



18èmes Journées de la Recherche Cunicole

Nantes 27-28 mai 2019

GARREAU H., LANTIER F., GUITTON E., HELIES V., HELLOIN E., LE CREN D., LENOIR G., MAUPIN M., ROBERT R., GUNIA M., 2019. *Relations entre la résistance à la pasteurellose après infection expérimentale et les caractères de croissance et de reproduction mesurés en élevage commercial.* 18^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27 – 28 mai 2019, Nantes, France, **81-84.**

Texte complet

+

Fichier de présentation orale

Relations entre la résistance à la pasteurellose après infection expérimentale et les caractères de croissance et de reproduction mesurés en élevage commercial

Garreau H.^{1*}, Lantier F.², Guitton E.³, Helies V.⁴, Helloin E.², Le Cren D.⁵, Lenoir G.⁶, Maupin M.⁷, Robert R.⁷, Gunia M.¹

¹GenPhySE, INRA, ENVT, Université de Toulouse, 31326 Castanet Tolosan, France

²ISP, INRA, Université François Rabelais de Tours, UMR 1282, 37380 Nouzilly, France

³PFIE, INRA, 37380 Nouzilly, France

⁴PECTOUL, INRA, 31326 Castanet-Tolosan, France

⁵CLIPP, 75009 Paris, France

⁶HYCOLE, Route de Villers-Plouich, 59159 Marcoing, France

⁷HYPHARM SAS, La Corbière, Roussay, 49450 Sèvremoine, France

* Correspondant : herve.garreau@inra.fr

Résumé – La pasteurellose une maladie bactérienne parmi les plus répandues en élevage cunicole. Le projet RELAPA a pour objectif d'étudier le déterminisme de la résistance à la pasteurellose. Un total de 955 lapins de 6 semaines, issus de 28 mâles appartenant à 6 lignées commerciales, ont été inoculés avec une pasteurille pyogène et 2 semaines plus tard une note de résistance de 0 à 4 leur a été attribuée après sacrifice. Ces notes ont servi à classer les 28 mâles en 2 groupes, 14 résistants et 14 sensibles, d'après la note moyenne de résistance de leur descendance. Par ailleurs ces 28 mâles, dans des élevages commerciaux, ont engendré 5164 lapereaux contrôlés pour leur croissance et 884 femelles reproductrices qui ont elles-mêmes fourni 3568 portées contrôlées. Le seul caractère qui présentait une différence significative entre les descendants de 14 mâles résistants et de 14 mâles sensibles était la fertilité, avec une différence de 7 points en faveur du groupe des mâles résistants. Les corrélations résiduelles entre la note de résistance et les caractères de production étaient toutes faibles et non significativement différentes de zéro. Les corrélations génétiques entre la résistance et les caractères pondéraux étaient positives mais non significativement différentes de zéro ($0,32 \pm 0,51$ pour le poids au sevrage et $0,27 \pm 0,49$ pour le poids final). Les corrélations génétiques entre la note de résistance moyenne et les caractères de reproduction étaient défavorables mais non significativement différentes de zéro ($-0,43 \pm 0,45$, $-0,68 \pm 0,40$, $0,70 \pm 0,65$ respectivement pour le nombre de nés totaux par portée, le nombre de nés vivants par portée et la mortinatalité). Ces valeurs de corrélations génétiques sont données pour information mais elles doivent être interprétées avec beaucoup de prudence car leur précision est très faible.

Abstract – Relationship between resistance to pasteurellosis in inoculated rabbits and growth and reproduction traits in rabbits raised in commercial farms.

Pasteurellosis is the first cause of female mortality in rabbit farms. The RELAPA project aims at studying the genetic determinism of resistance to pasteurellosis. 955 rabbits produced by 28 sires from 6 commercial lines were inoculated at 6 weeks of age with a pyogenic strain of *Pasteurella multocida* (*Pm*) and were monitored during 14 days. These rabbits were scored for resistance to pasteurellosis from 0 to 4, by taking into account post-mortem examinations. The 28 sires produced also 5164 rabbits tested for growth and 884 females with 3568 litters tested for reproduction in commercial farm conditions. Fertility was the only significantly different trait between the offspring of the 14 resistant sires and the offspring of the 14 susceptible sires, with a difference of 7 points in favour of the resistant group. Residual correlations were all low and not significantly different from 0. Genetic correlations between resistance and growth traits were positive but not significantly different from zero (0.32 ± 0.51 for weaning weight and 0.27 ± 0.49 for final weight). Genetic correlations between resistance and prolificacy traits were unfavorable but not significantly different from zero (-0.43 ± 0.45 , -0.68 ± 0.40 , 0.70 ± 0.65 for total number born, number born alive and stillbirth, respectively). These values of genetic correlation are given for information but should be interpreted with caution because of their low accuracy.

Introduction

La pasteurellose est la première cause de mortalité des femelles en élevage cunicole (Lopez et al., 2013), mais elle affecte aussi fréquemment les lapins en engraissement (Boucher et Nouaille 2013). Le projet

RELAPA a pour but d'étudier le déterminisme génétique de la résistance à cette maladie. Avant d'envisager un programme de sélection pour améliorer cette résistance, il est nécessaire de connaître les liaisons phénotypiques et génétiques de

la résistance avec les caractères de croissance et de reproduction mesurés dans des conditions commerciales. Pour cela, des mâles ont été classés en résistants et sensibles en fonction de la résistance de leurs descendants à une inoculation expérimentale avec une pasteurelle pathogène, tandis que dans des conditions de production commerciales étaient mesurées la croissance et l'aptitude à la reproduction d'une autre partie de leurs descendants. Cette étude a pour but de comparer les performances de production et de reproduction des descendants des mâles résistants et sensibles et d'estimer les corrélations entre la résistance et les caractères de production.

1. Matériel et méthodes

1.1. Qualification des pères

Le programme RELAPA a permis d'inoculer 955 lapins à 6 semaines d'âge avec une souche de *Pasteurella multocida* pyogène et d'étudier la réponse à l'inoculation pendant les 14 jours suivants, les animaux étant sacrifiés après ces 14 jours (Gunia et al., 2017, Helloin et al., 2015). Une note de résistance comprise entre 0 et 4 (4 pour les plus résistants) a été attribuée aux animaux à partir des examens réalisés sur les animaux sacrifiés, en associant les critères de dissémination des bactéries, d'étendue des abcès et de mortalité (Gunia et al., 2017). 14 mâles résistants et 14 mâles sensibles, ayant produit au moins 10 animaux inoculés, ont été identifiés selon la valeur moyenne de résistance de leur descendants inoculés (tableau 1).

Tableau 1: Moyennes des valeurs de résistance des mâles résistants et sensibles calculées à partir de la note de résistance de leurs descendants inoculés.

Groupe	N	Résistance moyenne note sur 4	Ecart-type
Résistant	14	2,08	0,16
Sensible	14	1,60	0,28

1.2. Animaux contrôlés en ferme pour la croissance et la reproduction

Par insémination artificielle, les 28 mâles ont donné des descendants dans 6 ateliers cunicoles de production. Les 14 mâles résistants ont produit 2597 lapereaux suivis en engraissement et 443 femelles mises en reproduction tandis que les 14 mâles sensibles ont produit 2567 lapereaux suivis en engraissement et 441 femelles mises en reproduction chez chacun des sélectionneurs partenaires du programme RELAPA. Les femelles ont été logées dans des cages de reproduction conventionnelles, inséminées pour la première fois à 19 semaines, puis suivant un rythme de 42 jours. Les femelles ont produit 3068 portées, soit 3,5 portées par femelle en moyenne. Pour chaque insémination, la fertilité a été notée 1 (IA suivie d'une mise-bas) ou 0 (IA sans mise bas associée). Pour chaque mise bas le nombre de nés vivants et de nés morts a été enregistré. Le nombre de

nés totaux est la somme des vivants et des morts. Le solde de la portée après adoption a été obtenu en additionnant aux nés vivants le nombre d'adoptés et en soustrayant les lapereaux retirés. La mortalité est calculée par différence entre le nombre de nés totaux et le nombre de nés vivants rapportée au nombre de nés totaux. La mortalité au nid est calculée par différence entre le solde et le nombre de lapereaux sevrés rapportée au solde.

Les lapereaux ont été pesés au sevrage et à la fin de la croissance. Selon le lieu d'élevage, l'âge au sevrage variait entre 28 et 35 jours tandis que l'âge de fin d'engraissement variait entre 66 et 70 jours.

Les statistiques élémentaires des caractères de croissance et de reproduction sont données dans le tableau 2.

Tableau 2: Statistiques des performances de croissance et de reproduction des descendants de l'ensemble des mâles

Caractère	N	Moyenne	Ecart-type
Poids sevrage (g)	5164	863	232
Poids Final (g)	4847	2311	256
Fertilité (0/1)	3568	0,86	0,34
Nés totaux/portés	3068	10,9	3,19
Nés vivants/portée	3068	10,2	3,60
Sevrés/portée	2739	8,15	1,83
Mortinatalité (%)	3068	6,95	–
Mortalité au nid (%)	2702	8,62	–

1.3. Comparaison des descendants de mâles sensibles et résistants

Les performances de croissance ont été analysées avec la procédure GLM du logiciel SAS. Les effets fixes retenus dans le modèle étaient : le groupe de résistance du père (n=2), l'effet de la bande d'élevage (n=30), la taille de portée de naissance (n=12), la taille de portée au sevrage (n=10), le rang de la portée de naissance (n=4). L'effet de l'âge au sevrage a été ajouté au modèle du poids au sevrage tandis que l'effet de l'âge de fin d'engraissement a été ajouté au modèle du poids de fin de croissance.

Les performances de reproduction ont été analysées avec la procédure PROC MIXED du logiciel SAS. Les effets fixes retenus dans le modèle étaient : le type du père (n=2), l'effet combiné année*saizon*élevage (n=26), l'effet combiné rang de portée*stade physiologique (allaitante ou non) (n=9). L'effet aléatoire du numéro de la femelle a été ajouté au modèle pour prendre en compte la répétition des performances par femelle.

1.4. Calcul des corrélations

Les corrélations résiduelles ont été calculées avec la procédure PROC CORR du logiciel SAS à partir des valeurs de résiduelles de chaque caractère. Les corrélations génétiques ont été estimées par un

modèle animal linéaire avec le logiciel ASReml (Gilmour et al., 2014). Les modèles d'analyse comportaient les mêmes effets que ceux décrits en 1.3.

2. Résultats et discussion

2.1. Comparaison des descendants de mâles sensibles et résistants

Les différences des moyennes ajustées selon la méthode des moindres carrés entre les descendants des mâles résistants et les descendants des mâles sensibles sont données pour l'ensemble des caractères dans le tableau 3.

Tableau 3 : Différence des moyennes ajustées selon la méthode des moindres carrés et valeur de significativité *p* des performances de croissance et de reproduction entre descendants des mâles résistant et sensibles

Caractères	Différence Résistant-Sensible	<i>P</i>
Poids sevrage (g)	1	ns
Poids Final (g)	-7	ns
Fertilité (0/1)	0,072	***
Nés totaux/portés	-0,210	ns
Nés vivants/portée	-0,260	ns
Sevrés/portée	-0,130	ns
Mortinatalité	0,009	ns
Mortalité au nid	0,017	ns

ns = non significatif ; *, 0,05 < *P*, ** < 0,01; ***: *P* < 0,001.

Le seul caractère qui présentait une différence significative entre résistants et sensibles était la fertilité avec une différence de 7 points en faveur du groupe des mâles résistants.

2.2. Corrélations phénotypiques et génétiques

Les valeurs de corrélations entre la note de résistance moyenne et les caractères de production sont données dans le tableau 4.

Les corrélations résiduelles sont toutes faibles et non significativement différentes de zéro. Ces résultats suggèrent une indépendance entre caractères de résistance et les caractères de production lorsque les données sont corrigées pour les autres effets.

Les corrélations résiduelles sont toutes faibles et non significativement différentes de zéro. Ces résultats suggèrent une indépendance entre les caractères de résistance et les caractères de production, lorsque les données sont corrigées pour les autres effets.

Tableau 4 : Corrélations génétiques (*R_g*) et leur erreurs standard (*SE*) et corrélations résiduelles (*Re*) entre la note de résistance moyenne des mâles et les caractères de croissance et de reproduction de leurs descendants

Caractères	<i>R_g</i>	<i>SE</i>	<i>Re</i>
Poids sevrage (g)	0,32	0,51	-0,01
Poids Final (g)	0,27	0,49	-0,01
Fertilité (0/1)	–	–	0,02
Nés totaux	-0,43	0,45	0,00
Nés vivants	-0,68	0,40	-0,02
Sevrés	–	–	-0,01
Mortinatalité	0,70	0,65	0,02
Mortalité au nid	–	–	-0,01

Les corrélations génétiques entre la résistance et les caractères pondéraux étaient positives mais non significativement différentes de zéro (0,32 ± 0,51 pour le poids au sevrage et 0,27 ± 0,49 pour le poids final). Ces corrélations génétiques positives sont en accord avec les corrélations génétiques positives estimées entre la note de résistance et les caractères de croissance mesurés avant ou après inoculation (de 0,70 ± 0,14 à 0,98 ± 0,06) sur les animaux inoculés du dispositif RELAPA (Shrestha et al., 2019). Gunia et al. (2015) ont également rapporté des corrélations génétiques négatives et favorables entre des caractères de sensibilité non spécifique aux maladies et le poids au sevrage, mesurés dans des élevages commerciaux en condition d'infection naturelle. D'autres études menées en conditions d'infection naturelle démontrent les relations génétiques favorables entre résistance aux infections bactériennes et la croissance (Eady et al., 2009 ; Gunia et al. 2015).

Les corrélations génétiques entre la note de résistance moyenne et les caractères de reproduction étaient défavorables mais non significativement différentes de zéro (-0,43 ± 0,45, -0,68 ± 0,40, 0,70 ± 0,65 respectivement pour le nombre de nés totaux par portée, le nombre de nés vivants par portée et la mortinatalité). Gunia et al. (2015) rapportent des valeurs de corrélations génétiques entre nombre de nés vivants et résistance aux troubles infectieux mesurés en élevage commercial très faibles et non significativement différentes de zéro.

Ces valeurs de corrélations génétiques sont données pour information mais doivent être interprétées avec beaucoup de prudence car leur précision est très faible (erreurs standard comprises entre 0,40 et 0,65). Cette faible précision s'explique par un faible nombre de valeurs de résistance (955 animaux inoculés issus de 28 pères seulement) et parce que les caractères de production ne sont mesurés que sur des collatéraux élevés en ferme.

Il n'a pas été possible d'estimer les corrélations génétiques entre la note de résistance, d'une part, et les caractères de fertilité, de nombre de sevrés et de mortalité au nid, d'autre part, car les héritabilités de ces derniers caractères étaient nulles.

Conclusions

Notre étude avait pour objectif d'analyser les liaisons entre la résistance à la pasteurellose, mesurée sur les animaux inoculés du programme RELAPA, et les caractères de production des descendants des pères des animaux inoculés, mesurés dans des élevages commerciaux. Les femelles issues des pères les plus résistants avaient une meilleure fertilité. Cependant les corrélations résiduelles entre caractères de résistance et de production sont toutes faibles et non significativement différentes de zéro. Les corrélations génétiques sont également non significativement différentes de zéro et sont très imprécises.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des participants au projet RELAPA pour la qualité de leur travail, en particulier les équipes de PECTOUL, de la PFIE et des sélectionneurs partenaires du projet.

Références

Boucher S., Nouaille L., 2013. Les Maladies des Lapins (3^e édition). Editions La France Agricole, Paris, 356 pp.
 Eady S.J., Garreau H., Hurtaud J. 2004. Heritability of resistance to bacterial infection in commercial meat rabbit populations.

Proceedings of the 8th world rabbit congress: 7-10 September 2004; Puebla, Mexico, 51-56.
 Gilmour A. R., Gogel B. J., Cullis B. R., Welham S. J., Thompson, R. 2014. ASReml User Guide Release 4.1 Functional Speciation, VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP11ES, UK.
 Gunia M., David I., Hurtaud J., Maupin M., Gilbert H., Garreau H. 2015. Resistance to infectious diseases is a heritable trait in rabbits. *Journal of Animal Science*. 93:5631-8.
 Gunia M., Lantier F., Babilliot J.M., Balmisse E., Bed'hom B., Belmonte E., Bertagnoli S., Boucher S., Breton S., Chambellon E., Chaumeil T., Coisne F., Delaunay R., Fadeau A., Guillon E., Helies V., Hurtaud J., Jardet D., Kempf F., Lantier I., Lavillate S., Le Cren D., Lenoir G., Le Normand B., Marais C., Maupin M., Morin H., Poncet C., Pujol S., Robert R., Rossignol C., Ruesche J., Sarce F., Thiebot C., Helloin E., Garreau H. 2017. Premiers résultats du projet RELAPA : génomique pour la résistance génétique des lapins à la pasteurellose. 17^{èmes} J. Rech. Cunicole, *Le Mans*, 151-154
 Gunia, M., David, I., Hurtaud, J., Maupin, Gilbert, H., Garreau, H. 2018. Genetic Parameters for Resistance to Non-specific Diseases and Production Traits Measured in Challenging and Selection Environments; Application to a Rabbit Case. *Frontiers in Genetics*. 9, DOI : 10.3389/fgene.2018.00467
 Shrestha M., Garreau H., Balmisse E., Bed'hom B., David I., Guillon E., Helloin E., Lenoir G., Maupin M., Robert R., Lantier F., Gunia M. 2019. Projet relapa (génomique pour la résistance génétique des lapins a la pasteurellose) : paramètres génétiques.:18^{èmes} J. Rech. Cunicole Nantes
 Helloin E., Garreau H., Slugocki C., Hilgenberg M., Le Beux C., Licois D., Boucher S., Le Normand B., Morin H., Baumier L.M., Coisne F., Fournier E., Moreno C., Lantier F. 2015. Vers une amélioration de la résistance du lapin à la pasteurellose. 16^{èmes} J. Rech. Cunicole, *Le Mans*, 43-46.
 Lopez S., Chretien L., Salaün J.M., Wacquez P.A. 2013. Etude descriptive des mortalités des femelles reproductrices en élevage cunicole. 15^{èmes} J. Rech. Cunicole, *Le Mans*, 193-196

Hervé Garreau, Frédéric Lantier, Edouard Guitton,
 Virginie Helies, Emanuelle Helloin, Dominique Le Cren,
 Guillaume Lenoir, Mickaël Maupin, Raphaël Robert,,
 Mélanie Gunia



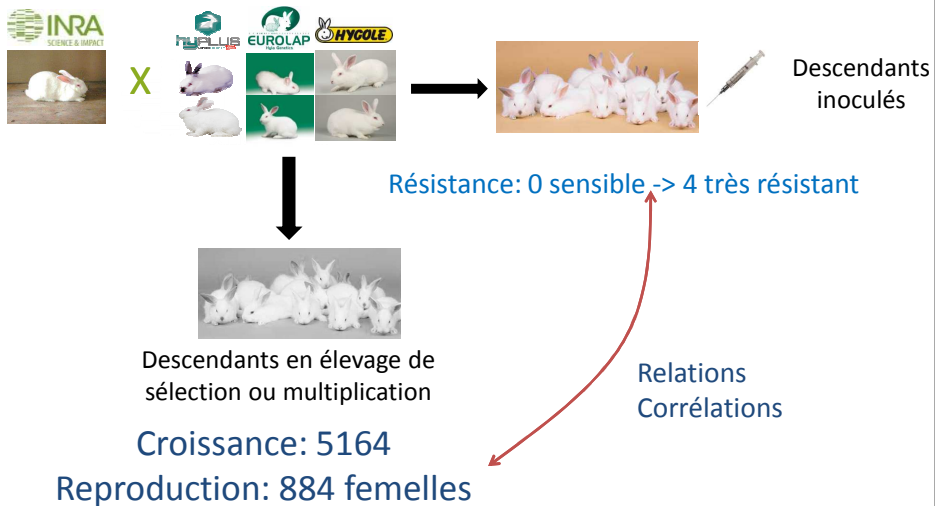
Projet RELAPA: Relations entre la résistance à la
 pasteurellose après infection expérimentale et les
 caractères de croissance et de reproduction mesurés
 en élevage commercial



JRC 2019

26 / 05 / 2019

Protocole expérimental



Protocole expérimental



Résistance: 0 sensible -> 4 très résistant

Groupe	N	Résistance moyenne	Ecart-type
Résistant	14	2,08	0,16
Sensible	14	1,60	0,28

Statistiques élémentaires

Caractère	N	Moyenne	Ecart-type
Poids sevrage (g)	5164	863	232
Poids Final (g)	4847	2311	256
Fertilité (0/1)	3568	0,86	0,34
Nés totaux/portés	3068	10,9	3,19
Nés vivants/portée	3068	10,2	3,60
Sevrés/portée	2739	8,15	1,83
Mortinatalité (%)	3068	6,95	–
Mortalité au nid (%)	2702	8,62	–

Résultat: Différence des moyennes ajustées des performances entre descendants des mâles résistant et sensibles

Caractères	Résistant-Sensible	P
Poids sevrage (g)	1	ns
Poids Final (g)	-7	ns
Fertilité (0/1)	0,072	***
Nés totaux/portés	-0,210	ns
Nés vivants/portée	-0,260	ns
Sevrés/portée	-0,130	ns
Mortinatalité (%)	0,009	ns
Mortalité au nid (%)	0,017	ns

Seule la fertilité était différente entre descendantes de mâles résistants et sensibles



.05

Résultat: Corrélations génétiques (Rg), erreurs standards (SE) et corrélations résiduelles (Re) entre la note de résistance moyenne des mâles et les caractères de croissance et de reproduction de leurs descendants

Caractères	Rg	SE	Re
Poids sevrage (g)	0,32	0,51	-0,01
Poids Final (g)	0,27	0,49	-0,01
Fertilité (0/1)	–	–	0,02
Nés totaux	-0,43	0,45	0,00
Nés vivants	-0,68	0,40	-0,02
Sevrés	–	–	-0,01
Mortinatalité	0,70	0,65	0,02
Mortalité au nid	–	–	-0,01



.06

Conclusion

- Globalement la résistance à la pasteurellose après infection expérimentale est indépendante des caractères de production et de reproduction
- Les corrélations génétiques ont une précision trop faible pour être interprétées

