

# Peut-on sélectionner sur l'homogénéité des poids à la naissance au sein d'une portée ? Résultats préliminaires

H. GARREAU<sup>1</sup>, M. SAN CRISTOBAL<sup>2</sup>, J. HURTAUD<sup>3</sup>, L. BODIN<sup>1</sup>, G. SALEIL<sup>1</sup>, G. BOLET<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

<sup>2</sup>INRA, Laboratoire de Génétique cellulaire, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

<sup>3</sup>Grimaud Frères Sélection, La Corbière, 49450 Roussay, France

**Résumé** - Une expérience de sélection divergente sur l'homogénéité des poids de lapereaux vivants à la naissance a été mise en place à l'élevage expérimental de la SAGA à Auzeville. Les 2 lignées ont été constituées en sélectionnant des reproducteurs au sein de la souche femelle AGP22 de la société Grimaud Frères Sélection, grâce à un nouveau modèle statistique calculant une valeur génétique pour la moyenne et une valeur génétique pour la variabilité environnementale. La différence de valeur d'écart type de poids à la naissance intra portée entre les deux lignées était de l'ordre de 0,7 après une génération de sélection, soit 10 % de la moyenne du caractère. Les mortalités de lapereaux étaient globalement fortes mais significativement plus faibles dans la lignée "homogène" (à faible variabilité de poids naissance) après une génération de sélection. La sélection sur la variabilité des poids a eu peu d'influence sur les autres caractères.

**Abstract** - Can we select on within litter homogeneity in rabbit birth weight? Preliminary results. A divergent selection experiment based on homogeneity of birth weight was carried out at an INRA experimental farm. The two lines have been created by selecting breeding does and bucks from the female strain AGP22 bred at the Grimaud Frères Sélection company. This involved a new model incorporating a genotypic value for the mean and a genotypic value for the environmental variance. There was a favorable selection response with a difference in standard deviation of birth weight between the lines of 0.7 after one generation of selection, that is 10 p.cent of the mean of the trait. The mortality of kittens was generally high but significantly lower in the "homogeneous" line (low variability of birth weight) after one generation of selection. The selection on the homogeneity of birth weight had no significant influence on other traits.

## Introduction

Le poids des lapereaux à la naissance au sein d'une portée varie fortement (Bolet, 1996). Cette hétérogénéité se traduit souvent par des mortalités élevées, liées à la disparition des lapereaux les plus légers (Poignier *et al.*, 2000 ; Perrier *et al.*, 2003 ). Par ailleurs, les lapereaux les plus chétifs de la portée sont plus sensibles aux maladies et peuvent ainsi contaminer l'ensemble de la portée (Bargain, 2001). De plus, l'hétérogénéité des poids dans une portée entraîne des hétérogénéités de croissance qui accentuent encore l'écart de poids entre les lapereaux les plus légers et les plus lourds et conduit à des lots d'abattage plus hétérogènes qui sont sources de déclassements (Bargain, 2001). Consciente de ces risques, la filière a développé des techniques d'homogénéisation de portée, par la pratique de l'adoption mais ces méthodes créent un surcroît de travail important (Bargain, 2001). L'analyse des composantes génétiques de la variabilité des caractères a fait l'objet d'études récentes. Certains de ces travaux se fondent sur l'existence de gènes intervenant dans la régulation de l'expression d'un caractère et contrôlant ainsi sa variabilité phénotypique. Partant de cette hypothèse, nous avons mis en oeuvre une méthode statistique récente (San Cristobal-Gaudy *et al.*, 1998) pour réaliser un protocole de sélection divergente sur l'homogénéité

des poids à la naissance des lapereaux d'une souche femelle. L'objet de ce protocole est de vérifier par l'expérience le déterminisme génétique de la variabilité environnementale et de valider un modèle statistique encore peu utilisé en sélection animale afin de prédire l'efficacité d'une sélection pour l'homogénéité des poids de lapereaux.

## 1. Matériel et méthode

### 1.1. Animaux

Les femelles ont été sélectionnées au sein de la souche femelle AGP22 de la société Grimaud Frères Sélection (GFS) puis introduites dans l'élevage expérimental de la Station d'Amélioration Génétique des Animaux à Auzeville (SAGA, centre INRA de Toulouse). Les mâles sélectionnés appartenaient aussi à la souche AGP22. Ils sont demeurés à l'élevage de GFS et ont été utilisés en insémination artificielle avec transport de la semence fraîche à Auzeville.

### 1.2. Méthode d'analyse génétique

San Cristobal-Gaudy *et al.* (1998) ont développé un modèle introduisant une valeur génétique pour la moyenne et une valeur génétique pour la variabilité environnementale, toutes deux associées à une seule valeur phénotypique. Le caractère analysé, mesuré dans la population de base, était le poids individuel des lapereaux vivants à la naissance attribué à la femelle mère des lapereaux. Nous avons estimé dans

**Tableau 1.** Effets des modèles d'analyses des caractères

Effets	Caractères	NT	NV	MN%	NS	MS%	PDIN	PDIS	ETN	ETS
Rang de portée (1, 2 et 3)		X	X	X	X	X			X	X
Bande de naissance (1, 2, 3)							X	X		
Sexe (1, 2)							X	X		
Nombre de nés totaux de la portée de naissance (1-6, 7-9, 10-13, 14 et +)							X			
Nombre de nés vivants de la portée de naissance (1-3, 4-6, 7-9, 10-12, 13 et +)								X		X

**Tableau 2.** Valeurs phénotypiques des caractères de prolificité, des poids de lapereaux à la naissance et des écarts types de poids de lapereaux à la naissance des animaux de la G0.

Caractères	N <sup>(1)</sup>	$\sigma_p$ <sup>(2)</sup>	Lignée "homogène" <sup>(3)</sup>	Lignée "hétérogène" <sup>(3)</sup>	Effet lignée <sup>(4)</sup>
<i>Prolificité</i>					
Nés totaux	50	2,78	8,65	8,05	NS
Nés vivants	50	2,89	8,14	7,45	NS
Mortinatalité	50	–	5,81 %	7,21 %	NS
Nombre de sevrés	50	2,67	7,34	6,76	NS
Mortalité naissance-sevrage	49	–	9,43 %	8,94 %	NS
<i>Poids de lapereaux(g)</i>					
Naissance	588	13	67	67	NS
Sevrage	1526	145	819	806	NS
<i>Ecart type de poids intra portée (g)</i>					
Naissance	46	3,61	8,20	8,82	NS
Sevrage	46	56,2	92,54	92,29	NS

1 : Effectif ; 2 : écart-type phénotypique ; 3 : moyenne des moindres carrés ; 4 : Signification des effets : NS non significatif, \* P< 0,05 \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

**Tableau 3.** Valeurs phénotypiques des caractères de prolificité, des poids de lapereaux à la naissance et des écarts types de poids de lapereaux à la naissance des animaux de la G1.

Caractères	N <sup>(1)</sup>	$\sigma_p$ <sup>(2)</sup>	Lignée "homogène" <sup>(3)</sup>	Lignée "hétérogène" <sup>(3)</sup>	Effet lignée <sup>(4)</sup>
<i>Prolificité</i>					
Nés totaux	248	3,87	8,55	9,06	NS
Nés vivants	248	3,91	7,87	7,33	NS
Mortinatalité	248	–	7,59 %	19,9 %	***
Nombre de sevrés	248	3,71	6,43	5,52	NS
Mortalité naissance-sevrage	217	–	18,8 %	22,6 %	*
<i>Poids de lapereaux(g)</i>					
Naissance	1926	12,7	59	62	**
Sevrage	1526	156	628	630	NS
<i>Ecart type de poids intra portée (g)</i>					
Naissance	223	3,04	6,94	7,64	NS
Sevrage	211	32,2	68,94	69,83	NS

1 : Effectif ; 2 : écart-type phénotypique ; 3 : moyenne des moindres carrés ; 4 : Signification des effets : NS non significatif, \* P< 0,05 \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001

un premier temps les paramètres génétiques de la moyenne du caractère, classiquement expliquée par des effets de milieu, des effets génétiques et une valeur résiduelle. Nous avons ensuite estimé les paramètres génétiques d'une fonction de la résiduelle, qui contient l'information relative à la variabilité environnementale, à l'aide d'un autre modèle introduisant à son tour des effets de milieu et des effets génétiques. Nous avons utilisé pour ces 2 analyses la méthode du REML appliquée à un modèle animal, à l'aide du logiciel VCE (Neumaier et Groeneveld, 1998). Ces paramètres génétiques nous ont permis de calculer pour chaque animal de la population fondatrice une valeur génétique BLUP de la variance du poids à la naissance, en utilisant le logiciel PEST (Groeneveld et Kovac, 1990).

### 1.3. Sélection, constitution et conduite des lignées

25 femelles et 4 mâles ayant les valeurs génétiques les plus fortes (hétérogénéité des poids à la naissance) et 25 femelles et 5 mâles ayant les valeurs génétiques les plus faibles (homogénéité des poids à la naissance), ont été choisis respectivement parmi 193 femelles et 108 mâles reproducteurs du noyau de sélection de GFS pour constituer la G0. En trois séries d'insémination à intervalle de 6 semaines, ces femelles ont donné naissance, à la station expérimentale d'Auzeville, à 144 filles pour la lignée "hétérogène" et 101 pour la lignée "homogène", qui constituent la G1. Parmi ces filles, 96 de la lignée "hétérogène" et 68 de la lignée "homogène" ont été mises en reproduction et inséminées 3 fois. Les lapereaux ont été identifiés et pesés à la naissance, puis au sevrage. Il n'y a pas eu d'homogénéisation de portée par adoption.

### 1.4. Analyse statistique des caractères

Nous avons analysé les résultats enregistrés à la station expérimentale d'Auzeville de 2 séries d'IA de la G0 et de 3 séries d'IA de la G1. Les caractères étudiés étaient le nombre de lapereaux nés totaux (NT), vivants (NV) et sevrés (NS) par portée, le taux de mortinatalité (MN%), le taux de mortalité naissance-sevrage (MS%), les poids individuels à la naissance (PDIN) et au sevrage (PDIS) des lapereaux ainsi que l'écart-type du poids à la naissance (ETN) et au sevrage (ETS) intra portée des femelles. Le logiciel SAS a été utilisé pour les analyses. Afin de comparer les deux lignées nous avons appliqué un test F pour la prolificité, les poids et les écarts types de poids et un test de  $\chi^2$  aux caractères de mortalité des lapereaux. Les effets retenus pour chacun des caractères après avoir testé leur significativité sont décrits dans le tableau 1.

## 2. Résultats et discussion

Les valeurs phénotypiques des G0 et des G1 sont présentées respectivement dans les tableaux 2 et 3.

Les résultats de prolificité, globalement assez faibles, peuvent s'expliquer par les fortes chaleurs qui sont intervenues pendant le protocole.

Les valeurs de prolificité ne sont pas significativement différentes entre les 2 lignées. En

revanche la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage sont très inférieures dans la lignée "homogène" en G1 (7,6 % contre 19,9 % dans la lignée "hétérogène", et 18,8 % contre 22,6 %, respectivement).

Si la valeur du poids individuel des lapereaux à la naissance ne diffère pas entre les 2 lignées en G0, on observe une légère différence en G1, en faveur de la lignée "hétérogène".

En G0, la différence d'écart type des poids de lapereaux à la naissance intra portée (0,6) représente 8 % de la moyenne du caractère. En G1 cette différence est de 0,7 et représente 10 % de la moyenne du caractère. Cette différence n'est pas significative mais l'écart type de poids à la naissance n'est pas directement le caractère sélectionné et son évolution dans chacune des lignées correspond en fait à une réponse corrélée. La différence observée entre les 2 lignées, transmise de la G0 à la G1, laisse toutefois augurer, si elle se confirme, une héritabilité non nulle du caractère. Une première estimation de l'héritabilité réalisée pourra être calculée lorsque toutes les portées de la G1 auront été mesurées. La corrélation génétique entre l'homogénéité des poids de naissance et la survie des lapereaux sera également estimée. Elle devrait confirmer la liaison favorable entre les deux caractères, suggérée par nos premiers résultats.

La différence d'écart type de poids au sevrage est en revanche très faible. Il faut toutefois rappeler qu'il n'y a pas eu d'homogénéisation des tailles de portée par adoption. Or nous avons mis en évidence une influence fortement défavorable du nombre de lapereaux allaités sur l'homogénéité des poids au sevrage intra portée (tableau 1). Le niveau plus élevé du nombre de lapereaux allaités en lignée "homogène" a ainsi pu contribuer à dégrader l'homogénéité des poids dans cette lignée pendant la période d'allaitement.

Chez le porc, les études de la variabilité des poids de porcelets en relation avec leur survie ont donné des résultats intéressants : Huby *et al.* (2003), Damgaard *et al.* (2001) et Högberg *et al.* (1999) ont estimé les paramètres génétiques des écarts types de poids intra portée à la naissance et au sevrage. Les héritabilités estimées varient de 0,06 à 0,10, confirmant la possibilité d'une sélection pour ce caractère. Bodin *et al.* (2002) rappellent toutefois que l'analyse génétique de l'écart type d'une performance peut être biaisée car elle n'introduit pas les facteurs génétiques et environnementaux agissant sur la moyenne du caractère. Les héritabilités estimées de la survie des porcelets sont plus faibles (0,04 à 0,05). Les corrélations génétiques entre l'homogénéité des poids et la survie des porcelets sont favorables. Ces résultats sont en accord avec les mortalités plus faibles enregistrées dans les portées de la lignée "homogène" de notre expérience.

## Conclusion

Ce protocole est l'une des premières applications du modèle statistique de San Cristobal-Gaudy *et al.* (1998). Après une génération de sélection divergente,

nous avons déjà pu enregistrer une différence de la variabilité des poids de naissance intra portée entre les deux lignées. La conséquence la plus notable d'une sélection sur l'homogénéité des poids semble la réduction de la mortalité des lapereaux, et en particulier la mortinatalité. Les conditions environnementales particulièrement défavorables de ce protocole se sont malheureusement traduites par des performances zootechniques assez médiocres et ces résultats devront donc être confirmés par la poursuite des mesures de la G1 et par la mise en place d'une nouvelle génération de sélection. Si la transmission héréditaire de la variabilité environnementale du poids à la naissance de la souche AGP22 est confirmée, un programme de sélection de ce caractère sera mis en oeuvre chez ce sélectionneur.

### Remerciements

Un grand merci à l'ensemble de l'équipe du domaine expérimental Lapins d'Auzeville pour la collecte des données et pour leurs conseils sur l'utilisation de l'information. Nous tenons à souligner la qualité des enregistrements réalisés par notre partenaire sélectionneur.

### Références

- BARGAIN V., 2001 : Créer des nids homogènes, *Cuniculture*, 159, 106-107
- BODIN L., SAN CRISTOBAL M., ROBERT-GRANIÉ C., LARZUL C., ALLAIN D., BOLET G., ELSÉN J.M., GARREAU H., ROCHAMBEAU H. DE, SAN CRISTOBAL M., 2002: Twelve remarks on canalisation in livestock production, *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, 2002, Montpellier*, communication 19-03.
- BOLET G., ESPARBIE J., FALIERES J., 1996 : Relations entre le nombre de foetus par corne utérine , la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux, *Ann. Zootech.*, 45, 185-200.
- DAMGAARD L. H., RYDHMER L., LOVENDAHL P., GRANDINSON K., 2001: Maternal genetic parameters for within litter variation in piglet birth weight, *52<sup>nd</sup> Annual Meeting of the EAAP, Budapest, Hungary, August 2001*, Commission on animal Genetics.
- GROENEVELD E., KOVAC M., 1990: A generalized computing procedure for setting up and solving mixed linear models, *J. Dairy Sci.*, 73, 513-531.
- HUBY M., GOGUE J., MIGNEL L., BIDANEL J. P., 2003 : Corrélations génétiques entre les caractéristiques numériques et pondérales de la portée, la variabilité du poids des porcelets et leur survie entre la naissance et le sevrage, *Journées Recherche Porcine*, 35, 293-300.
- HÖGBERG A., RYDHMER L., 2000. A genetic study of piglet growth and survival. *Acta Agric. Scand.*, Sect. A, Animal Sci.. 50, 300-303.
- NEUMAIER A., GROENEVELD E., 1998: Restricted maximum likelihood estimation of covariances in sparse linear models, *Genet. Sel. Evol*, 30, 3-26.
- POIGNIER J., SZENDRŐ ZS., LEVAI A., RADNAI I., BIRO-NEMETH E., 2000 : Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbit, *World Rabbit Sci.*, 2000, 8,1.
- PERRIER G., JOUANNO M., DROUET J. P., 2003 : Croissance et viabilité des lapereaux de faible poids à la naissance en fonction de l'homogénéité et de la taille de portée, *10<sup>ème</sup> Journ. Rech. Cunicole, 19-20/11/2003, Paris*, 119-122, ITAVI, Paris.
- SAN CRISTOBAL-GAUDY M., ELSÉN J.M., BODIN L., CHEVALET C., 1998: Prediction of the response to a selection for canalisation of a continuous trait in animal breeding, *Genet. Sel. Evol*, 30, 423-451