

Une sélection pour la vitesse de croissance influence-t-elle la fécondance de la semence de lapin ?

M. THEAU-CLÉMENT¹, J.M. BRUN¹, J. ESPARBIÉ¹, J. FALIÈRES¹,
J. GARVANÈSE¹, E. LAMOTHE², C. LARZUL¹, N. MILCENT², G. SALEIL¹

¹INRA. Station d'Amélioration Génétique des Animaux BP 52627 - 31326 Castanet Tolosan Cedex, France

²INRA. Domaine Pluridisciplinaire du Magneraud B.P. 52 - 17700 Surgères, France

Résumé. Dans l'objectif d'étudier si la sélection pour la vitesse de croissance des lapereaux (poids à 63 j) influence la fécondance ultérieure de la semence des mâles, 17 mâles de deux lignées divergentes pour la vitesse de croissance ont été utilisés. 101 femelles INRA 2666 et 124 femelles INRA 1067, ont été inséminées tous les 42 jours pendant 4 séries. Les mâles de la lignée basse produisent un plus grand volume de semence (0,62 vs 0,54 ml), de pH plus élevé (6,96 vs 6,88) de meilleure motilité massale (6,98 vs 6,72), mais de concentration inférieure (686 vs 771×10^6 spz/ml) à celle des mâles de la lignée haute. La fertilité, la taille de portée et la productivité au sevrage sont fortement influencées par l'élevage, la série d'inséminations et l'état physiologique des lapines, mais ne varient pas significativement en fonction de la lignée. Dans les conditions expérimentales décrites, une sélection sur le poids à 63 jours n'influence pas la fécondance de la semence des mâles.

Abstract. Does selection for growth rate influence the fertilising ability of rabbit semen? To study the effect of selection for growth rate (63-d body weight) on the fertilising ability of rabbit semen, 17 bucks of two divergent lines for growth rate were used. 101 rabbit does of strain INRA 2666, and 124 does of strain INRA 1067, were inseminated every 42 days during 4 series. The bucks of the Low line produced semen with a higher volume (0.62 vs 0.54 ml), a higher pH (6.96 vs 6.88), a higher mass motility (6.98 vs 6.72), but a lower concentration (686 vs 771×10^6 spz/ml) compared with the bucks of the High line. Fertility, prolificacy and productivity at weaning were largely influenced by the farm, the AI serie and the physiological status of the does, but they were not influenced by the bucks line. In our experimental conditions, selection for 63-d body weight does not influence the fertilising ability of rabbit semen.

Introduction

Il existe peu d'informations sur les relations génétiques qui lient les caractéristiques de croissance avec les performances de reproduction. Chez la femelle, elles peuvent être altérées par une sélection sur la vitesse de croissance (volaille : Jaap et Muir, 1968, Decuyper *et al.*, 1993 ; bovins : Archer *et al.*, 1998). Peu de travaux concernent ces relations chez le mâle. Récemment, Brun *et al.* (2006) ont montré qu'une sélection divergente pour la croissance des lapereaux (poids à 63 j) n'influence ni la libido, ni la production spermatique globale. Cependant, la motilité massale ainsi que le volume des éjaculats étaient plus élevés dans la lignée basse, alors que la concentration était plus élevée dans la lignée haute. La proportion d'éjaculats utiles (pas d'urine, volume $\geq 0,4$ ml et motilité massale ≥ 6) était significativement plus élevée dans la lignée basse. En conséquence, le nombre total de spermatozoïdes utiles produits par éjaculat était de 229×10^6 dans la lignée basse contre seulement 170×10^6 dans la lignée haute. L'objectif de cette étude est d'étudier si les effets observés sur la production spermatique se répercutent sur sa fécondance.

1. Matériel et méthodes

1.1 Animaux et conduite d'élevage.

Les mâles utilisés appartiennent à la 5^{ème} génération de deux lignées divergentes sélectionnées sur le poids à 63 jours, (lignées haute et basse, respectivement H et B, Larzul *et al.*, 2003) à partir d'une souche commerciale lourde (Grimaud Frères). Les deux

lignées diffèrent sur le poids adulte (B: 4650 g, H: 5925 g). A l'âge de 19 semaines, 17 mâles de chaque lignée ayant prouvé leur aptitude à être prélevés, sont sollicités chaque semaine, à raison de 2 collectes à 15 minutes d'intervalle, un jour par semaine durant 18 semaines.

Cent une femelles INRA 2666 de l'élevage INRA d'Auzeville (Hte Garonne) et 124 lapines A1067 de l'élevage INRA du Magneraud (Charente maritime) ont servi de support à cette expérimentation. Les lapines sont inséminées tous les 42 jours et conduites en bande unique pendant 4 séries. Immédiatement avant l'insémination, les lapines sont testées sur leur réceptivité (Theau-Clément *et al.*, 2007). Aucun traitement d'induction de la réceptivité n'est utilisé. L'ovulation est induite par l'injection (i.m.) de 0,2 ml de Réceptal (Intervet). Après la mise bas, l'allaitement est libre, les portées ne sont pas homogénéisées mais les lapereaux rachitiques sont éliminés. Les animaux sont placés sous un éclairage artificiel continu de 16h de lumière par jour. Ils reçoivent quotidiennement un aliment commercial contenant 175g/kg de protéines et 145g/kg de fibres et sont nourris et abreuvés à volonté.

1.2 Dispositif expérimental.

Lors des inséminations artificielles (IA), les mâles sont prélevés dans la matinée. Seuls les 2èmes éjaculats ne possédant pas d'urine, de volume supérieur à 0,4 ml et de motilité supérieure à 5 sont dilués 20 fois dans du Galap (IMV, l'Aigle, France) et conservés pour les IA. La semence de chaque mâle (monospermie) est conditionnée en paillettes de 0,5

Tableau 1. Effet de la sélection sur les caractéristiques de la semence. Résultats de l'analyse de variance (moyennes estimées).

	<i>N</i>	Volume (ml)	pH	Motilité massale	Concentration 10 ⁶ /ml	ALH μ	VAP μ/s	VSL μ/sec	LIN %	Motiles %	Progressifs %	NspzT /ejac;	NspzM /ej	NspzT /dose	NspzM /dose
Moyenne	635	0,59	6,94	6,90	706	7,22	112	85	41,5	78,7	48,8	413	345	17,7	14,7
R ²		0,12	0,08	0,08	0,36	0,13	0,25	0,14	0,13	0,55	0,20	0,37	0,39	0,36	0,38
Lignée		***	***	***	***	***	***	NS	NS	*	*	NS	NS	***	***
Basse	446	0,62	6,96	6,98	686	7,32	115	85	41,3	78,6	47,9	418	342	17,2	14,1
Haute	189	0,54	6,88	6,72	770	6,94	106	84	41,9	77,2	50,0	414	338	19,2	15,7
Elevage		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Auzeville	289	0,58	6,92	6,86	720	7,14	111	85	41,7	77,7	49,0	411	335	18,0	14,7
Magneraud	386	0,58	6,92	6,84	736	7,13	110	84	41,5	78,1	48,9	420	345	18,4	15,1
Série		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
1	160	0,53 ^a	6,95 ^a	6,63 ^a	400 ^a	6,76 ^a	119 ^a	91 ^a	43,5 ^a	65,1 ^a	43,5 ^a	195 ^a	137 ^a	10,1 ^a	7,4 ^a
2	158	0,61 ^b	6,95 ^a	6,97 ^b	753 ^b	7,43 ^b	116 ^a	88 ^a	41,8 ^b	80,1 ^b	50,1 ^b	445 ^b	359 ^b	18,8 ^b	15,3 ^b
3	161	0,60 ^{bc}	6,82 ^b	6,85 ^b	792 ^b	7,38 ^b	106 ^b	81 ^b	40,7 ^{bc}	81,7 ^b	49,9 ^b	473 ^{bc}	393 ^b	19,8 ^b	16,4 ^b
4	156	0,57 ^c	6,96 ^a	6,95 ^b	966 ^c	6,95 ^a	102 ^c	78 ^b	40,4 ^a	84,6 ^c	52,2 ^b	550 ^c	470 ^c	24,2 ^c	20,5 ^c
Lignée*Série		**	***	*	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***
Basse 1	105	0,52 ^a	7,01 ^a	6,77 ^{acd}	351 ^a	7,22 ^a	126 ^a	91 ^a	41,4 ^{ade}	62,6 ^a	38,5 ^a	173 ^a	105 ^a	8,8 ^a	5,6 ^a
Basse 2	103	0,68 ^b	6,97 ^{ab}	6,97 ^{bd}	757 ^{bcd}	7,56 ^b	117 ^b	85 ^b	40,3 ^{abde}	78,8 ^b	46,5 ^b	484 ^b	389 ^{bf}	18,9 ^b	15,4 ^b
Basse 3	110	0,65 ^{bc}	6,92 ^b	7,10 ^b	815 ^{bcd}	7,54 ^b	111 ^c	81 ^c	39,7 ^b	85,8 ^c	49,0 ^{be}	522 ^b	445 ^c	20,4 ^b	17,4 ^c
Basse 4	117	0,61 ^c	6,94 ^b	7,08 ^b	822 ^{bcd}	6,95 ^c	106 ^d	83 ^{bc}	43,8 ^c	87,2 ^c	57,5 ^{cd}	493 ^b	430 ^{bc}	20,6 ^b	17,9 ^c
Haute 1	44	0,53 ^a	6,89 ^b	6,50 ^c	450 ^b	6,30 ^d	112 ^{bc}	92 ^a	45,7 ^c	67,6 ^d	48,5 ^{bde}	217 ^a	169 ^d	11,3 ^c	9,2 ^d
Haute 2	55	0,55 ^a	6,92 ^b	6,96 ^{abd}	749 ^{cd}	7,29 ^{ab}	116 ^b	91 ^a	43,3 ^{ce}	81,5 ^c	53,7 ^{de}	406 ^c	330 ^{ef}	18,7 ^b	15,3 ^b
Haute 3	51	0,55 ^a	6,72 ^c	6,61 ^{cd}	769 ^d	7,23 ^{ac}	101 ^d	81 ^{bc}	41,8 ^c	77,7 ^b	50,8 ^c	425 ^c	342 ^f	19,2 ^b	15,4 ^b
Haute 4	39	0,53 ^a	6,99 ^{ab}	6,82 ^d	1110 ^e	6,95 ^{ac}	97 ^e	72 ^d	36,9 ^f	82,1 ^c	46,9 ^b	607 ^d	510 ^g	27,8 ^d	23,1 ^c

Dans une même colonne, les estimées affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil 5%.

NS non significatif, * : P<0,05%, ** : P<0,01%, *** : P<0,001%

ml en fin de matinée et stockée à température ambiante. Les inséminations ont lieu en début d'après midi à Auzeville et le lendemain matin au Magneraud après expédition par Chronopost. L'attribution des lapines à un mâle est effectuée à chaque série d'IA, en tenant compte de l'équilibre des différents états physiologiques des lapines (allaitante ou non : AI+ ou AI-, réceptive ou non : R+ ou R-) entre les mâles.

1.3 Variables étudiées.

Caractéristiques de la semence : immédiatement après collecte, sont estimés le pH, le volume, la motilité d'ensemble. Les tubes de collecte sont placés dans un bain marie à 37°C, les semences sont diluées dans du Galap (1:9). La concentration est mesurée (hématimètre de Thoma, dilution finale 1:200). Dans un délai de 30 minutes après collecte, un système d'analyse d'images assisté d'un ordinateur (HTMA-IVOS Hamilton-Thorne Research, Beverly, MA/USA) est utilisé pour analyser la motilité de chaque éjaculat (Theau-Clément *et al.*, 1996). Après une deuxième dilution (1:4) dans du Galap, 2 gouttes et 3 champs par goutte sont analysés pour chaque éjaculat. Les paramètres obtenus sont les pourcentages de cellules motiles (Pmot) et progressives (Pprog : vitesse > 40 µ/sec et rectitude > 90%), la vitesse moyenne de déplacement des cellules (VAP, µ/sec), la vitesse progressive linéaire (VSL, µ/sec), la linéarité (LIN, écart de la trajectoire des cellules par rapport à un déplacement rectiligne, %), et le déplacement latéral moyen de la tête des spermatozoïdes (ALH, µ). Quelques variables synthétiques sont calculées : le nombre de spermatozoïdes totaux par éjaculat (NspzT/ej=volume

x concentration), le nombre de spermatozoïdes motiles par éjaculat (NspzM/ej=NspzT/ej x Pmot x 0,01), le nombre de spermatozoïdes totaux par dose (NspzT/dose=concentration/40), le nombre de spermatozoïdes motiles par dose (NspzM/dose=NspzT/dose x Pmot x 0,01).

Performances de reproduction des lapines : la fertilité (taux de mises bas), les tailles de portée à la naissance et au sevrage ainsi que la productivité au sevrage (nombre de lapereaux sevrés/IA) ont été analysées.

1.4 Analyses statistiques.

Les caractéristiques de la semence, les tailles de portée à la naissance et au sevrage et la productivité au sevrage ont été étudiées au moyen d'une analyse de variance à effets fixés en utilisant la procédure GLM de SAS. La fertilité a été analysée selon un modèle linéaire généralisé en utilisant la procédure GENMOD de SAS. Quelle que soit l'analyse, les effets fixés étaient la lignée (basse et haute), l'élevage (Auzeville et Magneraud), la série d'IA (4 niveaux) et, pour les caractères de fécondité, l'état physiologique des lapines au moment de l'IA (AI+R+, AI+R-, AI-R+ et AI-R-). L'effet de la parité trouvé non significatif dans une analyse préliminaire n'a pas été introduit dans le modèle. Seules les interactions significatives ont été retenues dans le modèle.

2. Résultats et discussion

2.1 Effets de la sélection sur les caractéristiques de la semence inséminée.

Les mâles B expriment un pH, un volume, une motilité massale, un déplacement latéral de la tête et une vitesse d'acheminement significativement

Tableau 2. Performances moyennes des lapines en fonction de la lignée, de la cellule, de la série et de l'état physiologique au moment de l'IA (fertilité : moyennes arithmétiques, autres variables : moyennes estimées).

	N	Fertilité (%)	Productivité au sevrage	N	Nés totaux	Nés vivants	N	Sevrés
Moyenne	643	66,7	5,0	429	9,9	9,1	391	8,3
Résiduelle		-	4,3		3,7	3,9		2,9
Lignée		NS	NS		NS	NS		NS
Basse	454	66,5	4,6	302	9,5	8,8	269	8,0
Haute	189	67,2	5,1	127	9,4	8,8	122	8,2
Elevage		***	**		NS	NS		NS
Auzeville	293	73,7	5,4	216	9,6	8,6	197	8,0
Magneraud	350	60,9	4,3	213	9,4	9,0	194	8,2
Série d'IA		***	***		NS	T		NS
1	168	61,9	3,7 ^a	104	8,6	7,8 ^a	85	7,8
2	158	61,3	4,3 ^{ab}	97	9,4	8,6 ^{ab}	93	7,8
3	161	68,3	5,2 ^b	110	9,8	9,2 ^b	101	8,5
4	156	75,6	6,3 ^c	118	10,1	9,6 ^b	112	8,2
Etat physiologique		***	***		T	NS		**
AI+R+	211	76,3	6,5 ^a	161	10,3 ^a	9,6	147	9,0 ^a
AI+R-	146	32,9	2,3 ^b	48	8,6 ^b	8,1	44	8,2 ^{ab}
AI-R+	211	82,9	6,2 ^a	175	10,0 ^{ab}	9,2	157	7,9 ^b
AI-R-	75	60,0	4,5 ^c	45	8,8 ^b	8,3	43	7,3 ^b
Elevage x Etat physio.		NS	T		NS	NS		NS
Série x Etat physio.		*	NS		NS	NS		NS

Dans une même colonne, les estimées affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil 5%.
T (tendance) : P<10%, * : P<0,05%, ** : P<0,01%, *** : P<0,001%

supérieurs à ceux de la lignée H (respectivement 6,96 vs 6,88, 0,62 vs 0,54 ml; 6,98 vs 6,72; 7,32 vs 6,94 μ et 115 vs 106 μ /sec, $P < 0,001$, tableau 1), et ont tendance à avoir un pourcentage de cellule mobiles et progressives supérieurs ($P < 0,058$). Inversement la semence des mâles H est plus concentrée (770 vs 686x10⁶ spz/ml, $P < 0,058$). En conséquence, le nombre de spermatozoïdes totaux et motiles par éjaculat ne varie pas significativement alors que, ramené à la dose inséminée, le nombre de spermatozoïdes totaux et motiles est supérieur pour la lignée H (respectivement 19,2 vs 17,2, $P = 0,001$ et 15,7 vs 14,1, $P = 0,003$). VSL et LIN ne sont pas influencés par la sélection. Sur cet échantillon de semences sélectionnées, à l'exception du pH, on retrouve les résultats de Brun *et al.* (2006) sur l'ensemble des semences récoltées. Au moment de la collecte, les caractéristiques des semences inséminées ne diffèrent pas entre élevages, illustrant une répartition équitable des semences. A l'opposé, elles varient très significativement ($P < 0,001$) en fonction de la série d'IA, signe de la grande variabilité des caractéristiques de la semence de lapin. Une interaction significative lignée*série traduit l'amélioration progressive au fil des séries, du volume, de la motilité massale, du pourcentage de spermatozoïdes motiles et progressifs dans la lignée B, alors que ces caractères fluctuent ou évoluent moins dans la lignée H. Cette observation suggère un effet de la sélection sur la cinétique de ces caractères. Dans les deux lignées, la concentration augmente avec la série d'IA, de façon plus élevée dans la lignée B (+ 471x10⁶ spz/ml) que dans la lignée H (+ 660x10⁶ spz/ml). Cet effet se répercute directement sur le nombre de spermatozoïdes inséminés.

2.2 Effets de la sélection sur les performances de reproduction des lapines.

Le déséquilibre du nombre d'IA réalisées entre la lignée B (n=446) et H (n=189) confirme la production de semences utiles plus élevée dans la lignée B (Brun *et al.*, 2006). La fertilité, les tailles de portée à la naissance et au sevrage ne diffèrent pas significativement en fonction de la lignée (tableau 2). La productivité au sevrage est plus élevée dans la lignée H (5,1 vs 4,6 lapereaux sevrés/IA) mais la différence n'est pas significative. Aucune interaction en relation avec la lignée n'est significative. La fertilité et la productivité sont plus élevées à Auzeville (respectivement, 73,7 vs 60,9 %, $P < 0,001$, 5,4 vs 4,3 sevrés/IA, $P = 0,008$), résultant sans doute en partie, du délai entre la collecte de la semence et son utilisation (Auzeville : 4 h en moyenne, Magneraud : 30 h) et des conditions non maîtrisées de conservation de la semence (expéditions Chronopost). Les tailles de portée à la naissance et au sevrage ne varient pas significativement entre les deux sites. La série d'IA influence significativement la fertilité et la productivité au sevrage (augmentation régulière après la 2^{ème} IA, $P < 0,001$) et plus faiblement ($P = 0,060$), le nombre de nés vivants (après la 2^{ème} série d'IA,

$P = 0,060$). L'état physiologique influence fortement la fertilité, la productivité au sevrage ($P < 0,001$) et plus faiblement ($P = 0,067$) le nombre de nés totaux (plus faible chez les lapines non réceptives). Comme l'ont montré Castellini et Lattaioli, 1999 et Theau-Clément, 2007, les lapines AI+R- sont significativement moins fertiles (32,9 %, $P < 0,001$) que les AI+R+ et les non allaitantes, conduisant à une productivité au sevrage significativement plus faible (2,3 lapereaux sevrés/IA, $P < 0,001$). Sur la fertilité, une interaction série*état physiologique est mise en évidence ($P = 0,050$), elle est liée à l'augmentation progressive de la fertilité des non-allaitantes et non-réceptives au fil des séries tandis que pour les AI+R-, elle n'apparaît que pour les 2 dernières séries.

Conclusion

Cette étude confirme qu'une sélection divergente pour la vitesse de croissance des lapereaux est susceptible d'affecter les caractéristiques de la semence des mâles. Cependant, nous n'avons pas mis en évidence de répercussion sur la fécondance du sperme. D'autres facteurs sont plus déterminants pour la fécondité, comme l'état physiologique au moment de l'IA et les conditions de conservation de la semence.

Remerciements

Les auteurs remercient les techniciens des élevages d'Auzeville et du Magneraud ainsi que R. Duzert et son équipe pour leur précieuse collaboration.

Références

- ARCHER JA., ARTHUR PF., PARNELL PF., VAN de REN RJ. 1998. Effect of a divergent selection for yearling growth rate on female reproductive performance in Angus cattle. *Livest. Prod. Sci.* 57, 33-40.
- BRUN J.M., THEAU-CLÉMENT M., ESPARBIÉ J., FALIÈRES J., SALEIL, G., LARZUL C. 2006. Semen production in two rabbit lines divergently selected for 63-d body weight. *Theriogenology* 66, 2165-2172.
- CASTELLINI C. AND LATTAIOLI P. 1999. Effect of motile sperms inseminated on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 57, 111-120.
- DECUYPERE E., LEENSTRA F., HUYBRECHTS LM., FENG PY, ARNOUITS S., HERREMANS M, *et al.* 1993. Selection for weight gain or food conversion in broilers affects the progesterone production capacity of large follicles in the reproductive adult breeder. *Br. Poult. Sci.*, 34, 543-552.
- JAAP RG, Muir FV. 1968. Erratic oviposition and egg defects in broiler-type pullets. *Poult. Sci.*, 47, 417-423.
- Larzul C., Gondret F., Combes S., de Rochambeau H. 2003. Divergent selection on 63 day-body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genet. Sel. Evol.*, 34, 105-122.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1999. SAS User's guide, version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Theau-Clément, M., Lattaioli, P., Roustan, A., Castellini, C. 1996. Reliability and accuracy of a computerised semen image analyses to evaluate various biological parameters in rabbit semen. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse 1996, Vol 2, 139-143.
- THEAU-CLÉMENT. M. 2007. Preparation of the rabbit doe to insemination : a review. *World Rabbit Science*, Vol. 15(2), 61-80.