combat cessait, sans vainqueur clairement identifié, ou s'il était interrompu par l'intervention d'un troisième porc, l'issue du combat était définie comme manquante. Trois observateurs ont participé à ces analyses, avec une concordance élevée dans leur manière d'analyser

les enregistrements (Turner et al., 2009). L'activité générale trois semaines après le mélange était analysée par un observateur unique (à raison de 1 scan par heure), en considérant les postures debout, assis, couché.

### 1.2. Analyses statistiques

Les données descriptives sont présentées dans le tableau 1. Le nombre de lésions lors du mélange a été calculé comme la différence entre le nombre de lésions après mélange et celui avant mélange et les résultats négatifs ont été remplacés par la valeur 0. Des analyses préliminaires ont montré que la distribution du nombre de lésions et des caractères de comportement était asymétrique. Pour se rapprocher de la normalité, une transformation de type log (x+1) a été appliquée à ces caractères. Le modèle retenu était:

$$y = \mu + \text{direct} + \text{sexe} + \text{tg} + \text{groupe} + \text{poids} + \text{loge} + \text{résidu} \quad (1)$$

où  $y$  est l'observation d'un comportement ou d'un score de lésion sur un individu donné,  $\text{tg}$  est le type génétique, la  $\text{loge}$  est l'effet associé à l'environnement permanent de l'animal, et  $\text{direct}$  représente l'effet génétique direct associé à cet animal. Le  $\text{poids}$  était celui mesuré avant le mélange. Le gain moyen quotidien a été ajusté pour la période allant de 35 kg à 110 kg. Sur les 1439 porcs étudiés, 37 sont morts avant la fin de la période d'engraissement.

Le modèle pour l'analyse de la vitesse de croissance de 35 à 110 kg était:

$$y = \mu + \text{direct} + \text{associatif} + \text{sexe} + \text{tg} + \text{groupe} + \text{poids} + \text{loge} + \text{résidu} \quad (2)$$

où les effets sont définis comme dans le modèle (1) et  $\text{associatif}$  est la somme des effets génétiques associés aux 14 partenaires de groupe de l'individu considéré. Nous avons utilisé des composantes de variance issues de la littérature pour les effets génétiques direct et associatif (Bergsma et al., 2008) car la taille de la population étudiée ici était trop faible pour permettre leur estimation. Les valeurs génétiques de chaque animal ont été estimées avec le logiciel ASReml (Gilmour et al., 2002). Pour les analyses, la corrélation entre l'effet direct et l'effet associatif liés à la vitesse de croissance ( $r_{da}$ ), fixée à 0,20 dans un premier temps, prenait ensuite, dans le cadre d'une analyse de sensibilité, les valeurs suivantes: 0, +/- 0,12, +/- 0,20, +/- 0,29, +/- 0,58.

Les corrélations entre les valeurs génétiques directes (VGD) ou les valeurs génétiques associatives (VGA) liées à la vitesse de croissance et les valeurs génétiques directes (VGD) du comportement et du nombre de lésions, ont été calculées. Leur niveau de signification a été analysé avec le test de Pearson (SAS Institute, 2004).

## 2. RESULTATS

Les corrélations entre les VGA pour la croissance et les VGD des caractères de comportement et lésions corporelles, obtenues sous l'hypothèse d'une corrélation positive entre les effets direct et associatif pour la croissance ( $r_{da} = 0,20$ ) sont faibles à modérées (Tableau 2). Les résultats obtenus avec la VGD pour la croissance ne seront pas décrits ici. D'après les corrélations génétiques, les porcs avec une VGA pour la croissance plus élevée ne différaient pas des autres porcs selon la VGD pour le nombre de lésions corporelles. Il

s'agissait de porcs plus agressifs, qui s'engageaient dans plus de combats. Deux catégories de porcs semblent favorables à la croissance de leurs partenaires: ceux qui remportent plus de combats et ceux qui perdent plus de combats que les autres porcs. Ils avaient aussi une prédisposition génétique pour bousculer les autres porcs au moment du mélange (corrélation positive entre VGA pour la croissance et VGD pour le nombre et la durée des bousculades provoquées). Trois semaines plus tard, ils avaient une prédisposition génétique au développement de lésions sur l'arrière du corps, par rapport aux porcs présentant une plus faible VGA pour la croissance ( $r=0,11$ ). La corrélation génétique entre la VGA pour la croissance et la VGD pour le nombre de fois où l'animal est observé debout, indique que les porcs qui ont un effet favorable sur la croissance de leurs partenaires de groupe, auraient une activité générale plus faible.

**Tableau 2** - Corrélations entre la valeur génétique directe (VGD) ou la valeur génétique associative (VGA) pour la croissance et la VGD pour les nombres de lésions corporelles ou le comportement, sous l'hypothèse  $r_{da}=0,20$

VGD	VGD croissance	VGA croissance
<b>Au moment du mélange (sur 24h)</b>		
Lésions sur l'avant du corps	0,03	-0,03
Lésions sur l'arrière du corps	-0,10***	0,04
Combats débutés	0,11***	0,09**
Combats remportés	0,08**	0,07**
Combats perdus	0,00	0,13***
Durée des combats	0,08**	0,12***
Durée des bousculades	-0,00	0,07**
Bousculades provoquées	0,15***	0,22***
Bousculades subies	-0,22***	0,02
Durée des bousculades provoquées	0,10***	0,14***
Durée des bousculades subies	-0,19***	-0,04
<b>3 semaines après le mélange</b>		
Lésions sur l'avant du corps	0,01	0,05
Lésions sur l'arrière du corps	0,02	0,11***
Nombre de fois couché	-0,18***	-0,00
Nombre de fois debout	0,08**	-0,06*

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$

Les corrélations entre la VGA pour la croissance et les VGD pour le comportement et les scores de lésions corporelles, obtenues avec différentes valeurs de  $r_{da}$  sont décrites sur la figure 1. Elles évoluent selon des valeurs de  $r_{da}$  négatives (compétition) à positives (coopération), et sont faibles à modérées. En situation de compétition ( $r_{da}<0$ ), les porcs avec un plus fort potentiel génétique pour la croissance de leurs partenaires de groupe (plus forte VGA pour la croissance) auraient une VGD équivalente à celle des autres porcs pour les nombres de combats débutés et remportés, et une VGD supérieure pour le développement de lésions sur l'arrière du corps lors du mélange. Ces porcs auraient également un potentiel génétique pour être davantage victimes de bousculades. Trois semaines après le mélange, les porcs avec une VGA supérieure pour la croissance sont moins souvent

observés debout, que la population fonctionne avec des relations de compétition ou de coopération génétique pour la croissance.

### 3. DISCUSSION

Différentes stratégies de dominance sociale peuvent être utilisées selon la taille de la loge, le nombre de porcs, la relation de parenté et le niveau de familiarité entre les animaux qui constituent un groupe. Etant donné que sous le modèle d'association, deux valeurs génétiques doivent être calculées par individu, le nombre de données conditionne d'autant plus la qualité des estimations. La taille de la population était insuffisante pour estimer les paramètres génétiques pour la croissance, et donc vérifier que selon notre hypothèse de départ, cette population fonctionne avec des relations de coopération ( $r_{da}=0,20$ ). Biologiquement, cette hypothèse est justifiée par le fait que les animaux étaient nourris *ad libitum*, et qu'ils avaient été séparés de leur portée et mélangés avec des animaux non familiers, pour la première fois, à l'âge de 10 semaines. Génétiquement, nous nous sommes référés aux résultats de la littérature qui tendent à montrer une absence de compétition, voire de la coopération (Bergsma et al., 2008). Mais Cheng et al. (2009) et Ellen et al. (2009) ont montré que l'estimation de  $r_{da}$  pouvait varier entre populations. Cette limite a suscité l'intérêt d'évaluer si une situation de compétition ( $r_{da} < 0$ ) modifierait beaucoup les résultats. Des études supplémentaires devront tester la stabilité des estimations dans différentes conditions environnementales. De plus, l'étude présentée ici est préliminaire et les résultats seront vérifiés en utilisant un sous jeu de données plus adéquat pour obtenir des estimations robustes à la faible taille du jeu de données.

Une diminution des interactions négatives est attendue après le mélange, en relation avec l'établissement progressif d'une hiérarchie. La sélection directe pour des porcs qui grossissent plus vite favorise leur succès au sein du groupe, car ils sont dominants et expriment plus d'agressivité suite à un mélange. Ils ont une prédisposition génétique à déclencher des combats et bousculer les autres porcs (Tableau 2, corrélations avec VGD croissance). Si la composante associative est prise en compte, et qu'ils sont également sélectionnés pour leur aptitude génétique à favoriser la croissance des autres membres du groupe, ils développent une aptitude au défi, puisque dans près de 50% des cas, le combat cesse sans vainqueur clairement défini (S. Turner, données non publiées). Trois semaines après le mélange, la plupart des relations de hiérarchie sont supposées établies. Nous avons montré que cette situation d'équilibre n'était pas atteinte dans cette population. Ce type de sélection pour la croissance favoriserait les porcs qui encore 3 semaines après le mélange, tentent d'échapper, non sans blessures, aux attaques déclenchées par d'autres porcs. Cette sélection favoriserait aussi les animaux qui passent en général moins de temps debout.

En cas de compétition, l'agressivité des porcs peut s'amplifier lors du mélange. Le moment d'établissement de la hiérarchie pourrait être aussi plus tardif. D'après nos résultats, le recours aux combats lors du mélange pour faciliter ultérieurement la mise en place de la hiérarchie, et

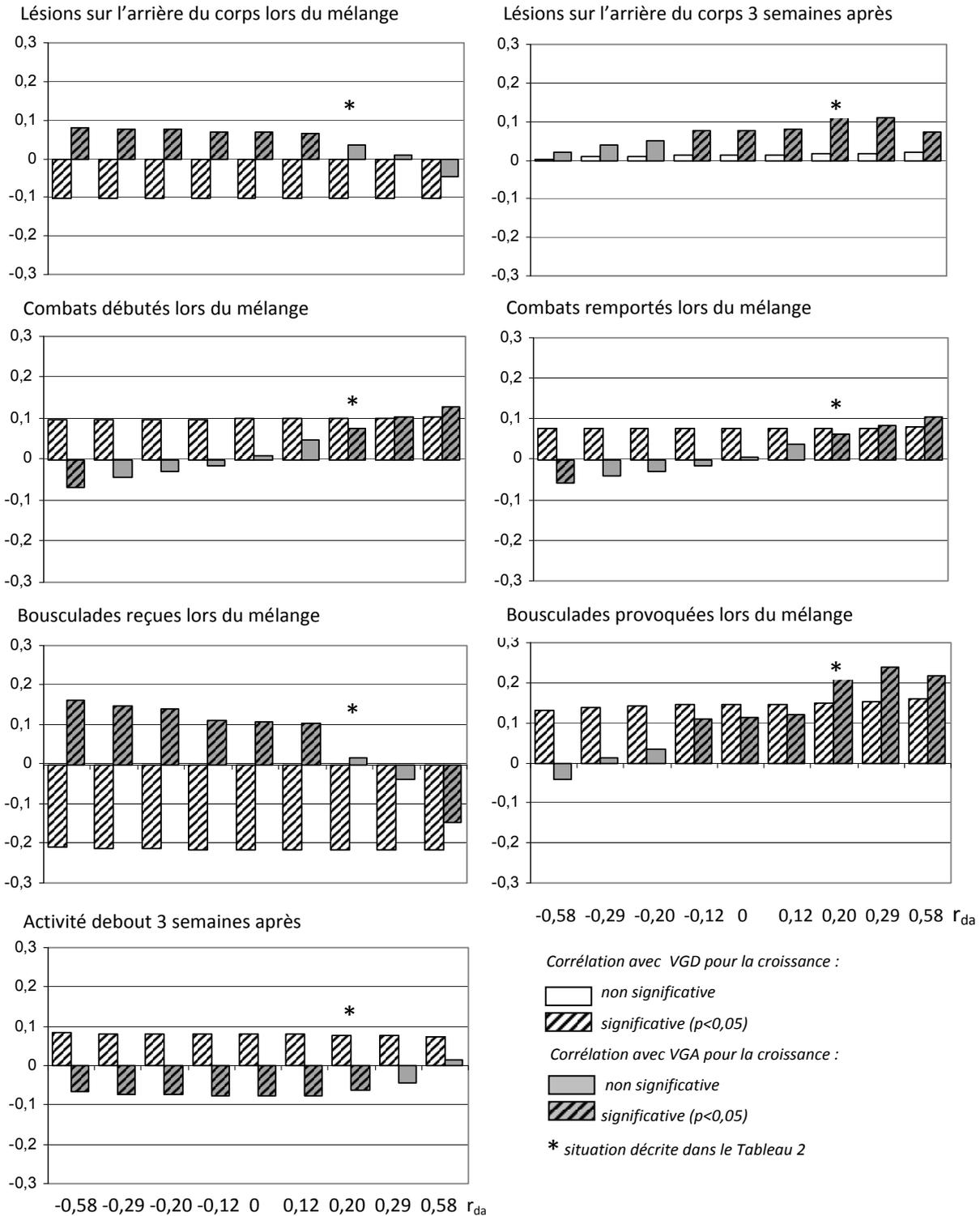
donc la croissance des partenaires de groupe (VGA croissance), est limité tant que la compétition n'est pas trop forte. En revanche, davantage de bousculades et de lésions associées à la tentative d'évitement ou au fait de battre en retraite, sont attendues.

Les porcs qui ont une aptitude génétique pour la croissance des autres porcs seraient donc davantage persécutés par des porcs dominants, mais leur réaction serait de ne pas renchéir et de fuir.

Ce résultat est en accord avec l'hypothèse d'une territorialité amplifiée chez les animaux dominants du groupe en cas de compétition, qui se traduirait par des effets négatifs exacerbés sur les animaux dominés.

Néanmoins, comme en situation de coopération, les porcs à effet favorable sur la croissance de leurs partenaires de groupe deviendraient, par sélection, plus calmes en dehors de la période de mélange.

**Figure 1** - Relations entre la VGD estimées pour les scores de lésions corporelle et le comportement (sur l'axe des ordonnées) et la corrélation génétique des effets direct et associatif pour la croissance (sur l'axe des abscisses,  $r_{da} < 0$  correspond à une situation de compétition et  $r_{da} > 0$  correspond à une situation de coopération)



## CONCLUSION

La sélection pour la croissance contribue à une agressivité accrue des animaux en groupe. Une sélection directe contre l'agressivité est possible (Turner et *al.*, 2009). L'utilisation du modèle d'association permettrait un progrès génétique plus optimal sur la croissance. Mais la dynamique de groupe a son importance. Selon une structure de population classique sans compétition, à taille de groupe moyenne et à densité de logement conforme à la législation sur, son application en sélection favoriserait la production d'animaux provocateurs lors des mélanges, qui s'impliquent dans des combats et bousculades, au risque de les perdre, mais au bénéfice de la mise en place de la hiérarchie au sein du groupe. Ces animaux deviendraient globalement plus calmes, en dehors de ces périodes instables de mélange.

Nous recommandons que d'autres études soient réalisées avant de mettre en œuvre ce type de sélection.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par le 6<sup>ème</sup> PCRT de l'Union Européenne et par le gouvernement écossais.

L. Canario a reçu une bourse du département de Génétique et Production Animale de l'Université des Sciences Agricoles d'Uppsala (Suède) et une bourse de la mission des relations internationales de l'INRA en France.

Nous remercions Quality Genetics, Ulla Schmidt et les membres de l'élevage impliqué, qui ont participé à cette étude, ainsi que Rick D'Eath. Merci à S.H. Ison, M. Farish et M.C. Jack qui ont analysé les enregistrements vidéo.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bergsma R., Kanis E., Knol E.F., Bijma P., 2008. The contribution of social effects to heritable variation in finishing traits of domestic pigs (*Sus scrofa*). *Genetics*, 178, 1559-1570.
- Bijma P., Muir W.M., Ellen E.D., Wolf J.B., van Arendonk J.A.M., 2007. Multilevel selection. 2: Estimating the genetic parameters determining inheritance and response to selection. *Genetics*, 175, 289-299.
- Cheng J., Janssens S., Buys N., 2009. Full sib pens of pigs are not suitable to identify variance component of associative effect: a simulation study using Gibbs Sampling. *BMC Genet.*, 10:9.
- Ellen E.D., Visscher J., van Arendonk J.A.M., Bijma P., 2008. Survival of laying hens: genetic parameters for direct and associative effects in three purebred layer lines. *Poultry Sci.*, 87, 233-239.
- Griffing B., 1967. Selection in reference to biological groups. I. Individual and group selection applied in population of unordered groups. *Aust. J. Biol. Sci.*, 10, 127-139.
- Gilmour A.R., Gogel B.J., Cullis B.R., Welham S.J., Thompson R., 2002. ASReml User Guide Release 1.0. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK, 267 p.
- Rydhmer L., Zamaratskaia G., Anderson H.K., Algers B., Guillemet R., Lundström K., 2006. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agric. Scand., Section A*, 56, 109-119.
- SAS Institute, 2004. Version 9.1 SAS Institute Inc., Cary NC, USA.
- Stookey J.M., Gonyou H.W. 1994. The effects of regrouping on behavioural and production parameters in finishing swine. *J. Anim. Behav. Sci.*, 72, 2804-2811.
- Turner S.P., White I.M.S., Brotherstone S., Farnworth M.J., Knap P.W., Penny P., Mendl M., Lawrence A.B. 2006. Heritability of post-mixing aggressiveness in grower-stage pigs and its relationship with production traits. *Anim Sci.*, 82, 615-620.
- Turner S.P., Roehe R., D'Eath R.B., Ison S.H., Farish M., Jack M.C., Lundeheim N., Rydhmer L., Lawrence A.B., 2009. Genetic validation of post-mixing skin injuries in pigs as an indicator of aggressiveness and the relationship with injuries under more stable social conditions. *J. Anim. Sci.*, 87, 3076-3082.