

## Productivité de la lapine et état physiologique

B Poujardieu, M Théau-Clément

INRA, station d'amélioration génétique des animaux, BP 27,  
31326 Castanet-Tolosan cedex, France

(Reçu le 2 décembre 1993; accepté le 10 mai 1994)

**Résumé** — Nous analysons 34 769 portées de 5 830 lapines des souches A1077, A9077, A2066, A3088 et A4089. La femelle est allaitante lors de la saillie fécondante pour 19 373 portées, non allaitante pour 15 396 portées. Nous estimons l'influence de l'état physiologique lors de la saillie sur les tailles de portées et le poids total de la portée ou du lapereau au sevrage. L'état physiologique combine la parité et l'état d'allaitement. En saillie naturelle toutes les femelles saillies sont réceptives. La souche influence tous les caractères et interagit avec l'état physiologique. L'état physiologique influence tous les caractères ; mais il s'agit plus d'un effet parité que d'un effet de l'état d'allaitement. Lorsque l'on passe de la 1<sup>re</sup> à la 2<sup>e</sup> mise bas, les nés totaux augmentent de 0,65 lapereaux, les nés vivants de 0,79 et les sevrés de 0,79 ; le poids total croît de 577 g et le poids individuel de 33 g. Au-delà de la seconde mise bas les augmentations cessent d'être significatives. À parité fixée, nous observons une différence d'au plus 0,4 lapereau au bénéfice des femelles non allaitantes ; cet avantage s'amenuise avec l'avancement de la carrière. Le poids total de la portée n'est pas influencé par l'état d'allaitante. Les poids individuels moyens au sevrage des lapereaux nés de femelles allaitantes sont supérieurs ou égaux à ceux nés de lapines non allaitantes. L'influence de l'état physiologique est très variable. En conclusion, une correction *a priori* des données pour l'effet de l'état physiologique est impossible en particulier à cause des interactions observées avec le type génétique ; il faut alors introduire cet effet dans le modèle d'analyse de variance.

**lapin / prolificité / productivité au sevrage / état physiologique**

**Summary** — **Productivity of does and physiological status.** Data for 34 769 litters from 5 830 dams, 19 373 from suckling does and 15 396 from non-suckling does have been analyzed. The does belonged to A1077, A9077, A2066, A3088 and A4089 strains selected by INRA since 1976. We have studied the effect of the physiological status of a doe at the time of mating on litter sizes and weights of the litter or the young rabbits at weaning. The physiological status combines the number of young and the suckling status. All the does experienced natural mating to which they were receptive. The strain influenced all traits and interacted with physiological status. The physiological status influenced all traits but was more an effect of number of young than an effect of suckling status. On going from the first to the second litter, the total number of births increased to 0.65 kids, the number of kids born alive increased to 0.79, the number of kids weaned increased to 0.79, the total litter weight increased

*to 577 g and the individual weight at weaning increased to 33 g. The differences between later litters were not significant. When the number of young was fixed, a difference of 0.4 kids was observed for non-suckling dams over suckling dams. The total weight at weaning was not influenced by physiological status. The mean weight at weaning in suckling dams was higher than that of non-suckling dams. The effect of physiological status remains unclear and it is not possible to correct data for a physiological status effect unless this effect is included in the variance analysis model.*

**rabbit / prolificacy / productivity at weaning / physiological status**

**INTRODUCTION**

La vache, espèce monotoque, et la lapine, espèce polytoque, sont les seuls animaux d'intérêt zooteknique à qui l'homme demande de gérer en simultanéité une lactation et une gestation. Ainsi se développe chez le lapin une problématique originale sans équivalent dans les autres espèces.

Les premières études consacrées au lapin (Gregory, 1932 ; Rollins *et al*, 1963) mettent en évidence une augmentation des caractères de reproduction et de production en début de carrière, un maintien puis une diminution. La rationalisation de l'élevage entraîne une réduction de l'intervalle entre mise bas ; à l'effet de la parité s'ajoute un effet de l'allaitement. L'émergence de l'insémination artificielle – technique qui permet d'induire une gestation chez une femelle même si, en saillie naturelle, elle aurait refusé l'accouplement – y ajoute un effet réceptivité. Effet parité, effet allaitement, effet réceptivité sont les composantes de ce que l'on nomme l'état physiologique d'une femelle au moment de l'induction d'une gestation. Sans saillie forcée, les femelles saillies naturellement sont réceptives ; l'état physiologique se réduit alors à la parité et à l'allaitement.

L'analyse des expériences de sélection conduites depuis 1976 chez le lapin au centre de recherches de Toulouse permet de traiter un grand nombre de mise bas. Le but de cette étude est donc de préciser l'influence de l'état physiologique de la femelle et de ses composantes, parité et état d'al-

laitement, en analysant les données collectées de 1976 à 1992.

**CONDUITE DES ANIMAUX ET CARACTÈRES ANALYSÉS**

Les données proviennent de 5 souches sélectionnées pendant 18 générations : la souche A1077 d'origine de race Néozélandaise blanche, la souche A9077 souche témoin de la précédente, la souche A2066 d'origine de race Californienne, la souche A3088 d'origine de race Petit russe et la souche A4089, souche synthétique entre la souche A3088 et une souche d'origine Deutch.

L'âge de mise à la reproduction de la femelle varie de 17 à 20 sem. Les lapines vivent en cages individuelles grillagées disposées en système californien au début puis en flat-deck dans des cellules de maternité sans fenêtres sauf au début de l'expérimentation. La durée d'éclairément en maternité est de 16 h par 24 h. La durée du jour le plus long à Toulouse (43°36'N, 1°26'E) excède à peine 16 h. Les maternités, ventilées, sont chauffées en hiver. En été, la température peut y dépasser 32°C.

Les lapines sont abreuvées à volonté. Elles consomment à volonté un aliment granulé concentré complet du commerce dont la composition, variable au cours du temps, s'ajuste au mieux aux recommandations du moment. Jusqu'à la sixième génération les reproducteurs sont rationnés à environ

160 g par jour de l'âge de 8 sem jusqu'à quatre ou cinq j avant la mise à la reproduction. Dans les générations ultérieures ils sont nourris *ad libitum*.

Les lapines sont saillies 11 j après une mise bas. Un diagnostic de gestation par palpation abdominale est réalisé 10 j après la saillie ; si la femelle est jugée non gestante, elle est saillie 4 j après. Une femelle qui refuse la saillie est présentée 7 j plus tard. Ainsi, lorsque la première saillie est fécondante, l'intervalle théorique entre 2 mise bas est de 42 j. En principe 3 saillies négatives entraînent l'élimination de la femelle.

Au sevrage, les lapereaux sont transférés dans des cellules d'engraissement ; ils y sont logés en cages collectives de 6 à 8. Les cellules d'engraissement sont éclairées le temps nécessaire aux soins. À l'âge de 11 sem les lapereaux sont triés et les reproducteurs entrent en maternités ; ils passent alors brusquement à un éclairage de 8 h par 24 h maintenu jusqu'au quatrième jour avant la présentation au mâle de la première femelle de la cellule ; la photopériode s'établit alors à 16 h.

Les lapereaux vivants et morts à la naissance et les lapereaux sevrés sont dénombrés. Les lapereaux sont pesés individuellement au sevrage. Les caractères retenus de prolificité et de productivité pondérale sont : le nombre de nés morts, le nombre de nés vivants, le nombre de nés totaux, cumul des précédents, le nombre de sevrés, le poids total de la portée au sevrage et le poids moyen du lapereau au sevrage.

## MÉTHODE D'ANALYSE

Les données de 34 769 portées de 5 830 lapines des souches A1077, A9077, A2066, A3088 et A4089 sont analysées. La femelle est allaitante lors de la saillie

fécondante pour 19 373 portées, non allaitante pour 15 396 portées. Une femelle est allaitante si la saillie fécondante se situe moins de 51 j après la mise bas précédente (42 j : saillie 1 ; 49 j : saillie 2). Sans enregistrement des dates de saillies, le calcul de la fertilité vraie est impossible ; nous calculons un taux de reprise des femelles comme le rapport du nombre de femelles allaitantes au nombre de mise bas juste précédent.

Un modèle croisé d'analyse de variance à effets fixés avec interactions de premier ordre et 2 covariables, les valeurs de la consanguinité du père et de la mère de la portée, permet d'estimer les effets de la souche (5 niveaux), de l'état physiologique (17 niveaux, les nullipares puis allaitantes ou non par parité jusqu'à la neuvième) et de la période de temps comptée depuis le début de l'expérience (61 niveaux). Les niveaux de l'effet temporel découlent d'une division de l'année en 3 périodes d'environ 4 mois ; la durée de l'expérience est de 17 ans. Les générations des souches A1077, A9077 et A2066 se recouvrent ; une modalité de l'effet temporel renferme des données de 2 générations au moins. Les générations des souches A3088 et A4089 se succèdent dans la même cellule ; une modalité de l'effet temporel renferme alors des données d'une seule génération.

La consanguinité des parents est préférée à celle des descendants. En début de carrière, au moment de la collecte des prédicteurs, les lapines des souches A3088 et A4089 sont conduites en croisement avec des mâles de la souche A1077. Les lapereaux sont alors non consanguins. Les autres souches se reproduisent en souche pure. Considérer la consanguinité des parentés crée une moindre hétérogénéité. Les valeurs des coefficients de consanguinité sont obtenus par exploration des arbres généalogiques jusqu'à la dixième génération puis en utilisant les relations entre les valeurs des coefficients de parenté d'indi-

vidus de générations adjacentes (Chevalet, 1975).

Les moyennes par souche et par état physiologique sont classées puis comparées à l'aide d'une statistique  $t$  généralisée de Bonferroni (SAS/STAT, 1987). Des contrastes comparés à 0 à l'aide d'une statistique  $t$  et construits sur l'effet état physiologique expriment les différences entre 2 parités adjacentes et, par parité et pour l'ensemble, les différences de résultats moyens entre femelles allaitantes et non allaitantes. Nous calculons et nous comparons à 0 à l'aide d'une statistique  $t$  les écarts à l'additivité lorsque l'interaction est significative. L'écart à l'additivité est la différence entre la valeur observée d'une cellule et la valeur théorique qu'elle aurait si l'on combinait simplement les estimées des effets marginaux. Les calculs sont réalisés sur l'ordinateur IBM 3090 du centre de traitement de l'information de Jouy-en-Josas à l'aide de logiciels de la programmathèque SAS.

## RÉSULTATS

Le nombre de femelles qui réalisent exactement de 1 à 9 mise bas figure au tableau I.

Le nombre de mises bas dépend de la souche ( $\chi^2 = 646,7$  pour 32 dl,  $P < 0,001$ ). Cette hétérogénéité est due avant tout à la souche A2066 ; 16,7% des femelles font une seule mise bas alors que l'on en dénombre de 10% à 13% dans les autres souches et 46,0% des femelles disparaissent avant la quatrième mise bas contre 30% à 35% dans les autres souches. Au tableau I figure aussi le nombre de femelles qui réalisent plus de 9 mise bas ; 38% des femelles de la souche A1077, 28% des femelles de la souche A9077, 19% des femelles de la souche A2066, 10% des femelles de la souche A3088 et 6% des femelles de la souche A4089 réalisent plus de 9 mise bas. Ces différences sont indépendantes de la potentialité des souches, elles reflètent le mode de conduite en particulier pour les souches A3088 et A4089. Le

**Tableau I.** Nombre de femelles réalisant exactement  $i$  mise bas.

Parité	Souche											
	A1077		A9077		A2066		A3088		A4089		Total	
	N	Fréq	N	Fréq	N	Fréq	N	Fréq	N	Fréq	N	Fréq
1	133	0,10	48	0,11	168	0,17	112	0,13	99	0,12	560	0,12
2	159	0,12	35	0,08	159	0,16	107	0,13	88	0,10	548	0,11
3	157	0,12	47	0,11	134	0,13	93	0,11	86	0,10	517	0,11
4	118	0,09	24	0,05	122	0,12	81	0,10	95	0,11	440	0,09
5	134	0,10	39	0,09	95	0,09	94	0,11	115	0,14	477	0,10
6	146	0,11	62	0,14	104	0,10	109	0,13	113	0,13	534	0,11
7	160	0,12	59	0,13	75	0,07	110	0,13	120	0,14	524	0,10
8	108	0,08	63	0,14	62	0,06	82	0,10	79	0,09	394	0,07
9	182	0,14	55	0,12	86	0,09	61	0,07	48	0,06	432	0,09
Total	1297	1,00	432	1,00	1005	1,00	849	1,00	843	1,00	4428	1,00
> 9	830		174		230		100		68		1402	
Total	2127		606		1235		949		911		5830	

nombre de portées utilisables décroît de 2127 à 342 chez les femelles A1077 non allaitantes et de 1 071 à 670 chez les allaitantes de la 1<sup>re</sup> ou de la 2<sup>e</sup> à la 9<sup>e</sup> mise bas. Dans la souche A9077 les valeurs homologues sont : 606, 50, 349, 179, en souche A2066 : 1 235, 125, 613, 200, en souche A3088 : 949, 43, 626, 118, en souche A4089 : 911, 28, 642, 88. Les décroissances des nombres de portées varient d'un génotype à un autre.

Le taux de reprise des femelles allaitantes figure au tableau II. Par souche et pour l'ensemble il augmente avec l'avancement de la carrière. Marginalement le taux de reprise augmente significativement chez les femelles primipares et secondipares puis reste constant. Les femelles de la souche A3088 ont le taux de reprise le meilleur. Parité et souche interagissent.

Les valeurs moyennes estimées selon l'analyse de variance figurent par souche au tableau III. La souche, l'état physiologique, la période de temps, les interactions de la souche avec l'état physiologique ou la période de temps influencent l'ensemble des caractères. La consanguinité du père de la portée n'influence pas les tailles de portées ; le poids total de portées et le poids moyen du lapereau au sevrage diminuent

lorsque la valeur de la consanguinité du père augmente. La consanguinité de la mère influence les tailles de portées et la productivité pondérale au sevrage. Une augmentation de 10% de la consanguinité de la mère s'accompagne d'une augmentation de 0,04 lapereau né mort et d'une diminution de 0,22 lapereau né vivant et de 0,18 lapereau sevré ; le poids total de la portée au sevrage diminuerait de 140 g et le poids moyen du lapereau de 7 g. Les valeurs des coefficients de détermination sont faibles : de 0,041 pour le nombre de nés morts à 0,081 pour les nés totaux et de 0,208 à 0,253 pour la productivité au sevrage ; les facteurs considérés dans le modèle expliquent une faible part de la variabilité des caractères.

Les estimations de l'effet état d'allaitement par parité figurent au tableau IV-1. Les femelles saillies allaitantes perdent au plus 0,10 de lapereau né mort ; les tailles de portées en nés vivants, nés totaux et sevrés des femelles primipares allaitantes sont réduites de 0,4 lapereau ; par la suite on peut observer des différences aussi importantes, mais en général elles sont de moitié inférieures. Le poids moyen des lapereaux sevrés nés de femelles allaitantes est supérieur à celui des femelles non allaitantes

**Tableau II.** Taux de reprise des femelles allaitantes.

Parité	A1077	A9077	A2066	A3088	A4089	Total
2	51,1	62,5	56,9	74,7	78,8	64,0 <sup>c</sup>
3	58,4	66,7	58,3	75,3	77,6	67,0 <sup>b</sup>
4	62,7	68,9	63,9	81,1	77,8	70,6 <sup>a</sup>
5	66,0	70,1	65,0	77,1	76,6	70,6 <sup>a</sup>
6	66,9	78,4	62,0	75,9	78,5	71,9 <sup>a</sup>
7	67,9	76,6	64,0	73,3	74,2	70,7 <sup>a</sup>
8	70,0	77,0	66,9	73,6	74,8	71,9 <sup>a</sup>
9	66,2	78,1	61,5	73,2	75,8	70,5 <sup>a</sup>
Total	63,7 <sup>c</sup>	72,3 <sup>b</sup>	62,3 <sup>c</sup>	75,6 <sup>a</sup>	74,8 <sup>b</sup>	

Les moyennes égales sont suivies d'une même lettre

**Tableau III.** Valeurs moyennes (et écarts types de la variable) des caractères de prolificité et de productivité pondérale.

<i>Parité</i>	<i>A1077</i>	<i>A9077</i>	<i>A2066</i>	<i>A3088</i>	<i>A4089</i>
Nés morts	0,46 <sup>a</sup> (1,31)	0,66 <sup>c</sup> (1,63)	0,57 <sup>b</sup> (1,70)	0,46 <sup>a</sup> (1,37)	0,64 <sup>bc</sup> (1,62)
Nés vivants	7,72 <sup>d</sup> (3,09)	6,80 <sup>b</sup> (3,17)	7,22 <sup>c</sup> (3,45)	6,61 <sup>a</sup> (2,79)	7,61 <sup>d</sup> (3,12)
Nés totaux	8,19 <sup>d</sup> (2,86)	7,47 <sup>d</sup> (2,81)	7,80 <sup>c</sup> (3,00)	7,08 <sup>a</sup> (2,44)	8,17 <sup>d</sup> (2,67)
Sevrés	6,60 <sup>d</sup> (2,87)	5,86 <sup>b</sup> (3,02)	6,12 <sup>c</sup> (3,23)	5,52 <sup>a</sup> (2,80)	6,08 <sup>c</sup> (3,01)
Sevrage. Poids de portée (g)	4291 <sup>d</sup> (1341)	4363 <sup>c</sup> (1525)	4139 <sup>c</sup> (1387)	3527 <sup>a</sup> (1207)	3789 <sup>b</sup> (1210)
Sevrage. Poids du lapereau (g)	630 <sup>c</sup> (137)	702 <sup>d</sup> (149)	633 <sup>c</sup> (142)	585 <sup>b</sup> (152)	573 <sup>a</sup> (125)

Par ligne, les moyennes égales sont suivies d'une même lettre.

mais les poids totaux de portées sont supérieurs chez les femelles non allaitantes ; la supériorité des poids moyens est donc une conséquence des tailles de portées inférieures au sevrage. À parité fixée, ces différences sont rarement significatives ; elles sont supérieures à 0 lorsque l'on considère l'effet marginal de l'état d'allaitement (total) ou les résultats obtenus en parité 2 et en parité 5. Les différences semblent diminuer avec l'avancement de la carrière. Nous avons donc repris l'analyse pour des longueurs de carrière fixées. Dans les carrières d'exactly 7, 8 ou 9 mise bas, à la naissance aucune différence n'est significative et au sevrage une seule l'est, la taille de la portée. Dans les carrières de 5 ou 6 mise bas, quelques différences non nulles de tailles de portées apparaissent en fin de carrière, toujours au bénéfice des femelles non allaitantes. Les carrières courtes (4 mise bas) se caractérisent par des différences significatives en parité 3. La différence allai-

tante, non allaitante de poids total de la portée au sevrage est supérieure à 0 en parité 5 des carrières de 5 mise bas. Des différences de poids moyen du lapereau sevré s'observent dans les carrières d'au-moins 6 mise bas en particulier en fin de carrière. Il existe donc une relation entre la durée de la carrière et un faible effet dépressif de l'état de femelle allaitante.

Les différences entre 2 estimées consécutives de l'effet parité figurent au tableau IV.2. Le nombre de nés morts diminue de 0,13 lapereau de la première à la seconde mise bas puis reste constant. Les nombres de nés totaux, de nés vivants, de sevrés, le poids total et le poids moyen du lapereau au sevrage augmentent jusqu'à la troisième mise bas puis se stabilisent. En aucun cas nous n'observons de diminution significative en fin de carrière.

Les valeurs moyennes par classe d'état physiologique figurent au tableau V. Le nombre maximum de nés morts (0,71)

**Tableau IV.** Estimation des effets allaitement et parité.

<i>a Différences allaitantes — non allaitantes par parité</i>						
<i>Parité</i>	<i>Nés morts</i>	<i>Nés vivants</i>	<i>Nés totaux</i>	<i>Sevrés</i>	<i>Poids total</i>	<i>Poids moyen</i>
2	-0,01 n	-0,44 h	-0,45 h	-0,41 h	-91 s	12 s
3	0,02 n	-0,20 n	-0,17 n	-0,20 s	-68 n	13 h
4	0,00 n	-0,14 n	-0,14 n	-0,22 s	-74 n	20 h
5	0,10 n	-0,44 h	-0,34 h	-0,40 h	-112 s	27 h
6	0,06 n	-0,11 n	-0,04 n	-0,21 n	-43 n	-1 n
7	0,07 n	-0,02 n	0,04 n	-0,20 n	-133 s	0 n
8	0,02 n	-0,04 n	-0,02 n	-0,09 n	31 n	10 n
9	0,06 n	-0,15 n	-0,00 n	-0,14 n	21 n	8 n
Total	0,04 n	-0,19 h	-0,15 h	-0,24 h	-58 s	11 n

  

<i>b Différences des estimées des parités i + 1 et i</i>						
<i>Parité</i>	<i>Nés morts</i>	<i>Nés vivants</i>	<i>Nés totaux</i>	<i>Sevrés</i>	<i>Poids total</i>	<i>Poids moyen</i>
2-1	-0,13 h	0,79 h	0,85 h	0,79 h	577 h	33 h
3-2	-0,06 n	0,14 s	0,08 n	0,12 s	140 h	12 h
4-3	0,02 n	-0,06 n	-0,03 n	-0,04 n	-6 n	-0 n
5-4	-0,02 n	-0,01 n	-0,03 n	-0,10 n	-59 n	4 n
6-5	0,03 n	-0,22 s	-0,19 s	-0,23 s	-96 n	3 n
7-6	0,06 n	-0,17 n	-0,13 n	-0,15 n	-39 n	7 n
8-7	-0,02 n	-0,05 n	-0,08 n	-0,04 n	-31 n	5 n
9-8	-0,02 n	0,11 n	0,08 n	-0,05 n	-9 n	5 n

Différence significative à 1% : h ; à 5% : s ; non significative : n.

apparaît chez les femelles nullipares et le nombre minimum (0,45) chez les femelles non allaitantes en cinquième mise bas. Les femelles nullipares ont les tailles de portées en nés vivants (6,5), en nés totaux (7,2) et en sevrés (5,4) minimum ; les maxima sont 7,5, 8,1 et 6,4 et sont obtenus en parité 3, 2 et 4 chez des femelles non allaitantes. Le poids total de la portée (3561 g) et le poids moyen du lapereau (589 g) au sevrage sont minimum chez les femelles nullipares ; les maxima sont de 4 247 g et 643 g et sont obtenus en parité

3 de femelles non allaitantes ou en parité 5 de lapines allaitantes.

L'interaction de la souche avec l'état physiologique est significative pour tous les caractères. Chez les nés morts, les écarts à l'additivité varient de 0,27 à -0,24 ; 7 écarts sur 85 sont non nuls dont 4 en début de carrière. Les écarts à l'additivité des autres variables de la souche A1077 sont positifs ou nuls ; en souche A3088 ils sont négatifs ; dans les autres souches les écarts sont souvent positifs en début de carrière, négatifs par la suite. Ainsi la prolificité et la pro-

**Tableau V.** Estimées des valeurs moyennes des classes d'état physiologique.

<i>Parité</i>	<i>Allaitement</i>	<i>Nés morts</i>	<i>Nés vifs</i>	<i>Nés totaux</i>	<i>Sevrés</i>	<i>Poids total</i>	<i>Poids moyen</i>
1	non	0,71 <sup>c</sup>	6,52 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	5,45 <sup>a</sup>	3561 <sup>a</sup>	589,8 <sup>a</sup>
2	oui	0,58 <sup>b</sup>	7,06 <sup>b</sup>	7,64 <sup>b</sup>	5,98 <sup>c</sup>	4057 <sup>c</sup>	628,5 <sup>c</sup>
2	non	0,58 <sup>b</sup>	7,51 <sup>c</sup>	8,09 <sup>d</sup>	6,41 <sup>e</sup>	4137 <sup>c</sup>	612,0 <sup>b</sup>
3	oui	0,54 <sup>ab</sup>	7,36 <sup>c</sup>	7,90 <sup>c</sup>	6,24 <sup>de</sup>	4218 <sup>d</sup>	640,1 <sup>b</sup>
3	non	0,50 <sup>ab</sup>	7,53 <sup>c</sup>	8,03 <sup>d</sup>	6,43 <sup>e</sup>	4247 <sup>d</sup>	622,6 <sup>c</sup>
4	oui	0,55 <sup>ab</sup>	7,32 <sup>c</sup>	7,87 <sup>c</sup>	6,19 <sup>d</sup>	4206 <sup>d</sup>	641,7 <sup>d</sup>
4	non	0,52 <sup>ab</sup>	7,48 <sup>c</sup>	8,01 <sup>cd</sup>	6,44 <sup>de</sup>	4223 <sup>d</sup>	613,6 <sup>b</sup>
5	oui	0,55 <sup>ab</sup>	7,20 <sup>b</sup>	7,75 <sup>b</sup>	6,03 <sup>c</sup>	4107 <sup>cd</sup>	643,6 <sup>d</sup>
5	non	0,45 <sup>a</sup>	7,61 <sup>e</sup>	8,06 <sup>cd</sup>	6,40 <sup>de</sup>	4147 <sup>c</sup>	609,5 <sup>b</sup>
6	oui	0,56 <sup>ab</sup>	7,16 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	5,92 <sup>c</sup>	4023 <sup>c</sup>	627,0 <sup>c</sup>
6	non	0,50 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>cb</sup>	7,74 <sup>cb</sup>	6,08 <sup>cd</sup>	3997 <sup>bc</sup>	622,6 <sup>bc</sup>
7	oui	0,63 <sup>c</sup>	7,02 <sup>b</sup>	7,66 <sup>b</sup>	5,74 <sup>b</sup>	3906 <sup>c</sup>	630,0 <sup>c</sup>
7	non	0,58 <sup>a</sup>	7,03 <sup>b</sup>	7,61 <sup>b</sup>	5,92 <sup>bc</sup>	3991 <sup>bc</sup>	626,9 <sup>c</sup>
8	oui	0,59 <sup>b</sup>	6,99 <sup>b</sup>	7,58 <sup>b</sup>	5,82 <sup>bc</sup>	3909 <sup>b</sup>	633,1 <sup>bc</sup>
8	non	0,59 <sup>b</sup>	6,97 <sup>b</sup>	7,56 <sup>b</sup>	5,90 <sup>bc</sup>	3882 <sup>b</sup>	628,1 <sup>c</sup>
9	oui	0,59 <sup>b</sup>	7,06 <sup>b</sup>	7,65 <sup>b</sup>	5,75 <sup>b</sup>	3879 <sup>b</sup>	625,1 <sup>c</sup>
9	non	0,53 <sup>a</sup>	7,21 <sup>cb</sup>	7,74 <sup>cb</sup>	5,92 <sup>bc</sup>	3878 <sup>b</sup>	618,6 <sup>bc</sup>

Par colonne, les moyennes égales sont suivies d'une même lettre.

ductivité pondérale au sevrage de la souche A1077 sont supérieures à ce que l'on peut attendre de la seule combinaison des effets marginaux ; celles de la souche A3088 sont inférieures. Les autres souches ont une prolificité et une productivité pondérale au sevrage qui ont tendance à se dégrader en fin de carrière.

## DISCUSSION

Les résultats présentés mettent en évidence un effet significatif de l'état physiologique d'une lapine au moment de la saillie fécondante sur la prolificité et la productivité pondérale au sevrage une fois pris en compte les effets de la souche et du niveau de consanguinité des parents.

La consanguinité considérée est celle apparue au cours des générations de sélection ; les valeurs des coefficients sont donc

nulles au début de l'expérience et peuvent atteindre en moyenne 0,183 en souche A2066 et individuellement 0,318 en souche A1077. La régression des caractères sur la consanguinité par génération apporterait d'autres enseignements ; en l'introduisant dans le modèle, il aurait fallu, pour maintenir l'indépendance des effets, remplacer l'effet temporel par un effet génération. Or, sur un sous échantillon de lapines sœurs de celles que nous analysons, Hulot et Mathéron (1981) mettent en évidence un effet de la saison imprévisible et plus important que celui de la sélection donc de la génération ; la correction pour un effet temporel s'imposait alors. De plus toutes les souches contribuent à l'estimation de cet effet.

Pour une augmentation de 10% de la valeur du coefficient de consanguinité du produit, Chai (1969) note une réduction de 0,7 lapereau de la taille de portée à la naissance ; pour une même augmentation de



la consanguinité de la mère, Pougardieu et Touré (1980), en souche A3088, observent une réduction de 0,2 lapereau à la naissance et de 0,3 lapereau au sevrage. Nunes et Polastre (1988) font remarquer que l'influence de la consanguinité est négligeable tant que les valeurs des coefficients restent faibles ; Bielanski *et al* (1992) situent à 0,25 la valeur acceptable du coefficient de consanguinité ; Howard (1982) dans une analyse des 9 premières générations de la souche A3088 observe un effet dépressif de la consanguinité rarement significatif et variable d'une génération à une autre sur la prolificité. Rastogi et Heyer (1992) observent un effet favorable (0,8 lapereau) de l'augmentation du coefficient de consanguinité – résultat paradoxal qui peut s'expliquer par l'effectif réduit de l'échantillon. À la naissance, nos résultats – perte d'environ 0,2 lapereau pour 10% d'augmentation du coefficient de consanguinité – confirment ceux antérieurement obtenus (Pougardieu et Touré, 1980). Cependant l'effet dépressif au sevrage est moins intense comme le signalait déjà Howard (1982).

La consanguinité du père d'une portée ne se transmet pas (Crow et Kimura, 1970). Les résultats que nous obtenons – absence d'effet sur la productivité numérique et effet sur la productivité pondérale – semblent paradoxaux. Les expériences de sélection sont conduites en générations séparées. Les effectifs par génération sont réduits. Les reproducteurs d'une génération sont choisis dans la descendance d'un petit nombre de femelles. Par génération et en moyenne, les valeurs des coefficients de consanguinité chez les reproducteurs mâles et femelles sont égales. Il se crée ainsi une relation automatique entre consanguinité du père et consanguinité de la mère qui explique les résultats que nous obtenons.

Dès 1969, Prud'hon *et al* mettent en évidence un effet dépressif de la lactation sur la fertilité et la productivité numérique de lapines de parité inconnue lorsque l'inter-

valle entre la mise bas et la première saillie fécondante ultérieure n'excède pas une semaine. Plus récemment Fortun *et al* (1993) observent chez des lapines primipares à 28 j de gestation un nombre de fœtus totaux inférieur et un nombre de fœtus vivants supérieur chez les lapines allaitantes ; cependant la différence (1,2 fœtus vivants) n'est pas significative. Blasco *et al* (1992) dans un modèle associant l'effet de l'état d'allaitement à un milieu commun incluant la parité rapportent un nombre d'ovules pondus (0,12), un nombre d'embryons (0,25) et un nombre de nés totaux (0,50) supérieurs chez les femelles allaitantes ; ces différences sont statistiquement nulles. Garcia et Perez (1989) observent chez les femelles allaitantes élevant au moins 8 lapereaux un taux d'acceptation de la saillie et une induction de l'ovulation inférieurs à ceux des femelles allaitant au plus 3 lapereaux ou non allaitantes ; cependant ils n'observent pas de différence entre ces 3 groupes pour le nombre d'ovules pondus, le nombre d'embryons vivants au 9<sup>e</sup> jour de gestation et le nombre de nés totaux. Nos résultats malgré un rythme de reproduction peu intensif, saillie 10 j après la mise bas, mettent en évidence un effet dépressif mais faible de l'état d'allaitement. Chez les femelles à nombre de mise bas fixé, les quelques différences significatives apparaissent pour des carrières plutôt courtes et pour des parités élevées ; l'effet dépressif de l'état d'allaitement serait d'autant plus manifeste que la femelle se trouve amoindrie par la réalisation de sa carrière.

Les travaux de Garcia et Perez (1989), d'Utrillas (1990) et d'Utrillas *et al* (1992) illustrent l'intérêt de corriger les données de l'effet de l'état physiologique lorsque l'on veut étudier les variabilités phénotypiques ou génétiques.

L'effet de l'état physiologique dans notre cas est plus un effet parité, car il est net lorsque nous comparons des moyennes obtenues en des parités différentes, qu'un

effet état d'allaitement, car par parité les différences entre moyennes de femelles allaitantes et non allaitantes sont rarement significatives. De plus, si nous comparons à état d'allaitement et parité égaux les estimées chez des femelles à durées de carrière différente, nous observons des écarts parfois très importants. Ainsi l'état physiologique, comme par ailleurs la saison, est un effet qui modifie assurément les performances zootechniques mais dont il est impossible de prévoir l'intensité.

Nous avons estimé l'effet de l'état physiologique en saillie naturelle ; dans ce cas toutes les femelles saillies acceptent l'accouplement avec le mâle et sont donc réceptives. En insémination artificielle (Théau-Clément et Vrillon, 1989 ; Théau-Clément et Roustan, 1992), l'effet de l'état physiologique semble à la fois systématique et d'intensité plus forte. Cela est probablement dû au rôle que joue la réceptivité en relation avec la parité et l'état d'allaitement dans l'expression de la fertilité mais aussi des performances de prolificité.

Pour tous les caractères étudiés nous observons une interaction entre l'état physiologique et la souche. Cela signifie que le classement des niveaux de l'état physiologique varie d'une souche à l'autre. Les souches ont donc une sensibilité plus ou moins forte à l'influence de l'état physiologique. C'est peut-être l'existence de cette interaction qui permettrait d'expliquer les différences d'intensité de l'effet de l'état physiologique observées dans la littérature.

## CONCLUSION

Les résultats que nous venons de présenter et de commenter montrent à la fois l'intérêt d'une correction des données pour un effet de l'état physiologique et les limites de cette correction. Parmi les composantes de l'état physiologique, la parité a sur les performances zootechniques une influence

connue depuis longtemps et quasi prévisible. L'allaitement a une influence qui reste dans une large mesure imprévisible. Et il est d'autant plus difficile de la prévoir que l'influence de l'état physiologique dépend de la souche.

Dans notre expérience, les femelles étaient conduites en saillies naturelles sans saillies forcées et les valeurs des estimées de l'état physiologique semblent plus faibles que celles que des auteurs observent en insémination artificielle. Dans cette situation en effet aux influences de la parité et de l'allaitement se surajoute un effet de la réceptivité dont il serait intéressant de préciser l'intensité sur un échantillon aussi nombreux et aussi varié que possible. Mais, aujourd'hui, nous sommes loin de posséder sous ce mode de conduite un échantillon de taille comparable à celui que nous traité dans cette étude.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel technique, les techniciens animaliers de la station expérimentale Lapins et Palmipèdes du centre de Toulouse sans la collaboration desquels cette étude n'aurait pu être réalisée.

## RÉFÉRENCES

- Bielanski P, Fijal J, Niedzwiaadek S (1992) The influence of the inbreeding level on the indices of reproductive and meat production in rabbits. *In : Proc 5th World Rabbit Congress* (PR Cheeke, ed), Corvallis, États-Unis, July 25-30, vol A, 308-313
- Blasco A, Santacreu MA, Argente MJ (1992) Genetic parameters of ovulation rate, embryo and fetal survival in rabbits. *In : Proc 5th World Rabbit Congress* (PR Cheeke, ed), Corvallis, États-Unis, July 25-30, vol A, 247-254
- Chai CK (1969) Effects of inbreeding in rabbits inbred lines, discrete characters, breeding performances and mortality. *J Heredity* 60, 64-70
- Chevalet C (1975) *Génétiq ue statistique des petites populations*. Thèse univ Paris, 150 p, chapitre 2

- Crow JF, Kimura M (1970) *An introduction to population genetic theory* (Harper, Row, eds), London, Royaume-Uni, chapitre 3, 61-114
- Fortun L, Prunier A, Lebas F (1993) Effects of lactation on fetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *J Anim Sci* 71, 1882-1886
- Garcia F, Perez A (1989) Efectos de lactacion y numero de lactantes sobre la monta, ovulacion y supervivencia fetal hasta el parto, evaluados por laparoscopia, en conejas multiparas. *Inf tecn econom agraria* 80, 3-10
- Gregory PW (1932) Potential and actual fecundity of some breeds of rabbit. *J Exp Zool* 62, 271-285
- Howard SB (1982) Étude de quelques facteurs qui influencent la productivité de l'élevage de lapin fournisseur de protéines. Thèse institut national polytechnique de Toulouse, 101 p
- Hulot F, Matheron G (1981) Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann Génét Sel Anim* 11, 53-78
- Nunes JRV, Polastre R (1988) Effect of inbreeding and environmental factors on reproductive performance of crossbred Norfolk rabbits. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia* 40, 125-136
- Poujardieu B, Touré S (1980) Influence de la variation du taux de consanguinité sur les performances d'élevage de lapines utilisées en croisement de souches. *In : Proc 2<sup>e</sup> World Rabbit Congress*, Barcelona, Espagne, vol 1, 223-227
- Prud'hon M, Rouvier R, Cael J, Bel L (1969) Influence de l'intervalle entre la parturition et la saillie sur la fertilité et la prolificité des lapins. *Ann Zootech* 17, 23-30
- Rastogi RK, Heyer R (1992) Effect of inbreeding on rabbits' performance in Trinidad. *In : Proc 5th World Rabbit Congress* (PR Cheeke, ed), Corvallis, États-Unis, July 25-30, vol A, 158-165
- Rollins WC, Casady RB, Sittmann K, Sittmann DB (1963) Genetic variance component analysis of litter sizes and weaning weight of New Zealand white rabbits. *J Anim Sci* 22, 654-657
- SAS Institute Inc (1987) *SAS/STAT Guide for personal computers*, version 6. Cary, NC, États-Unis, chap 20, 549-640
- Théau-Clément M, Vrillon JL (1989) Le point sur l'insémination artificielle. Bibliographie : quelques résultats. *Cuniculture* 87, 141-149
- Théau-Clément M, Roustan A (1992) A study on relationship between receptivity and lactation in the doe and their influence on reproductive performances. *In : Proc 5th World Rabbit Congress* (Cheeke PR, ed), Corvallis, États-Unis, July 25-30, vol A, 412-421
- Utrillas M (1990) Analisis genetico de un poblacion de conejos de carne para la constitucion de una linea hembra en base a carateristicas reproductivas. Tesis Master of Science, Instituto Agronomico Mediterraneo, Zaragoza, Espagne
- Utrillas M, Rafel O, Perucho O, Ramon J (1992) Phenotypic analysis of a synthetic population of rabbits selected for the global objective of litter weight at 60 days old through overlapping generations. *In : Proc 5th World Rabbit Congress* (PR Cheeke, ed), Corvallis, États-Unis, July 25-30, vol A, 213-223