

Relation entre les critères de sélection de la lignée INRA 1777 et la survie des lapereaux.

Garreau H.¹, Balmisse E.², Ruesche J.¹, Hurtaud J.³, Maupin M.³, Canario L.¹ et David I.¹

¹ INRA, UMR1388 INRA / INPT ENSAT / INPT ENVT, Génétique, Physiologie et Systèmes d'élevage, F-31326 Castanet Tolosan

²INRA, UE 1322 PECTOUL PEA Cunicole Toulousain, Auzeville, F-31326 Castanet Tolosan

³HYPHARM, La Corbière, F-49450 Roussay

Résumé –La lignée INRA 1777 est sélectionnée pour un indice global (Ig) combinant le nombre de nés vivants (VG_{nv}) et deux composantes génétiques du poids au sevrage: les effets directs (VG_{psd}), influence du génotype du lapereau sur sa croissance, et les effets maternels (VG_{psm}), incidence du génotype de la mère sur la croissance de ses lapereaux. L'objectif de cette étude était d'estimer les réponses à la sélection pour ces trois critères et d'évaluer les relations entre ces critères de sélection et la survie des lapereaux de la naissance au sevrage. L'étude inclut 1948 portées destinées à renouveler chaque génération (4^{èmes} et 5^{èmes} IA) de 1158 femelles élevées au cours de 12 générations de sélection. Pour chacun des critères de sélection et pour l'objectif global, les femelles ont été réparties en 4 groupes selon leur valeur génétique (--,-,+,++). Pour la mortinatalité, l'effet du groupe génétique de chacun des 4 critères était significatif: La mortinatalité est d'autant plus faible que la valeur génétique des femelles est élevée. Pour la mortalité entre la naissance et le sevrage, l'effet du groupe génétique était significatif pour les critères VG_{nv} , VG_{psm} et Ig avec une mortalité plus faible dans les groupes + et ++ que dans les groupes - et --. En conclusion, l'objectif de sélection de la lignée 1777 ne s'oppose pas à l'amélioration de la survie du lapereau mais permet au contraire de sélectionner les individus issus de portées à faible mortalité.

Abstract – Relationship between selection criteria and kits survival in INRA 1777 line. The INRA 1777 line has been selected for a breeding goal (BG) that has included number of kits alive per litter (NA) and two components of weaning weight: Direct effects (WWD), influence of the young rabbit genotype on its growth, and maternal effects (WWM), incidence of mother's genotype on young rabbit growth. The objective of this study was to estimate responses to selection for the three criterion and to evaluate the relationship between the selection criterion and the survival of young rabbits from birth to weaning. The study included 1948 litters dedicated to renew each generation (4th and 5th AI) from 1158 does during 12 generations of selection. For each selection criteria and for the breeding goal, females were divided into 4 groups according to their estimated genetic value (-, -, +, ++). For stillbirths, the effect of genetic group of each of the four criteria was significant: The stillbirth rate is even lower for high genetic merit does. For mortality between birth and weaning, the effect of genetic group was significant for NA, WWM and BG criteria with lower mortality in groups + and ++ than in groups - and -. In conclusion, the breeding goal of the INRA 1777 line is not opposed to improvement of survival but puts to select individuals from litters with low mortality.

Introduction

L'amélioration de la survie des lapereaux avant sevrage constitue un enjeu majeur pour la filière cunicole, pour des raisons éthiques et économiques. La lignée INRA 1777 a été créée pour améliorer conjointement la prolificité et le poids au sevrage. Les animaux sont sélectionnés selon un indice global Ig qui combine la valeur génétique du nombre de lapereaux vivants à la naissance (VG_{nv}), la valeur génétique directe du poids au sevrage (VG_{psd}) et la valeur génétique maternelle du poids au sevrage (VG_{psm}). L'introduction de la valeur génétique maternelle du poids au sevrage avait pour but d'améliorer les qualités maternelles pour la croissance du jeune et, indirectement, d'améliorer sa survie. L'objectif de cette étude était d'évaluer les relations entre ces critères de sélection et la survie des lapereaux de la naissance au sevrage.

1. Matériel et méthodes

1.1 Animaux

La lignée est élevée au pôle expérimental cunicole Toulousain (PECTOUL). Elle a été créée à partir de la lignée INRA 1077. La population est conduite en générations séparées avec changement de maternité à chaque génération. Chaque génération est formée de 2 cohortes issues des 4^e et 5^e inséminations de la génération précédente et totalise entre 110 et 120 femelles et 33 mâles. L'intervalle entre générations est de 42 semaines.

Les femelles sont inséminées à l'intervalle de 6 semaines avec une première IA à l'âge de 19 semaines. La génération est réformée après 8 IA. Un équilibrage des portées est réalisé par retrait/adoption en recherchant l'homogénéité des poids de lapereaux, appréciée visuellement, pour chacune des portées. Le nombre de lapereaux laissés par mère est calculé en fonction de la taille de portée moyenne à chaque cycle.

Les caractères de prolificité sont enregistrés pour l'ensemble des mises bas. La mortinatalité a été calculée comme la différence entre le nombre de nés totaux et le nombre de nés vivants rapportée au nombre de nés totaux. La mortalité entre la naissance et le sevrage a été calculée comme la différence entre le nombre de laissés à la mère et le nombre de sevrés, rapportée au nombre de laissés à la mère. Les lapereaux issus des IA 3, 4 et 5 sont identifiés et pesés individuellement à la naissance, au sevrage et à 63 jours. L'étude inclue 1948 portées destinées à renouveler chaque génération (4^{èmes} et 5^{èmes} IA) de 1158 femelles élevées au cours de 12 générations de sélection.

1.2 Calcul des valeurs génétiques et sélection de la lignée

Les animaux sont sélectionnés selon un indice global I_g qui combine la valeur génétique du nombre de lapereaux vivants à la naissance (VG_{nv}), la valeur génétique directe du poids au sevrage (VG_{psd}) et la valeur génétique maternelle du poids au sevrage (VG_{psm}). Les valeurs génétiques VG_{nv} , VG_{psd} et VG_{psm} sont standardisées par rapport aux valeurs génétiques des candidats de chaque génération. Les pondérations affectées à chacune de ces composantes sont données par la formule suivante :

$$I_g = 0.25 VG_{nv} + 0.25 VG_{psd} + 0.50 VG_{psm}$$

Ces pondérations ont été choisies pour privilégier l'amélioration génétique de VG_{psm} , avec un progrès génétique modéré de VG_{nv} et de VG_{psd} (Garreau, non publié). Les valeurs génétiques des trois composantes de l'indice sont calculées selon la méthodologie du BLUP appliquée à un modèle animal à l'aide du logiciel ASReml (Gilmour *et al.*, 2002). Deux évaluations sont réalisées indépendamment : L'une estime VG_{nv} . L'autre estime VG_{psd} et VG_{psm} , à partir de la mesure du poids du lapereau au sevrage, grâce à un modèle à effets génétiques maternels (Garreau *et al.*, 2003). Les paramètres génétiques de ces critères sont estimés à chaque évaluation en même temps que le calcul des valeurs génétiques. Le modèle d'analyse du nombre de nés vivants par portée inclut comme effets fixes l'année-mois de mise bas, l'effet combiné du rang de portée et de l'état physiologique (femelle allaitante ou non allaitante) et comme effets aléatoires, l'environnement permanent et la valeur génétique additive de la femelle. Le modèle d'analyse du poids au sevrage inclut comme effets fixes l'année-mois de naissance, le rang de portée, la taille de portée de naissance, la taille de portée au sevrage de la mère adoptive et comme effets aléatoires, l'environnement commun aux lapereaux d'une même portée, l'environnement maternel de la mère adoptive et les effets génétiques additifs maternels et directs. Le logiciel GENCONT (Meuwissen, 1997) est utilisé pour choisir les reproducteurs à chaque génération. Ce logiciel optimise le progrès génétique en choisissant le nombre de reproducteurs mâles et femelles, ainsi que leurs contributions respectives à la création de la

nouvelle génération, en fixant un niveau maximum d'évolution de la consanguinité d'une génération à l'autre. Le niveau de contrainte d'augmentation de la consanguinité à chaque génération a été fixé à 1%.

1.3 Groupes génétiques des femelles

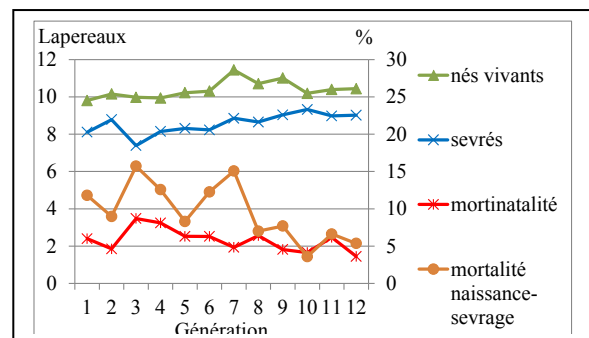
Pour chacun des critères de sélection et pour l'objectif global, les femelles ont été réparties en 4 groupes d'effectif identique en fonction leurs valeurs génétiques, avec dans l'ordre croissant des quartiles les groupes nommés --, -, + et ++. Les valeurs de quartiles ont été calculées avec la procédure UNIVARIATE du logiciel SAS (SAS, 2008). L'effet du groupe génétique sur la mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage a été analysé à l'aide d'un modèle linéaire généralisé avec une fonction de lien probit (procédure GENMOD, SAS, 2008).

2. Résultats et discussion

2.1. Evolutions phénotypiques de la prolificité et de la mortalité.

Les évolutions phénotypiques de la prolificité et de la mortalité sont données dans la figure 1. Après une évolution moyenne de + 0,16 lapereau par portée de la 1^{ère} à la 8^{ème} génération, le nombre de nés vivants a décliné légèrement et s'est stabilisé autour de 10,4 lapereaux jusqu'en 12^{ème} génération. Le nombre de sevrés a progressé en revanche de façon assez régulière sur l'ensemble de la période avec une évolution moyenne de + 0,10 lapereau par portée et par génération, avec une moyenne de 9 lapereaux par portée en génération 9. La mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage variaient assez fortement jusqu'en 8^{ème} génération puis se stabilisaient ensuite autour de 5 %. En moyenne, sur l'ensemble de la période, la diminution de la mortinatalité a été de -0,22 points par génération tandis que la diminution de la mortalité entre la naissance et le sevrage était de -0,71 points par génération.

Figure 1: Evolutions phénotypiques du nombre de nés vivants, du nombre de sevrés, de la mortinatalité et de la mortalité entre la naissance et le sevrage au cours des 12 générations de sélection.

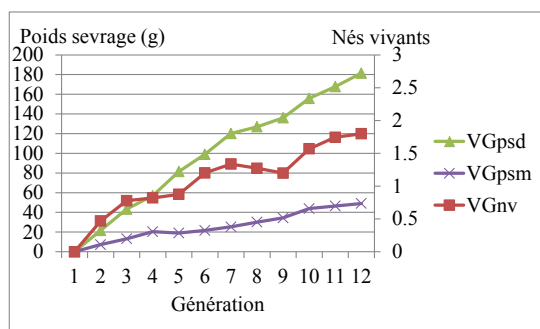


2.2. Evolutions génétiques.

Les évolutions génétiques de VG_{nv} , de VG_{psd} et de VG_{psm} sont données dans la figure 2. Le progrès génétique estimé pour VG_{nv} était de + 0,14 lapereau par portée, soit +1,8 lapereaux sur l'ensemble de la période. En dépit d'une faible pondération appliquée à ce critère, ce progrès génétique était similaire à celui estimé dans des lignées maternelles sélectionnées pour ce seul critère (Estany et al., 1989; Rochambeau et al., 1994; Gómez et al., 1996). La méthode d'optimisation du progrès génétique utilisée pour la souche 1777, plus efficace qu'une sélection appliquée dans des populations gérées en groupes de reproduction, peut expliquer ce résultat. Des travaux de simulation ont en effet montré que cette méthode pouvait apporter un gain de progrès génétique de 20 % pour la même évolution de consanguinité par rapport à des méthodes de gestion classiques (Meuwissen, 1997; Grundy et al., 1998).

Le progrès génétique estimé par génération a été de 16,3 g pour VG_{psd} et 4,2 g pour les effets maternels. Les 2 composantes étant additives, nous pouvons en déduire que le progrès génétique moyen par génération du poids au sevrage a été de 20,5 g. Le progrès génétique très modéré des effets maternels, au regard de la forte pondération affectée à ce critère, s'explique par la faible héritabilité de ce critère et par la faible précision des valeurs génétiques estimées (Garreau et al., 2003). Aucune expérience de sélection pour le poids au sevrage du lapin n'a été rapportée dans la littérature. Néanmoins, Garcia et Baselga (2002) ont montré, en comparant une lignée sélectionnée pour le nombre de lapereaux sevrés avec une population témoin issue d'embryons congelés en début d'expérience, qu'il n'y avait pas de réponse corrélée à cette sélection sur le poids au sevrage, le poids à la vente ou l'indice de consommation lorsque la comparaison se fait à taille de portée à la naissance équivalente. Rochambeau (1998) note toutefois que la sélection sur la prolificité se traduit par une diminution des poids individuels au sevrage, résultant de l'accroissement de la taille de portée.

Figure 2: Evolutions génétiques du nombre de nés vivant (VG_{nv}), des effets directs (VG_{psd}) et maternels (VG_{psm}) du poids au sevrage au cours des 12 générations de sélection.



2.3. Effets du groupe génétique des femelles sur la mortalité.

Les effets du groupe génétique des femelles pour les critères VG_{nv} , VG_{psd} , VG_{psm} et pour Ig sont montrés respectivement dans les figures 3, 4, 5 et 6.

Pour la mortinatalité, l'effet du groupe génétique de chacun des 3 critères et pour l'objectif global était significatif: La mortinatalité était d'autant plus faible que la valeur génétique des femelles est élevée (7,6 % pour le groupe - - contre 4,6 % pour le groupe ++, en moyenne). Pour le critère VG_{psm} et pour Ig, il n'y avait toutefois pas de différence significative entre le groupe ++ et le groupe +.

Pour la mortalité entre la naissance et le sevrage, l'effet du groupe génétique était significatif pour les critères VG_{psm} et pour Ig. On observe en particulier une mortalité plus faible dans les groupes + et ++ que dans les groupes - et -- mais il n'y avait pas de différence significative entre les groupes + et ++. Pour le critère VG_{nv} la mortalité observée dans le groupe -- n'était pas significativement différente des groupes + et ++ mais elle était significativement plus faible que celle du groupe -.

En résumé, les femelles ayant les meilleures valeurs génétiques pour VG_{psm} (le critère avec la plus forte pondération dans l'objectif) et pour Ig (le critère global permettant de faire le choix final des lapereaux futur reproducteurs) ont des portées qui présentent la plus faible mortinatalité et la plus faible mortalité entre la naissance et le sevrage. L'héritabilité de la survie du lapereau à la naissance ou entre la naissance et le sevrage est nulle (Garreau, non publié). Dans une synthèse bibliographique, Knol et al. (2002) rapporte les paramètres génétiques de la survie du porcelet. Les valeurs estimées de l'héritabilité des effets maternels de la mortinatalité varient entre 0 et 0,27 tandis que les estimées des effets directs sont proche de 0. Pour la mortalité entre la naissance et le sevrage les valeurs d'héritabilités varient entre 0,03 et 0,09 pour les effets directs du porcelet et entre 0,02 et 0,08 pour les effets maternels. Des corrélations génétiques négatives, et donc défavorables, entre la taille de portée et la survie du porcelet sont également rapportées dans cette synthèse. Les relations génétiques entre la survie des porcelets et leur poids sont contradictoires selon les études et l'auteur ne recommande pas d'améliorer la survie en sélectionnant le poids à la naissance ou au sevrage. En revanche, de nombreuses études ont montré une liaison favorable entre la survie du porcelet (Knol, 2001) ou du lapereau (Poignier et al., 2000; Garreau et al., 2008) et l'homogénéité des poids à la naissance intra-portée. Une expérience de sélection divergente pour la variabilité des poids à la naissance intra-portée chez le lapin a également montré qu'il était possible de réduire la mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage en améliorant l'homogénéité des poids à la naissance par la sélection.

Figure 3: Effet du g groupe génétique du critère nombre de nés vivants sur la mortinatalité et le mortalité entre la naissance et le sevrage.

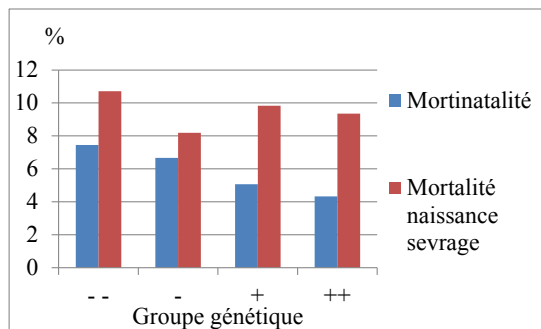


Figure 4: Effet du groupe génétique du critère effets directs du poids au sevrage sur la mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage.

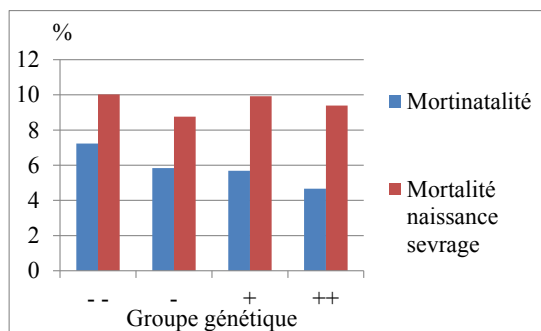


Figure 5: Effet du groupe génétique du critère effets maternels du poids au sevrage sur la mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage.

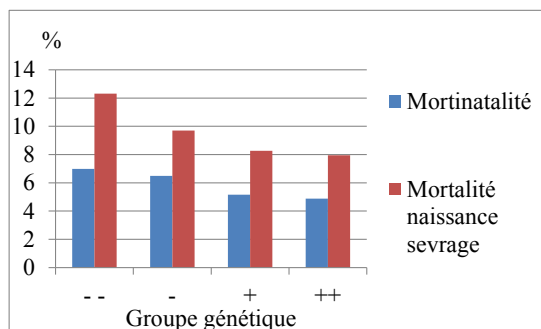
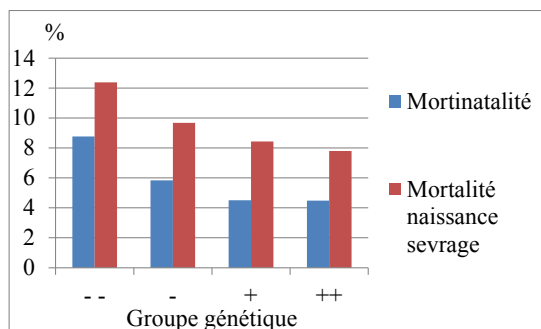


Figure 6: Effet du groupe génétique de l'objectif global sur la mortinatalité et la mortalité entre la naissance et le sevrage.



Conclusion

L'objectif de sélection de la lignée INRA 1777 a permis d'améliorer conjointement le nombre de nés vivants par portée, les composantes directes et maternelles du poids au sevrage. Il n'est pas possible d'améliorer la survie du jeune par la sélection car l'héritabilité de ce caractère est nulle. Cependant l'objectif de sélection de la lignée ne s'oppose pas à l'amélioration de la survie car les femelles ayant les meilleures valeurs génétiques pour les effets maternels du poids au sevrage, le critère avec la plus forte pondération dans l'objectif, et pour l'objectif global, le critère synthétique permettant de faire le choix final des lapereaux futur reproducteurs, ont des portées qui présentent la plus faible mortinatalité et la plus faible mortalité entre la naissance et le sevrage.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de l'unité expérimentale PECTOUL de l'INRA

Références

- ESTANY, J., BASELGA, M., BLASCO, A., CAMACHO, J., 1989. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits. *Livest. Prod. Sci.*, 21, 67-76.
- Garcia, M.L., Baselga, M., 2002. Estimation of genetic response in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.*, 74, 45-53.
- GARREAU H., ROCHAMBEAU H. DE., 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. In *10^{ème} Journ. Rech. Cun.*, Paris, 19-20/11/2003, 61-64.
- 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 VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 ES, UK.
- GÓMEZ, E., RAFEL, O., RAMON, J. AND BASELGA, M., 1996. A genetic study of a line selected on litter size at weaning. In: *Proceedings of 6th World Rabbit Congress*. Toulouse, France, 289-292.
- GRUNDY B., VILLANUEVA B., WOOLLIAMS J. A. 1998. Dynamic selection procedures for constrained inbreeding and their consequences for pedigree development. *Genet. Res.*, 72, 159-168.
- KNOL, E.F., 2001. Genetic Aspects of Piglet Survival. Université de Wageningen, Hollande, Thèse de doctorat.
- MEUWISSEN, T. H. E. 1997. Maximizing the response of selection with predefined rate of inbreeding. *J. Anim. Sci.*, 75, 934-940.
- 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.
- ROCHAMBEAU, H. DE, 1998. La femelle parentale issue des souches expérimentales de l'INRA ; évolutions génétiques et perspectives. In: *7^{èmes} Journ. Rech. Cun.*. Lyon, France, pp. 3-14.
- ROCHAMBEAU H. DE, BOLET G., TUDELA F., 1994. Long term selection. Comparison of two rabbit strains. In: *5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Guelph, Canada, 257-260.
- SAS. 2008. SAS Inst. Inc., Cary, NC, v9