

**ETUDE PRELIMINAIRE DES INTERACTIONS ENTRE L'ORIGINE
PATERNELLE ET LE REGIME ALIMENTAIRE DES LAPINES
SUR LEURS PERFORMANCES DE REPRODUCTION**

J.M. BRUN (1) et F. LEBAS (2)

(1) INRA - Station d'Amélioration Génétique des Animaux
(2) INRA - Station de Recherches Cunicoles
B.P. 27 - 31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX

RESUME

Les performances de reproduction de 215 lapines, filles de 15 mâles 2066 et issues d'accouplements contrôlés avec des femelles 1077, ont été suivies pendant une année. Ces filles étaient alimentées avec des aliments isoénergétiques contenant soit 14,9% (B) soit 21,6% (H) de protéines brutes par rapport à la matière sèche. Les auteurs ont tenté de déterminer si le taux protéique de l'aliment utilisé pour la reproduction modifiait le classement des pères d'après les performances de leurs filles ou encore l'amplitude des écarts entre ces pères.

Le type d'aliment n'a affecté la taille de portée ni à la naissance ni au sevrage. Par contre, l'usage de l'aliment H a permis d'accroître le poids moyen d'un lapereau au sevrage (29 jours) de 8,2%, celui des portées de 6,5%, et de réduire l'intervalle entre mises bas de 3 jours. Toutefois, en un an de production, les lapines recevant l'aliment B ont sevré 438 portées, contre seulement 354 pour l'aliment H.

Le père de la lapine exerce un effet significatif sur l'ensemble des paramètres mesurés. Cet effet s'exerce en interaction avec l'effet de l'aliment chaque fois que celle-ci a été mesurable. En particulier la dispersion des moyennes par mâle est beaucoup plus élevée avec l'aliment H qu'avec l'aliment B pour tous les paramètres à l'exception du poids moyen d'un lapereau au sevrage. La part de la variance due au père de la lapine est pratiquement nulle avec l'aliment B, alors qu'elle est de 5,6 à 10%, selon le caractère, avec l'aliment H.

SUMMARY

**PRELIMINARY STUDY ON THE INTERACTIONS OF SIRE AND
FEED COMPOSITION ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE
OF BREEDING DOES**

The breeding performance of 215 rabbit does obtained from 15 males of the 2066 line mated with line 1077 does, were measured during one year. These does were fed isoenergetic diets containing 14.9% (B) or 21.6% (H) crude protein on dry matter basis. The aim of the authors was to determine if the diet's protein level influence the classification of the 15 males according to their daughter's breeding performance and/or the magnitude of the differences between males.

The diet did not influence significantly the number of young per litter at birth or at weaning. With diet H, the individual weaning weight (at 29 d.) was increased by 8.2%, the litter weaning weight by 6.5%, and the interval between 2 litters was 3 days shorter. But in one year of production, 438 litters were weaned with diet B and only 354 with diet H.

A sire significant effect was observed on all of the measured parameters. A significant interaction with the diet's protein level was also observed. Particularly, the dispersion of the sire means was wider with diet H than with diet B, for all parameters but the individual weaning weight. The sire part of the variance of the doe performance was near zero with diet B but 5.6 to 10% of the total variance, according to the trait, with diet H.

INTRODUCTION

On dit que deux facteurs interagissent lorsque l'effet de l'un dépend du niveau de l'autre. Par exemple, si nous observons les performances d'une série de types génétiques dans différents milieux, une différence de classement de ces types génétiques entre milieux traduira l'existence d'interactions entre le type génétique et le milieu.

En fait, ces dernières peuvent se manifester d'une autre façon que par une différence de classement : par une différence d'amplitude des écarts entre types génétiques en fonction du milieu (BOWMAN, 1972). Par exemple, GROBNER et al. (1985) constatent que des Géants des Flandres obtiennent plus d'énergie digestible que les Nains à partir d'un aliment à faible concentration énergétique. A l'inverse, à partir d'un aliment beaucoup plus concentré, les deux races ont une efficacité digestive identique.

Dans la présente expérience, nous avons cherché à savoir si le taux protéique de l'aliment utilisé pour la reproduction modifiait le classement des pères d'après les performances de leurs filles ou encore l'amplitude des différences entre ces pères. De telles interactions ont des conséquences dans l'efficacité de la sélection des populations d'animaux domestiques : selon le milieu de sélection, ce ne sont pas les mêmes géniteurs et donc les mêmes gènes qui seront sélectionnés.

MATERIEL ET METHODES

Les 215 lapines expérimentales sont les descendantes de 15 mâles de la souche INRA A2066, d'origine raciale Californienne, accouplés à des femelles A1077 d'origine raciale Néo-Zélandaise Blanche. La répartition des lapines expérimentales entre les pères et les deux milieux alimentaires est donnée au tableau 1. Elles ont été obtenues à la suite de 7 séries d'insémination artificielle réparties sur 10 semaines consécutives.

Deux aliments B et H ont été formulés pour contenir soit 14,9 %, soit 21,6 % de protéines par rapport à la matière sèche, sans modification notable du taux de fibres et de l'énergie digestible. L'équilibre en acides aminés par rapport aux protéines est comparable dans les deux cas. Les formules alimentaires et la composition chimique figurent au tableau 2. Pour une lapine donnée, l'aliment expérimental a été distribué à volonté entre l'âge de 119 jours et la fin de l'expérimentation.

Les lapines ont été présentées au mâle pour la première fois à l'âge de 123 jours. La reproduction a été ensuite conduite pendant une année avec un seul jour de saillies par semaine et avec un intervalle minimum de 42 jours entre deux saillies fécondantes. Les mâles étaient de génotype "Hyplus" (Société Grimaud-Frères). Les saillies ont été effectuées selon un plan d'accouplement qui tenait compte de l'origine paternelle des femelles et du régime alimentaire de ces dernières. Le sevrage était effectué à jour fixe de la semaine lorsque les lapereaux étaient âgés de 29 ± 1 jours. Les performances de reproduction ont été analysées en utilisant les nombres de lapereaux nés totaux, vivants et morts par mise bas, ainsi que le nombre et le poids des lapereaux sevrés par portée sevrée. Par ailleurs, les portées totalement perdues à la naissance et entre la naissance et le sevrage, le taux de fonte du cheptel et l'intervalle moyen entre mises bas ont été calculés pour chacun des deux régimes alimentaires.

Les performances de reproduction ont été analysées suivant un modèle d'analyse de variance incluant les effets fixés du père de la femelle (15 niveaux), du régime alimentaire (2 niveaux), de leur interaction ainsi que l'effet fixé du numéro de portée (répartition en 4 classes). Les estimées des valeurs des pères d'après les performances de leurs filles, calculées selon le modèle précédent ont servi à classer les pères dans chacun des deux milieux alimentaires. On a calculé la corrélation entre les rangs des pères mesurés dans les milieux B et H ("corrélation de rang") ainsi que la corrélation entre les valeurs moyennes des pères dans les deux milieux. Les variances des moyennes de pères ont été calculées, dans chacun des milieux alimentaires, et comparées par un test de Fisher.

Nous avons réalisé une estimation des composantes de la variance dans chacun des deux milieux selon un modèle mixte d'analyse de variance (méthode de HENDERSON III) incluant l'effet aléatoire du père de la lapine, celui de sa mère, hiérarchisé intra-père, ainsi que l'effet fixé du numéro de portée.

Enfin, les proportions ont été comparées par un test de Chi-carré. Dans les tableaux de résultats, les seuils de signification sont indiqués comme suit :

NS : non significatif ; * : $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$.

Lorsque deux moyennes ont deux lettres différentes en exposant (a, b), elles diffèrent entre elles au seuil $P = 0,05$.

RESULTATS

Résultats généraux

En un an de production, les lapines du lot H ont sevré au total 354 portées contre 438 pour les lapines du lot B (tableau 3). Cette différence provient du cumul de "handicaps" individuellement non significatifs (fonte du cheptel plus élevée, pertes de portées entières plus importantes), non compensé par un intervalle moyen entre mises bas réduit de trois jours pour le lot H.

Analyse générale des performances de reproduction

Le type d'aliment n'a modifié la taille de portée ni à la naissance, ni au sevrage. Toutefois, le taux de mortinatalité est significativement plus élevé avec l'aliment H. Par ailleurs, la consommation de cet aliment a entraîné une augmentation significative du poids moyen du lapereau au sevrage (8,2 %) et du poids total de la portée (6,5 %).

Le père de la lapine exerce un effet significatif sur l'ensemble des paramètres mesurés. Cet effet s'exerce en interaction avec l'effet de l'aliment chaque fois que celle-ci a été mesurable.

Etude de l'interaction "père de la lapine" x "aliment"

La figure 1 met en relation les performances moyennes des pères dans chacun des deux milieux alimentaires pour les nombres de lapereaux nés totaux et sevrés, le poids de portée et le poids moyen du lapereau au sevrage. On constate pour chacun des quatre paramètres une hiérarchie différente entre mâles suivant qu'ils sont classés sur les filles nourries avec l'aliment B ou nourries avec l'aliment H. Cela est confirmé par les valeurs faibles, non significativement différentes de zéro, des corrélations entre les moyennes des pères observées dans chaque milieu ou encore entre les rangs de leur classement dans chaque milieu (tableau 5). Par ailleurs, le milieu H augmente très sensiblement la dispersion des moyennes des pères pour l'ensemble des caractères étudiés à l'exception du poids moyen du lapereau au sevrage (tableau 5).

Contribution des pères à la variance des caractères

La variance totale des caractères étudiés a été décomposée dans chacun des deux milieux alimentaires en une part due au père de la lapine, une part due à sa mère et la variance résiduelle (tableau 6). La part de la variance due au père est pratiquement nulle dans le milieu B pour les tailles de portées et le poids de portées au sevrage. Par contre, dans le milieu H, cette part varie selon le caractère de 5,6 à 10,0 %. Dans le cas du poids moyen des lapereaux au sevrage, cette part de la variance est plus faible et similaire pour les deux milieux. Ces conclusions rejoignent celles réalisées précédemment en comparant les écart-types des moyennes de pères (tableau 5), et indiquent l'existence d'une interaction génotype du père x aliment.

La variabilité résiduelle est semblable dans les deux milieux. Comme celle due au père, la part de la variance due à la mère est augmentée dans le milieu H pour les tailles de portées ; en outre, elle apparaît toujours beaucoup plus importante que la part de la variance due au père.

DISCUSSION

Les taux protéiques des deux aliments expérimentaux sont situés aux limites extrêmes des recommandations nutritionnelles actuelles (INRA, 1989). Ils avaient été choisis en raison de l'incidence faible des taux protéiques sur la taille de portée et forte sur la production laitière (FORTUN, 1990). Les tailles de portées moyennes n'ont effectivement pas été modifiées tandis que la production laitière, mesurée de manière indirecte par le poids moyen des lapereaux au sevrage,

a été fortement stimulée par le taux de protéines le plus élevé. Ainsi, les conditions d'ambiance d'élevage peu favorables attestées par la forte mortalité enregistrée entre la naissance et le sevrage (22,3 et 22,6 %) n'ont pas empêché l'expression des différences attendues entre les deux régimes alimentaires.

Le régime H a entraîné un accroissement de la mortalité des lapereaux. Celui-ci peut être relié au rythme plus intensif de reproduction enregistré avec les lapines recevant ce régime et au nombre finalement plus faible de portées sevrées au cours de l'essai par lapine présente au départ. Cette situation peut être considérée comme l'indice d'un épuisement plus rapide des lapines recevant l'aliment le plus riche en protéines. Ainsi, nous avons bien créé deux milieux différents pour mesurer les performances des filles des 15 mâles étudiés.

Les deux indicateurs de l'amplitude des différences entre pères que sont l'écart type des moyennes de père et la part de la variance due au père par rapport à la variance totale concordent pour indiquer des amplitudes plus fortes dans le milieu H pour les caractères liés à la taille de portée. Ainsi, nous avons observé la manifestation d'une interaction entre père des lapines et le régime alimentaire de celle-ci. De telles différences dans la part de la variance due au père en fonction du milieu ont été rapportées par plusieurs auteurs chez la souris (FALCONER et LATYSZEWSKI, 1952 ; FALCONER, 1960), chez les oiseaux (KIPI, 1993) et chez les vers de farine (OROZCO et BELL, 1974).

Les faibles valeurs trouvées pour les corrélations entre les moyennes phénotypiques (et les classements) des pères dans les deux milieux sont l'indicateur probable d'une faible corrélation génétique entre performances dans les milieux B et H, paramètre qui selon FALCONER (1952) constitue la véritable mesure de l'interaction génétique x milieu. Toutefois, le petit nombre de filles (et de portées) issues de chaque père ainsi que la non prise en compte dans notre modèle de la mère des filles, dont nous avons démontré un effet important sur la variation des caractères, restreignent la précision de la moyenne phénotypique des pères mesurée dans chaque milieu. Ceci limite donc les conclusions que l'on peut déduire de la valeur de la corrélation entre ces moyennes. Cette dernière remarque vaut également pour les estimations des composantes de la variance que nous avons réalisées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'équipe cunicole de la SELAP pour la fourniture des femelles expérimentales ainsi que l'équipe lapin du domaine INRA du Magneraud pour l'élevage des animaux et la collecte des données.

BIBLIOGRAPHIE

- BOWMAN J.C., 1972. Genotype x environment interactions. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **4**, 117-123.
- FALCONER D.S., 1952. The problem of environment and selection. *Am. Nat.*, **86**, 293-298.
- FALCONER D.S., LATYSZEWSKI M., 1952. The environment in relation to selection for size in mice. *J. Genet.*, **51**, 67-80.
- FALCONER D.S., 1960. Selection of mice for growth on high and low planes of nutrition. *Genet. Res.*, **1**, 91-113.
- FORTUN L., 1990. Deux aspects des interactions alimentation-reproduction chez la lapine. Mémoire de DEA, Université de Nancy, 35 p.
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA éd. Paris, 239 p.
- KIPI A., 1993. Etude de deux interactions génotype-milieu chez les volailles. Thèse Université de Paris-sud.
- OROZCO F., BELL A.E., 1974. A genetic study of egg laying of *Tribolium* in optimal and stress environments. *Can. J. Genet. Cytol.*, **16**, 49-60.

Tableau 1 : Répartition de la descendance des 15 pères 2066 dans les deux milieux alimentaires B et H

| N° du mâle | Nombre de femelles 1077 accouplées | B | | H | |
|------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Nombre de filles 1067 | Nombre de portées | Nombre de filles 1067 | Nombre de portées |
| 1 | 8 | 8 | 29 | 7 | 27 |
| 2 | 6 | 5 | 13 | 6 | 12 |
| 3 | 5 | 7 | 19 | 6 | 16 |
| 4 | 6 | 5 | 29 | 5 | 12 |
| 5 | 7 | 9 | 46 | 8 | 30 |
| 6 | 5 | 6 | 33 | 5 | 30 |
| 7 | 4 | 4 | 25 | 7 | 31 |
| 8 | 8 | 9 | 32 | 8 | 24 |
| 9 | 6 | 10 | 35 | 8 | 32 |
| 10 | 7 | 8 | 29 | 7 | 17 |
| 11 | 9 | 7 | 39 | 8 | 38 |
| 12 | 6 | 6 | 29 | 8 | 34 |
| 13 | 5 | 6 | 37 | 7 | 27 |
| 14 | 9 | 10 | 44 | 7 | 30 |
| 15 | 7 | 8 | 39 | 8 | 32 |

Tableau 2 : Composition des 2 aliments expérimentaux

| | ALIMENT B | ALIMENT H |
|--|-----------|-----------|
| Composition centésimale (%) | | |
| - Blé | 29,50 | 15,50 |
| - Son de blé | 18,40 | 20,00 |
| - Luzerne déshydratée 17 LP | 40,00 | 30,00 |
| - Tourteau de soja 48 | 5,00 | 20,00 |
| - Tourteau de tournesol | - | 10,00 |
| - Paille de céréales | 4,00 | 1,50 |
| - Phosphate bicalcique | 1,30 | 0,60 |
| - Carbonate de calcium | 0,60 | 1,36 |
| - Chlorure de sodium | 0,50 | 0,50 |
| - Oligo-vitamines CL 17 (CCPA) | 0,50 | 0,50 |
| - l-lysine HCl | 0,15 | - |
| - dl méthionine | 0,05 | 0,04 |
| Composition chimique calculée (%) | | |
| - protéines brutes | 14,9 | 21,6 |
| - lysine | 0,74 | 1,06 |
| - acides aminés soufrés totaux | 0,52 | 0,74 |
| - thréonine | 0,55 | 0,81 |
| - cellulose brute | 15,0 | 14,7 |
| - A.D.F. | 18,7 | 18,5 |
| - N.D.F. | 31,0 | 30,5 |
| - calcium | 1,32 | 1,32 |
| - phosphore total | 0,68 | 0,69 |
| - énergie digestible (Méga-Joules/kg) | 10,37 | 10,84 |
| - g MAD / MJ ED | 10,22 | 14,94 |

Tableau 3 : Répartition des lapines et caractéristiques des portées obtenues avec les deux régimes alimentaires

| Effectifs et Performances observées | REGIME | |
|---|--------|-------|
| | B | H |
| - Nombre de lapines ayant fait une portée au moins | 108 | 107 |
| - Nombre de lapines mortes ou éliminées en cours de bande | 74 | 80 |
| - Taux de fonte (%) entre la 1ère portée et la fin de la bande | 68,5a | 74,8a |
| - Nombre de mises bas | 498a | 418b |
| - Taux de mortalité de portées entières, à la naissance (%) | 4,2a | 6,2a |
| - Nombre de portées comportant au moins un lapereau vivant à la naissance | 478 | 392 |
| - Taux de mortalité de portées entières entières entre la naissance et le sevrage (%) | 8,4a | 9,7a |
| - Nombre de portées sevrées | 438a | 354b |
| - Intervalle moyen entre mises bas (j) | 53,6a | 50,6b |

Les valeurs affectées d'un lettre différente sont significativement différentes au seuil P= 0,05.

Tableau 4 : Performances moyennes observées et signification statistique des effets de l'aliment, du numéro de portée, du père de la lapine et de l'interaction père x aliment

| | Nbre de Portées | Moyenne générale | Ecart type résiduel | ALIMENT | | | N° de PORTEE | PERE | Interaction père X aliment |
|----------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|---------|------|---------------|--------------|------|----------------------------|
| | | | | B | H | Signif. stat. | | | |
| - Nés totaux par mise bas | 870 | 10,9 | 2,7 | 10,8 | 11,0 | NS | *** | *** | *** |
| - Nés vivants par mise bas | 870 | 10,0 | 2,9 | 10,1 | 9,7 | NS | ** | *** | ** |
| - Mortinatalité (%) | 870 | 8,7 | - | 7,1 | 10,4 | *** | NS | *** | - |
| - Sevrés par par sevrage | 791 | 7,9 | 2,4 | 7,8 | 7,6 | NS | *** | *** | *** |
| - Mortalité 0-29 jours (%) | 791 | 22,5 | - | 22,6 | 22,3 | NS | *** | * | - |
| - Poids de portée au sevrage (g) | 791 | 4800 | 1280 | 4570 | 4870 | ** | *** | *** | *** |
| - Poids moyen au sevrage (g) | 791 | 626 | 111 | 608 | 658 | *** | *** | ** | *** |

Tableau 5 : Variabilité des moyennes de pères et liaison entre moyennes dans les deux milieux alimentaires

| | Ecart type des moyennes de pères | | Corrélation entre moyennes de pères | Corrélation entre rangs des pères |
|---|----------------------------------|-------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | B | H | | |
| - Nés totaux par mise bas | 0,67a | 1,35b | - 0,20 | - 0,33 |
| - Nés vivants par mise bas | 0,69a | 1,34b | - 0,20 | - 0,16 |
| - Sevrés par par sevrage | 0,54a | 1,15b | - 0,04 | - 0,15 |
| - Poids de portée au sevrage (g) | 279a | 681b | + 0,11 | + 0,10 |
| - Poids moyen individuel au sevrage (g) | 35a | 41a | - 0,21 | - 0,22 |

Les valeurs affectées d'un lettre différente sont significativement différentes au seuil P= 0,05.

Tableau 6 : Décomposition de la variance totale des caractères étudiés dans chacun des deux milieux alimentaires

| Aliment | | Variance due au père de la lapine (VP) | Variance due à la mère de la lapine (VM) | Variance résiduelle (VE) | Variance totale (VT = VP + VM + VE) | Part de la variance totale due au père (VP/VT en %) |
|---------------------------------|---|--|--|--------------------------|-------------------------------------|---|
| Nés totaux | B | 0 | 0,95 | 6,75 | 7,70 | 0 |
| | H | 0,68 | 1,85 | 6,28 | 8,81 | 7,7 |
| Nés vivants | B | 0 | 1,05 | 7,02 | 8,07 | 0 |
| | H | 0,58 | 2,18 | 7,60 | 10,36 | 5,6 |
| Sevrés | B | 0 | 0,55 | 5,10 | 5,60 | 0 |
| | H | 0,54 | 1,11 | 4,69 | 6,34 | 8,5 |
| Poids de portée sevrée (x 1000) | B | 0 | 280 | 1200 | 1480 | 0 |
| | H | 220 | 370 | 1620 | 2210 | 10,0 |
| Poids du lapereau sevré | B | 470 | 1560 | 11940 | 13970 | 3,4 |
| | H | 320 | 1660 | 9940 | 11920 | 2,7 |

Figure 1 : Relations entre les performances moyennes des filles des 15 mâles A2O66, mesurées dans les deux milieux alimentaires B et H

