

Estimation des paramètres génétiques des critères pondéraux des lapereaux à la naissance dans une lignée femelle Hycole

G. LENOIR¹, H. GARREAU², M. BANVILLE¹

¹ SARL HYCOLE, Route de Villers-Plouich, 59159 Marcoing, France.

² INRA, SAGA Chemin de Borde Rouge, BP 52627, 31326 Castanet Tolosan, France.

Résumé. Cette étude s'est attachée à déterminer l'existence d'un déterminisme génétique pour différents critères de poids des lapereaux à la naissance dans la lignée D Hycole. L'échantillon analysé comporte 2108 portées contrôlées de décembre 2009 à septembre 2010. L'héritabilité des différents critères, poids moyen du lapereau, poids total de la portée, poids du lapereau le plus léger, poids du lapereau le plus lourd, amplitude de poids entre le lapereau le plus lourd et le plus léger et nombre de nés vivants est comprise entre 0,07 et 0,15. L'estimation des corrélations génétiques a mis en avant une corrélation favorable du poids du lapereau le plus léger avec l'ensemble des autres critères de poids et d'homogénéité.

Abstract. **Abstract.** **Estimation of genetic parameters of birth weight criteria in Hycole D line.** This study aims to estimate the genetic variability of different rabbit weight criteria at birth in the line D Hycole. There were 2108 litters measured in the data set, realized from December 2009 to September 2010. Heritabilities estimated for birth weight mean, total litter birth weight, minimal birth weight, maximal birth weight, range between maximal and minimal birth weight and total born alive rabbits were 0.15, 0.13, 0.07, 0.12, 0.11 and 0.10, respectively. Genetic correlations of the minimal birth weight with the other birth weights and within-litter variation of birth weight are favorable. The genetic variability of minimal birth weight and favorable genetic correlations with other criteria allow using this criterion in a selection program.

Introduction

L'augmentation continue des tailles de portées dans les lignées sélectionnées a entraîné une diminution du poids individuel des lapereaux à la naissance (Bolet, 1998). Diverses études ont démontré l'impact de la diminution du poids du lapereau à la naissance sur la survie des animaux en lactation et en engraissement (Poigner *et al.*, 2000) ainsi que sur leur croissance (Perrier, 2003). Cette tendance a aussi été observée chez le porc (Quiniou *et al.*, 2002). Une expérience réalisée à l'INRA (Garreau *et al.*, 2008) ainsi qu'une étude réalisée au sein de Hycole (Dubois, 2007) ont démontré la possibilité d'améliorer par la sélection le poids individuel et l'homogénéité du poids intra-portée des lapereaux à la naissance, en réalisant une pesée individuelle. L'étude de Dubois (2007) a aussi montré que la pesée individuelle des lapereaux à la naissance représente une charge de travail importante en routine (3 min / portée contrôlée).

Notre étude a pour objectif de définir un ou plusieurs critères héréditaires permettant d'améliorer le poids et l'homogénéité du poids des lapereaux à la naissance tout en limitant le nombre de pesées à réaliser.

1. Matériel et méthodes

1.1. Données

Les mesures ont été réalisées entre décembre 2009 et septembre 2010 à la station de sélection Hycole sur des femelles de la lignée maternelle D conduites en cycle de reproduction de 42 jours. Ces femelles ont été choisies aléatoirement parmi le cheptel et ont été contrôlées sur leurs 3 premières mises-bas. Du fait de l'organisation de l'élevage, les animaux ont été inséminés sur 2 jours : le jeudi (48,2 % des portées) et

le vendredi (51,8 %). Pour des raisons pratiques, les pesées ont été effectuées à date fixe le mardi après-midi quel que soit le jour de mise-bas (du dimanche au mardi). Les portées n'ont pas été modifiées entre la mise-bas et le contrôle, seuls les morts ont été retirés. Le jour de mise-bas de la femelle a été enregistré afin de différencier la durée de gestation de la femelle, de la durée de vie extra utérine des lapereaux au moment de la pesée. Le nombre de lapereaux nés vivants (NV) a été relevé lors de la mise-bas. Lors du contrôle, les différents caractères mesurés sur chaque portée sont : le poids total de la portée (PT), le poids du lapereau le plus léger (MIN), le poids du lapereau le plus lourd (MAX), le nombre de lapereaux pesés (N). Les lapereaux les plus lourds et les plus légers ont été choisis visuellement. Les portées avec moins de 2 lapereaux présents le jour du contrôle ont été écartées du protocole. A partir des mesures effectuées, l'amplitude de poids entre le lapereau le plus léger et le plus lourd (AMP), ainsi que le poids moyen des lapereaux de la portée (PM) ont été calculés.

Les portées avec plus de 18 lapereaux présents ont été écartées de l'analyse (6 portées). L'échantillon analysé comporte 2108 portées contrôlées. Le fichier pédigrées comporte tous les individus mâles et femelles nés entre 2001 et 2010, soit 52968 animaux.

1.2. Méthodes

Les coefficients de corrélation et de régression entre le nombre de lapereaux pesés et le poids du lapereau le plus léger, celui du plus lourd et l'amplitude de poids intra-portée ont été estimés sous Excel par régression linéaire.

Une analyse unicaractère ayant pour but de tester la

significativité des effets fixés a ensuite été réalisée par analyse de variance à plusieurs facteurs avec le logiciel ASReml (Gilmour *et al*, 2009). L'effet aléatoire de l'environnement permanent de la femelle a été inclus dans le modèle afin de prendre en compte la répétition des performances. Les effets fixés retenus dans le modèle d'analyse des caractères sont : la bande de mise-bas (semaine*année), l'effet combiné du rang de mise-bas à l'IA (1, 2 et 3) et du stade physiologique pendant la gestation (allaitante ou non allaitante), le type de semence utilisée (homospermie ou hétérospermie), la durée de gestation ainsi que le nombre de jour de vie extra-utérine avant pesée. Ces deux derniers effets ont été pris en compte étant donné que les inséminations ont été réalisées sur 2 jours. Le nombre de lapereaux pesés a également été ajouté en covariable pour tous les caractères à l'exception de PT. Le modèle pour évaluer les nés vivants ne prend en compte que l'effet de la bande de mise-bas et l'effet combiné du rang de mise-bas à l'IA et du stade physiologique pendant la gestation. L'ensemble des effets retenus pour les différents caractères sont significatifs à $p < 0,001$ sauf l'effet de la durée de gestation sur le poids total de la portée ($p = 0,05$) et sur l'amplitude de poids ($p = 0,05$) ainsi que l'effet du mâle sur l'amplitude de poids ($p = 0,08$).

Les paramètres génétiques (composantes de variance et covariance) ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) appliquée à un modèle animal en utilisant le logiciel ASReml. En plus des effets fixés et de la covariable, deux facteurs à effets aléatoires ont été pris en compte dans le modèle: l'effet génétique additif de la femelle et l'effet d'environnement permanent propre à chaque femelle. Les caractères ont été analysés individuellement dans un premier temps puis deux à deux afin d'estimer les corrélations génétiques. Une évaluation simultanée de l'ensemble des caractères n'a pu être réalisée pour des raisons calculatoires.

2. Résultats et discussion

2.1. Effet du rang de mise-bas

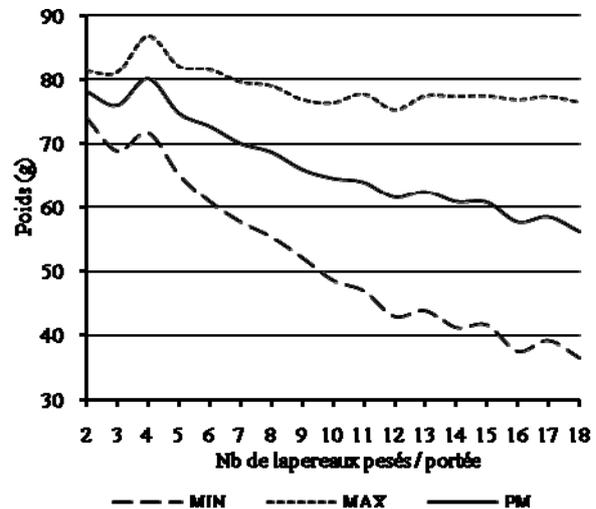
L'ensemble des caractères présente des moyennes de moindre carré inférieures pour le premier rang de mise-bas. La différence entre les rangs de mise bas 2 et 3 pour l'ensemble des caractères est beaucoup plus faible comparé à l'écart entre rangs 1 et 2. L'augmentation de la parité semble améliorer l'ensemble des critères, mise à part l'amplitude qui tend à se détériorer.

2.2. Effet du nombre de lapereaux pesés

L'augmentation du nombre de lapereaux dans la portée entraîne une diminution du poids moyen des lapereaux (PM - figure 1). La diminution du poids individuel à la naissance avec l'augmentation du nombre de lapereaux par portée a déjà été démontrée par Poigner *et al* (2000). Le poids du lapereau le plus lourd (MAX) est peu influencé par le nombre de lapereaux pesés. Un lapereau présent en plus entraîne une baisse du poids du lapereau le plus lourd de 0,5g

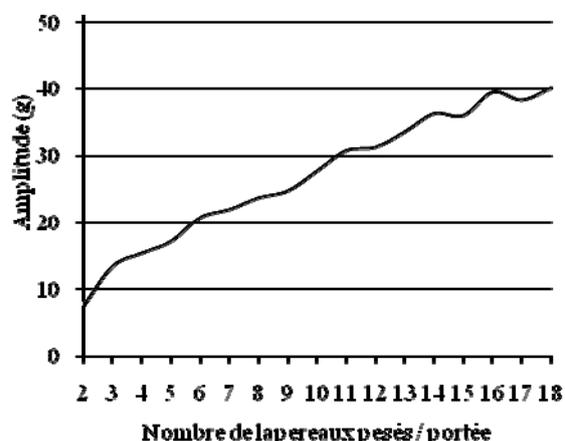
(coefficient de régression, coefficient de corrélation ($r = 0,71$)).

Figure 1. Evolution du poids moyen des lapereaux (PM), du poids du lapereau le plus léger (MIN) et du poids du lapereau le plus lourd (MAX) en fonction du nombre de lapereaux pesés par portée.



A l'inverse, le poids du lapereau le plus léger (MIN) diminue continuellement avec l'augmentation du nombre de lapereaux présents. Un lapereau présent en plus entraîne une baisse du poids du lapereau le plus léger de 2,5g ($r = 0,97$). L'amplitude de poids entre le lapereau le plus lourd et le plus léger (AMP) est fortement influencée par le nombre de lapereaux présents (figure 2). Il existe une relation linéaire entre le nombre de lapereaux pesés et l'amplitude ($r = 0,987$). Un lapereau supplémentaire entraîne une augmentation de 1,99g de l'amplitude. Dubois (2007) a mis en avant une forte corrélation phénotypique entre l'écart-type de poids intra-portée et l'amplitude de poids entre le lapereau le plus lourd et le plus léger (0,91). L'augmentation de l'amplitude illustre une dégradation de l'homogénéité des portées liée à l'augmentation du nombre de lapereaux par portée.

Figure 2. Evolution de l'amplitude de poids entre le lapereau le plus lourd et le plus léger de la portée (AMP) en fonction du nombre de lapereaux pesés.



2.3. Paramètres génétiques

2.3.1 Héritabilités

Les valeurs d'héritabilité sont comprises entre 0,08 et 0,14 (tableau 1). Pour le poids moyen, l'héritabilité calculée par Dubois (2007), égale à 0,20, est du même ordre de grandeur que celle de notre échantillon (0,14), tandis que Canario *et al.* (2010) rapportent une valeur beaucoup plus forte (0,32) chez le porcelet. Garreau *et al.* (2008) avaient estimé une héritabilité de 0,06 et une répétabilité de 0,06 pour le poids individuel du lapereau. Le critère MIN a une héritabilité inférieure (0,08) à celle des autres critères de poids (0,11 à 0,14). Wolf *et al.* (2008) ont estimé une héritabilité de 0,10 pour le poids du porcelet le plus léger à la naissance. Pour l'amplitude (AMP), l'héritabilité est de 0,11 contre 0,02 dans l'étude Wolf *et al.* (2008). Dans d'autres études, l'homogénéité du poids à la naissance a été évaluée par l'écart-type du poids intra-portée dont l'héritabilité varie de 0,10 chez le lapin (Dubois, 2007) à 0,14 chez le porc (Canario *et al.*, 2010). Dans l'étude de Garreau *et al.* (2008), l'homogénéité du poids à la naissance avait été analysée par la modélisation de la variance résiduelle des poids selon la méthode de SanCristobal-Gaudy *et al.* (1998). Les auteurs expliquent la très faible héritabilité du caractère (0,012) par le changement d'échelle lié à la transformation des valeurs pour l'analyse des variances hétérogènes.

Tableau 1. Paramètres génétiques des critères de poids à la naissance et du nombre de nés vivants. h² : héritabilité (± erreur standard), c² : effet d'environnement permanent (± erreur standard).

| | Lignée Hycole D | | h ² porc, d'après Wolf <i>et al.</i> (2008) |
|-----|-----------------|-----------------|---|
| | h ² | c ² | |
| PM | 0,14 (±0,05) | 0,19 (±0,05) | 0,16 (±0,02) |
| PT | 0,12 (±0,05) | 0,08 (±0,05) | 0,13 (±0,02) |
| MIN | 0,08 (±0,04) | 0,11 (±0,04) | 0,10 (±0,01) |
| MAX | 0,13 (±0,04) | 0,13 (±0,05) | 0,11 (±0,01) |
| AMP | 0,11 (±0,03) | 0,01 (±0,01) | 0,02 (±0,01) |
| NV | 0,10 (±0,04) | 0,10 (±0,05) | 0,14 (±0,02) |

L'héritabilité du nombre de nés vivants (0,10) est en accord avec les valeurs estimées par Piles *et al.* (2006) comprises entre 0,07 et 0,122. La répétabilité des caractères varie de 0,12 (AMP) à 0,33 (PM).

L'ensemble des résultats d'héritabilité indique qu'il existe une variabilité génétique significative pour les critères de poids à la naissance : PM, PT, MIN, MAX, AMP et pour le nombre de nés vivants. Ces caractères présentent également une variabilité phénotypique

avec un coefficient de variation compris entre 0,15 et 0,30. Il est donc possible d'améliorer ces caractères par la sélection dans la lignée D Hycole.

2.3.2 Corrélations génétiques

Les corrélations génétiques entre les différents critères sont représentées dans le tableau 2. Le poids du lapereau le plus léger (MIN) est fortement corrélé avec les critères PM (0,83) et PT (0,77). La même tendance est observée entre le poids du lapereau le plus lourd (MAX) et les critères PM (0,96) et PT (0,94). Les critères de poids de la portée sont fortement corrélés entre eux. L'amplitude de poids (AMP) est moyennement corrélée avec les critères PM, PT et MAX.

Canario *et al.* (2010) ont également mis en évidence une corrélation génétique positive (0,36) entre une mesure de la variation du poids (l'écart type du poids intra portée) et le poids moyen chez le porcelet. En revanche, il existe une corrélation négative et favorable entre le critère AMP et le critère MIN (-0,39) : une amélioration du poids du lapereau le plus léger tend à réduire l'amplitude de poids intra-portée. De plus, Wolf *et al.* (2008) ont estimé une corrélation génétique favorable du poids du porcelet le plus léger avec le nombre de nés morts (-0,5) ainsi qu'avec le nombre de morts en lactation (-0,36). Toujours selon cette étude, le critère amplitude a une corrélation génétique défavorable avec les différents critères de mortalité (de 0,24 à 0,55).

Le nombre de nés vivants (NV) est corrélé assez faiblement mais défavorablement avec les critères PM et MIN (-0,05 et -0,22 respectivement). En revanche, la relation entre NV et PT est forte et positive (0,75) et va dans le sens de la tendance observée par Bolet (1998). La prolificité est corrélée positivement avec le critère MAX (0,22). L'amplitude de poids est corrélée négativement à la taille de portée (0,33) signifiant qu'une augmentation du nombre de nés vivants tend à augmenter l'amplitude et donc l'hétérogénéité.

Tableau 2. Corrélations génétiques entre les différents critères de poids à la naissance et le nombre de nés vivants (± erreur standard). ND : valeur non déterminée (problème de convergence).

| | PT | MIN | MAX | AMP | NV |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| PM | 0,07 (±0,25) | 0,83 (±0,09) | 0,96 (±0,04) | 0,40 (±ND) | -0,05 (±0,28) |
| PT | | 0,77 (±0,14) | 0,94 (±0,05) | 0,58 (±0,20) | 0,75 (±0,12) |
| MIN | | | 0,44 (±0,25) | -0,39 (±0,24) | -0,22 (±0,31) |
| MAX | | | | 0,64 (±0,18) | 0,22 (±0,18) |
| AMP | | | | | 0,33 (±0,26) |

Ces tendances sont à prendre avec précaution du fait de la faible précision de certaines estimations, illustrées par des écarts types d'erreur d'estimation supérieurs à 0,20. Toutefois, les corrélations généralement défavorables entre caractères pondéraux et prolificité mises en évidence dans notre étude sont conformes aux résultats de la bibliographie chez le lapereau ou le porcelet.

Conclusion

Cette étude a mis en avant la possibilité d'une sélection directe sur plusieurs critères de poids mesurés sur la portée à la naissance. Les héritabilités obtenues sont conformes à celles obtenues dans la littérature. Les corrélations génétiques mettent en avant un lien défavorable entre le nombre de lapereaux de la portée et l'homogénéité (AMP) ainsi qu'avec certains critères de poids (PM et MIN). Le critère MIN a une corrélation favorable avec l'amplitude de poids (AMP) ainsi qu'avec les autres critères de poids. Une sélection sur ce critère permettrait à la fois d'améliorer le poids moyen du lapereau à la naissance tout en réduisant l'amplitude de poids entre le lapereau le plus léger et le plus lourd.

La corrélation génétique et phénotypique favorable observée chez le porc (Damgaard *et al*, 2003 et Wolf *et al*, 2008) entre l'amélioration du poids du porcelet le plus léger et la réduction de la mortalité à la naissance et en lactation conforte le choix de ce critère. De plus, le critère du poids du lapereau le plus léger offre l'avantage de ne devoir réaliser qu'une seule mesure sur la portée. L'héritabilité de ce critère est faible mais comparable à celle du nombre de nés vivants pour lesquels l'efficacité de la sélection a été démontrée. La pesée à jour fixe entraîne probablement un biais dans la mesure du caractère, mais une pesée après mise-bas est incompatible avec les contraintes de production. Ce biais est toutefois réduit par l'introduction des effets durée de gestation et nombre de jours de vie extra-utérine. Le poids du lapereau le plus léger a donc été introduit dans l'objectif de sélection de la lignée D avec un objectif de progrès génétique de 1g par génération.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble du personnel de la station de sélection Hycole pour la collecte et l'enregistrement des données.

Références

- BOLET G., 1998. Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice. *INRA Prod. Anim.*, 11(3), 235-238.
- CANARIO L., LUNDGREN H., HAANDLYKKEN M., RYDHMER L., 2010. Génétique de la croissance et de l'hétérogénéité des poids de porcelets dans les portées de Landrace norvégien. *42^e Journées de la Recherche Porcine*, 181.
- DAMGAARD L.H., RYDHMER L., LOVENDAHL P., GRANDINSON K., 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *J. Anim. Sci.*, 81, 604-610.
- DUBOIS C., 2007. Peut-on mettre en évidence une héritabilité pour les caractères poids moyen des lapereaux et leur homogénéité au sein de la lignée D, dans le but d'opérer une sélection sur ce caractère ? *Mémoire de fin d'études ISAB*, 71 pages.
- GARREAU H., BOLET G., LARZUL C., ROBERT-GRANIE C., SALEIL G., SANCRISTOBAL M., BODIN L., 2008. Results of four generations of a canalising selection for rabbit birth weight. *Livest. Sci.*, 119, 55-62.
- GILMOUR A.R., GOGEL B.J., CULLIS B.R., THOMPSON R., 2009. ASReml User Guide Release 3.0. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 ES, UK.
- PERRIER G., 2003. Influence de l'homogénéité de la portée sur la croissance et la viabilité des lapereaux de faible poids à la naissance. *10^e Journées de la Recherche Cunicole*, 119-122.
- PILES M., GARCIA M.L., RAFEL O., RAMON J. BASELGA M., 2006. Genetics of litter size in three maternal lines of rabbits : Repeatability versus multi-trait models. *J. Anim. Sci.*, 84, 2309-2315.
- POIGNER J., SZENDRO 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.*, 8, 103-109.
- QUINOU N., DAGORN J., GAUDRE D., 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.*, 78, 63-70.
- SANCRISTOBAL-GAUDY, M., ELSSEN, 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.
- WOLF J., ZAKOVA E., GROENVELD E., 2008. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livest. Prod. Sci.*, 115, 195-205.