

# La génétique du lapin, producteur de viande

La production cunicole française a été d'environ 150 000 tonnes en 1988, soit 4,4 % de la valeur des productions animales. Si les élevages traditionnels représentent encore 80 % des effectifs, ils ne contribuent que pour 30 % à la production nationale. En effet, la productivité des élevages a progressé rapidement au cours des vingt dernières années grâce à la rationalisation des techniques d'élevage.

La rationalisation de la production cunicole a débuté au début des années soixante-dix. Une lapine produit chaque année une quarantaine de lapins. Cette production s'obtient avec sept portées d'environ six lapereaux vivants au moment de la vente à 12 semaines. Les lapereaux pèsent alors entre 2,2 et 2,4 kg. Les élevages rationnels ont intégré dans leurs techni-

ques d'élevage une partie des connaissances acquises durant la même période en alimentation, en physiologie, en pathologie, en zootechnie, mais aussi en génétique.

Nous allons présenter dans cet article une synthèse des connaissances acquises ces dernières années sur la génétique du lapin producteur de viande. De telles synthèses ont été effectuées à l'occasion des congrès de l'Association Scientifique Mondiale de Cuniculture (Rouvier 1980, Matheron et Poujardieu 1984b, Rochambeau 1988), ou des congrès de génétique appliquée à l'élevage (Baselga *et al* 1982, Masoero 1982, Matheron 1982). Signalons aussi deux livres qui contiennent un chapitre sur la génétique du lapin (Lebas *et al* 1984, Surdeau et Henaff 1981).

Nous aborderons successivement l'étude génétique des caractères de production, l'étude des populations cunicoles, l'obtention et la diffusion du progrès génétique, et enfin la connaissance du génome.

## Résumé

La production cunicole française est chaque année d'environ 150 000 tonnes, ce qui représente 4,4 % de la valeur des productions animales. Cet article présente l'évolution récente des connaissances de la génétique du lapin, producteur de viande.

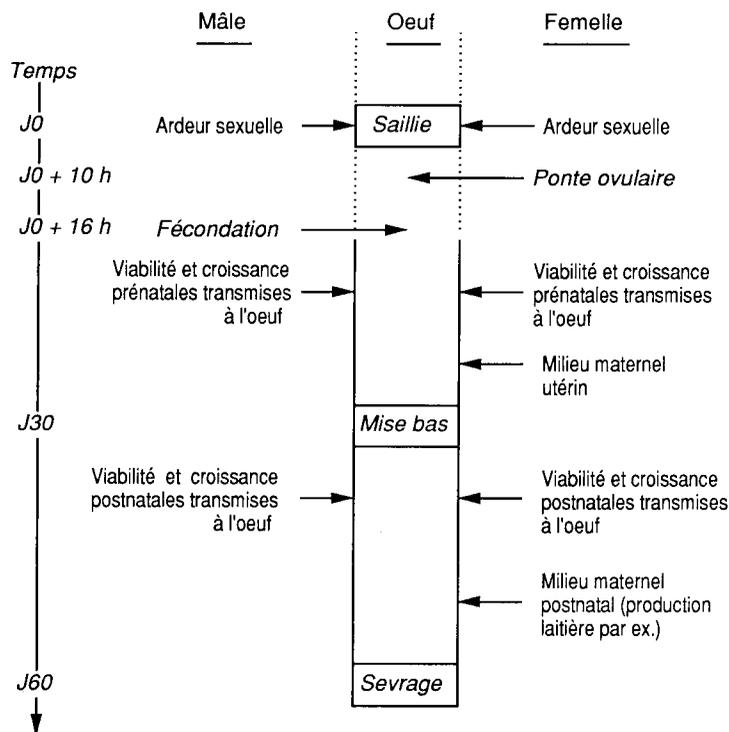
Les effets génétiques indirects (maternels et grand-maternels) ont une influence importante sur les caractères de reproduction et de croissance. Les héritabilités et les corrélations génétiques entre les principaux caractères de production sont assez bien connues. Ces valeurs ont été confirmées par plusieurs expériences de sélection. Il existe chez le lapin plusieurs dizaines de races. Le format adulte de ces races varie entre 1 et 6 kg. Les éleveurs rationnels utilisent des animaux croisés issus de souche de format moyen (3,5 à 4 kg). Les souches qui donnent le père des lapereaux de boucherie sont sélectionnées sur leurs qualités bouchères (vitesse de croissance post-sevrage, rendement à l'abattage, indice de consommation,...). Les souches qui donnent la mère des lapereaux de boucherie sont sélectionnées sur leurs aptitudes maternelles (taille de la portée, production laitière,...). La diffusion de ces souches est effectuée par plusieurs schémas pyramidaux qui se composent d'un étage de sélection et d'un ou de plusieurs étages de multiplication. Ces dernières années l'amélioration de la qualité sanitaire des animaux produits a fait l'objet d'un effort particulier. Le génome du lapin est assez bien connu. Avant d'être une espèce de production, le lapin était et demeure une espèce de laboratoire ; 66 gènes marqueurs ont été décrits et 37 d'entre eux ont été localisés sur un chromosome.

## 1 / Etude génétique des caractères de production

### 1.1 / Les caractères de reproduction

La taille de la portée résulte d'événements biologiques liés aux parents (fertilité des reproducteurs) ou aux produits (viabilité des jeunes). La figure 1 précise les rôles respectifs d'un mâle et d'une femelle. On appelle effet génétique direct l'effet des gènes que possède un individu sur un caractère mesuré sur cet indi-

Figure 1. Rôles génétiques respectifs d'un mâle et d'une femelle sur la taille de la portée au sevrage chez le lapin (d'après Matheron et Mauléon 1979).



vidu. On appelle effet génétique indirect (maternel ou grand-maternel) l'effet des gènes que possède un individu (mère ou grand-mère) sur un caractère mesuré sur son descendant (fils ou petit-fils), effet influençant le caractère mesuré par une voie non génétique.

La production laitière d'une femelle influence le poids au sevrage de ses descendants ; c'est une influence maternelle mesurable. L'effet grand-maternel résulte d'un effet maternel d'une grand-mère sur l'influence maternelle de sa fille (Matheron et Mauléon 1979). Le nombre d'individus observés à un instant donné dans la portée dépend du nombre d'ovules pondus par la femelle et de la variabilité des ovules fécondés jusqu'au moment où se fait l'observation de la portée. Pour clarifier l'analyse génétique, Matheron et Mauléon (1979) ont considéré que la taille de la portée était un caractère de l'embryon.

Pour analyser les composantes biologiques de la taille de la portée, on abat des femelles 12 jours après la saillie. Le nombre de corps jaunes est une estimation du taux d'ovulation. On dénombre aussi les sites d'implantation et les embryons vivants. Cette expérience a été réalisée par diverses équipes sur des femelles appartenant à plusieurs souches expérimentales et sur des femelles croisées, ce qui permet d'estimer les effets génétiques directs et indirects ainsi que les effets d'hétérosis.

Le taux d'ovulation dépend surtout des effets directs et assez peu des effets maternels. Les effets d'hétérosis sont parfois négatifs. La sur-

vie embryonnaire dépend des effets directs et maternels. Les effets d'hétérosis sur ce caractère sont positifs (Matheron 1982). Le nombre d'ovules pondus est lié linéairement avec le nombre d'embryons vivants et curvilinéairement avec le taux de survie embryonnaire (Bolet *et al* 1988). Globalement des effets d'hétérosis directs et maternels apparaissent sur la taille de portée. Chacun d'entre-eux varie entre 5 et 15 %. Il existe en outre une opposition entre les effets directs et les effets maternels d'une part, et entre les effets maternels et les effets grand-maternels d'autre part. Ainsi la taille de portée dont est issue une femelle influe, par le biais d'influences grand-maternelles, sur sa carrière ultérieure (Baselga *et al* 1982). Brun et Rouvier (1988) ont synthétisé l'ensemble des résultats des expériences de croisement entre les souches cunicoles de l'INRA. Ils ont montré que les effets génétiques intra et entre souches variaient avec le temps. Ces effets ont donc une valeur prédictive uniquement à court terme.

### La carrière d'une femelle : un concept important

La carrière d'un reproducteur est une suite chronologique d'événements interdépendants qui se déroulent entre la fécondation et la mort. Certains événements marquent une rupture : l'implantation de l'oeuf, la naissance, le sevrage, la mise à la reproduction... Le stock ovulatoire de la femelle se constitue durant une courte période de temps qui débute 10 jours avant la naissance et qui s'achève 100 jours après la naissance. Ce stock est utilisé ensuite durant la vie reproductive. Chaque changement d'environnement est une agression pour la femelle. Si certaines femelles suivent le rythme de reproduction imposé par l'éleveur, d'autres s'adaptent. Lorsque le milieu d'élevage s'éloigne de l'optimum, la capacité d'adaptation des femelles est sollicitée. Cette sollicitation peut être due au choix par l'éleveur d'un rythme de reproduction très rapide, à l'utilisation d'une alimentation pauvre ou mal équilibrée, à des conditions d'ambiance défavorables.

Divers auteurs ont tenté de décrire la carrière d'un reproducteur (Brun et Poujardieu 1986, Poujardieu 1986). Une telle description se compose d'une analyse démographique d'une cohorte de reproduction et de critères où la production est rapportée au temps. Poujardieu (1986) a calculé un nombre de jours nécessaires à une femelle pour sevrer un lapin. Ce critère est le rapport de la durée de production et du nombre de lapereaux sevrés. Dans de nombreuses situations il faut dépasser les performances instantanées des reproducteurs et considérer l'ensemble de leur carrière. Ce sera le cas chaque fois qu'on comparera des animaux issus de diverses populations.

### 1.2 / La croissance

La courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde avec un point d'inflexion qui est situé entre la 5<sup>e</sup> et la 7<sup>e</sup> semaine de la vie post-natale. Les mâles et les femelles ont une croissance semblable jusqu'à un âge compris entre 10 et 20 semaines. Au-delà les

femelles deviennent plus lourdes. Plus la croissance est rapide, plus cette différence apparaît précocement. Entre la naissance et le sevrage, la croissance instantanée connaît une accélération très forte. Deux accidents peuvent survenir dans l'évolution de la vitesse de croissance. Le premier apparaît entre la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> semaine post-natale, lorsque la production laitière de la mère devient limitante. Le second survient entre la 5<sup>e</sup> et la 6<sup>e</sup> semaine. C'est une conséquence du sevrage. La croissance relative des différents organes et tissus a été étudiée par plusieurs auteurs et synthétisée par Ouhayoun (1984).

Le lapin se caractérise par une très grande variabilité du poids adulte. Il existe un facteur multiplicatif d'environ cinq entre le poids des lapins nains et celui des lapins géants. La croissance pré-sevrage dépend du format de la mère puis de la taille de la portée. Lorsque la mère du lapereau est croisée on observe un effet d'hétérosis sur la production laitière. Le poids individuel du lapereau au sevrage est influencé par des effets maternels, mais aussi par des effets de dominance. La croissance post-sevrage dépend aussi du format des parents. Il est difficile d'obtenir une croissance forte et précoce sans augmenter le format.

L'influence maternelle sur les poids à âge type diminue avec l'âge. Elle est très faible sur la vitesse de croissance. La comparaison de types génétiques différant par le poids adulte n'est satisfaisante, ni à âge égal, ni à poids égal, car ils sont alors à des stades physiologiques trop différents. Il est préférable de se placer par exemple au même degré de maturité, c'est-à-dire au même pourcentage du poids adulte. Cependant, l'aptitude à réaliser rapidement leur poids adulte que possèdent certains génotypes ne se traduit pas par une aptitude égale à réaliser l'ensemble des caractères physiologiques de l'adulte. Cette indépendance des critères de maturité corporelle implique des relations propres à chaque génotype entre la taille, la forme corporelle et l'âge (Ouhayoun 1984).

### 1.3 / Les paramètres génétiques

Khalil *et al* (1986) ont analysé les paramètres génétiques des caractères de production chez le lapin de chair. Cette revue a complété celles faites antérieurement par Baselga *et al* (1982) et par Masoero (1982). La figure 2 présente quelques héritabilités et corrélations génétiques entre des caractères de productivité numérique et pondérale.

Les tailles de portée à la naissance et au sevrage sont faiblement héritables. Elles sont linéairement opposées aux poids à âge type. Les effets d'hétérosis sur les tailles de portée sont compris entre 0 et 20 % (Baselga *et al* 1982). Le poids individuel au sevrage est fortement lié au poids individuel à l'abattage. L'effet maternel persiste jusqu'à l'abattage. Par contre, la vitesse de croissance post-sevrage est peu liée aux tailles de portée. Elle est moyennement héritable. Il y a pas ou peu d'hétérosis sur ces caractères. Entre le sevrage et 11 semaines, la liaison entre la vitesse de croissance post-sevrage et l'efficacité alimentaire serait légère-

ment positive. Pour que cette liaison s'exprime mieux il faudrait contrôler les animaux pendant une période plus longue ou terminer le test à poids constant. Lorsqu'on mesure des consommations alimentaires, l'élevage en groupe (4 à 8 lapins dans une même cage) exacerbe les différences par rapport à un élevage en cages individuelles. En règle générale, les races de grand format ont une meilleure efficacité alimentaire que les races de petit format. Le rapport muscle sur os et le rendement à l'abattage ont des héritabilités assez élevées. Ces caractères sont peu liés à la vitesse de croissance post-sevrage. Ils manifestent peu d'effets d'hétérosis.

### 1.4 / Quelques expériences de sélection

Le tableau 1 résume sept expériences de sélection réalisées dans des souches cunicoles. Les quatre premières concernaient la taille de la portée. Dans trois expériences, le progrès génétique a été estimé en comparant les souches sélectionnées à une souche témoin. Dans la dernière, l'utilisation du modèle mixte (BLUP) a fourni une estimation du progrès génétique. Cette méthode est présentée au paragraphe 3.1. Si Mgheni et Christensen (1985) ont observé une réponse nettement positive, les autres expériences ont fourni un résultat moins net.

Les trois autres expériences de sélection concernaient la croissance post sevrage. Tous les auteurs ont observé un progrès génétique. Cependant, les héritabilités réalisées étaient inférieures aux héritabilités estimées dans des populations non sélectionnées en exploitant la ressemblance entre apparentés.

Certains auteurs ont étudié les réponses corrélatives. Une sélection sur la taille de portée au sevrage a provoqué une réponse sur la taille de portée à la naissance. Une sélection sur la croissance post-sevrage a entraîné dans deux cas (Fuente *et al* 1986, Estany *et al* 1988) une baisse de la « fitness » (aptitude d'une souche à se reproduire) de la souche sélectionnée. Si une augmentation de la croissance post-sevrage s'accompagne d'une augmentation de la taille de la portée dans plusieurs espèces de mammifères, cette liaison n'est pas toujours observée chez le lapin.

## 2 / Etude des populations cunicoles

### 2.1 / Populations, races et souches

Dans une espèce d'animaux domestiques, on distingue des populations locales ou géographiques. Les animaux d'une même population sont adaptés aux conditions d'élevage de la région. Leur aspect extérieur (format, coloration du pelage...) traduit une forte hétérogénéité.

A partir de ces populations les éleveurs ont sélectionné des races. Après avoir décrit le type idéal à obtenir dans le standard, ils ont cherché à s'en rapprocher. Extérieurement les animaux d'une race sont plus homogènes que ceux d'une population. Cependant les performances des animaux d'une même race peuvent varier énormément. Qu'y-a-t-il de commun entre un

**La croissance avant sevrage dépend du format de la mère et de la taille de la portée. L'influence maternelle diminue ensuite avec l'âge.**

Tableau 1. Quelques expériences de sélection chez le lapin.

Référence	Critère de sélection	Nbre de gén.	Progrès génétique par génération (*)	Héritabilité réalisée	Comparaison
Matheron et Poujardieu 1984 a	Taille de portée au sevrage	8	0,08 ± 0,23 (+ 1,3 %)	0,15 ± 0,45	Souche témoin
Estany <i>et al</i> 1989	Taille de portée au sevrage	7	0,05 ± 0,01 (+ 0,7 %)		BLUP
Mgheni et Christensen 1985	Taille de portée au sevrage	4	0,35 ± 0,17 (+ 5,2 %) - 0,43 ± 0,18 (- 6,4 %)	0,22 0,30	Souche haute et basse par rapport à une souche témoin
Narayan <i>et al</i> 1985	Taille de portée à 2 semaines	6	- 0,05 ± 0,05		Souche témoin
Fuente <i>et al</i> 1986	Vitesse de croissance post sevrage	8	0,83 g (+ 2,2 %)	0,23	Souche témoin
Estany <i>et al</i> 1988	Gain de poids post sevrage (28-77 jours)	6	33 g (+ 2,2 %)		BLUP
Mgheni et Christensen 1985	Poids individuel à 112 jours	4	+ 52 g (+ 3,3 %) - 75 g (- 4,8 %)	0,11 0,31	Souche haute et basse par rapport à une souche témoin

\* Entre parenthèses : réponse en pourcentage de la moyenne de la génération initiale.

**Les élevages rationnels utilisent des animaux croisés issus de souches sélectionnées sur les aptitudes maternelles pour la mère : taille de la portée, production laitière, et sur les qualités bouchères pour le père : vitesse de croissance, rendement à l'abattage.**

lapin Néo-Zélandais Blanc vivant en Inde et un lapin de la même race vivant aux Etats-Unis ? Sans doute rien, si ce n'est le patron de coloration albinos ! Si certaines races cunicoles sont issues directement de populations locales (Argenté, Russe), d'autres ont été sensiblement modifiées (Noir et Feu, Fauve de Bourgogne, Blanc de Hotot...). Les animaux dont descend la race Fauve de Bourgogne étaient de modèle agouti avec une tendance à la disparition du pigment noir, ce qui laissait transparaître une nuance fauve sablonneuse. Aujourd'hui le pigment noir et les marques blanches ont totalement disparu. Une troisième catégorie de races est constituée par les races synthétiques, fabriquées à partir de plusieurs races. Ainsi le Géant Blanc du Bouscat a été obtenu au début du siècle à partir d'Angora albinos, d'Argenté de Champagne et de Géant des Flandres agouti.

Le stade suivant de l'action de l'homme est la souche. Une souche est un ensemble d'individus de faible effectif (souvent quelques dizaines de mâles et quelques centaines de femelles) qui a été sélectionné pour un objectif précis. Une souche est une population fermée ou presque fermée : les introductions d'animaux extérieurs restent exceptionnelles. Les animaux d'une même souche sont plus homogènes que ceux d'une même race. Le terme de lignée a une signification semblable.

## 2.2 / Importance relative des populations, races et souches aujourd'hui en France

La plupart des races de lapins ont été créées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle ou au début du XX<sup>e</sup> siècle. Aujourd'hui plus de 40 races sont reconnues officiellement en France. Elles sont sélectionnées conformément au standard par des éleveurs amateurs.

Les éleveurs traditionnels utilisent des animaux de types génétiques variés et disparates : population locales, races pures, croisements divers. S'ils représentent encore 80 % de la population des éleveurs, les éleveurs traditionnels ne produisent plus que le tiers des 150 000 tonnes de viande de lapin produites chaque année en France. Les éleveurs rationnels utilisent surtout des femelles et des mâles dits, à tort, « hybrides ».

D'après l'enquête faite par le SCEES en 1982, 58 % des femelles présentes chez des éleveurs adhérents à un groupement de producteurs étaient « hybrides ». 21 % d'entre-elles étaient de race pure (essentiellement des animaux de race Néo-Zélandais Blanc). Le reste (21 %) était issu de croisements divers. En Italie et en Espagne il y a plus de races pures et moins d'« hybrides ».

### 2.3 / Monographies et comparaisons raciales

Les races nicoles ont fait l'objet de beaucoup d'études descriptives. Comme exemple de monographies assez complètes on peut citer celles concernant le Commun Espagnol (Zaragoza 1987), l'Argenté de Champagne (Perrier *et al* 1986) ou le Gris du Bourbonnais (Pilandon *et al* 1986). Trop peu d'auteurs ont publié des résultats sur des femelles « hybrides » dans des élevages de production. Une étude faite chez 70 éleveurs de l'Ouest de la France (Anonyme 1988) sur un échantillon de 60 000 portées donne les moyennes suivantes : taille de la portée à la naissance 9,30 ; au sevrage 8,15 ; à la vente 7,14. Ces femelles « hybrides » ont un potentiel élevé.

De nombreux auteurs ont comparé des races. Malheureusement les résultats publiés sont le plus souvent décevants. Il y a à cela diverses raisons. Les effectifs sont presque toujours très faibles. L'origine des échantillons comparés est rarement connue. La description des conditions d'élevage est omise. La plupart des auteurs utilisent le Néo-Zélandais Blanc et Californien. Trop peu d'auteurs étudient les races ou les populations locales... Certains résultats (Matheron et Dolet 1986) montrent pourtant que des populations locales ont des aptitudes complémentaires de celles des races améliorées. Enfin trop peu d'auteurs dépassent le stade des premières portées pour comparer des reproducteurs sur une carrière complète. Par ailleurs, la complexité de la réalité biologique rend difficile l'interprétation de performances en souche pure (figure 2). L'utilisation de plans de croisement est la seule méthode pour séparer les effets génétiques directs des effets génétiques indirects et estimer les effets d'hétérosis.

## 3 / Obtention et diffusion du progrès génétique

### 3.1 / Aspects théoriques

Une majorité d'éleveurs français utilisent des reproducteurs croisés. La mère du lapereau de boucherie, c'est-à-dire la femelle parentale, est issue d'un croisement entre des souches sélectionnées pour leurs qualités maternelles (tailles de la portée à la naissance et au sevrage, production laitière...). Le père du lapereau de boucherie est issu lui de souches sélectionnées pour leurs qualités bouchères (vitesse de croissance post-sevrage, rendement à l'abattage, efficacité alimentaire...).

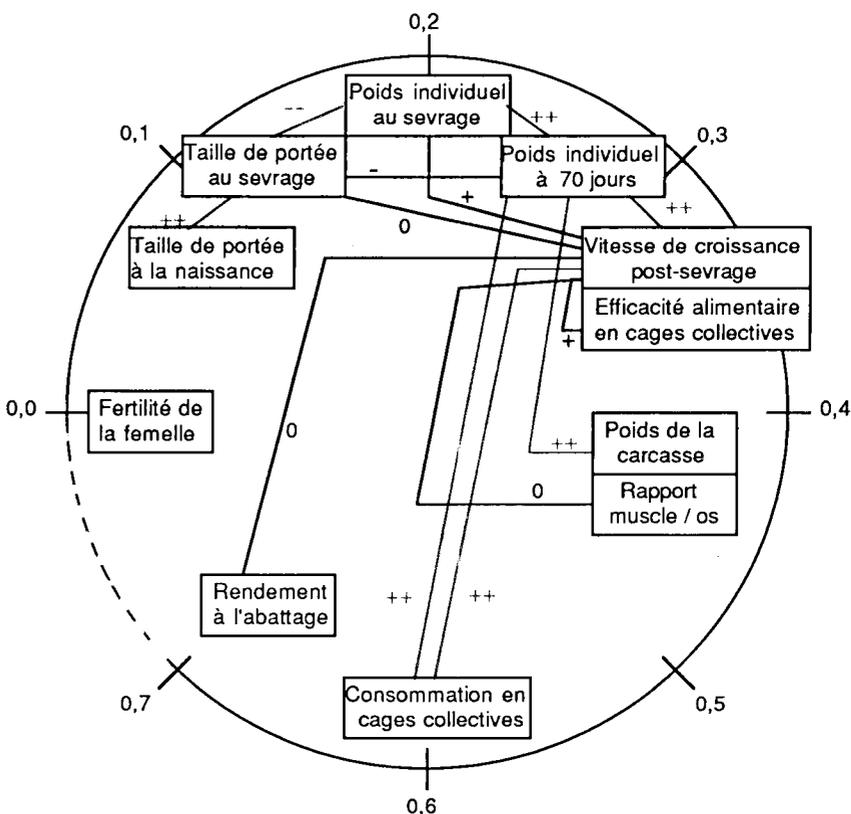
A la suite d'Henderson, les généticiens quantitatifs utilisent le BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) pour prédire la valeur génétique des animaux. Le BLUP est un modèle linéaire particulier qui estime simultanément les effets fixés (saison, numéro de la portée...) et les effets aléatoires (père, mère, individu...). Par rapport aux indices de sélection, le BLUP fournit des estimations nettement meilleures lorsque les effets fixés sont importants. Ce sera le cas dans les souches dont les générations se chevauchent. Estany *et al* (1988) ont utilisé le BLUP

pour analyser des expériences de sélection faites sans souche témoin. Réaliser de telles analyses est l'un des autres intérêts du BLUP.

La performance d'un reproducteur croisé résulte d'une combinaison d'effets génétiques directs et indirects, d'effets d'hétérosis et d'effets de milieu. Si la notion d'interaction entre les effets génétiques et les effets de milieu est classique, peu d'auteurs ont étudié les interactions entre les effets génétiques. Brun (1985) a modélisé les interactions qui existent entre le génome d'un individu et le génome de la population avec laquelle il est accouplé. D'après la bibliographie, un caractère peu héritable, sensible à l'hétérosis, et ayant été sélectionné longtemps risque de présenter de telles interactions. Il a proposé, pour un caractère comme la taille de la portée, d'abandonner la sélection intra souche au profit d'une sélection réciproque. Le principe de la sélection réciproque est simple. Considérons une souche A et une souche B. Dans le cas de la sélection intra souche, les reproducteurs sont qualifiés d'après des performances mesurées sur leurs apparentés dans la souche. Dans le cas de la sélection réciproque, les reproducteurs des souches A et B sont qualifiés d'après des performances mesurées sur leurs apparentés croisés de génotype AB ou BA.

Figure 2. Héritabilités et corrélations génétiques des caractères de production chez le lapin (d'après Masoero 1982).

0 : corrélation comprise entre -0,20 et +0,20.  
 + ou - : corrélation comprise entre 0,21 et 0,40 (ou -0,21 et -0,40).  
 ++ ou -- : corrélation supérieure à 0,41 (-0,41).



### 3.2 / Aspects appliqués

Pour approvisionner les éleveurs en reproducteurs croisés, des réseaux pyramidaux de diffusion du progrès génétique se sont développés en France après 1970. Un réseau comprend un élevage de sélection et des élevages de multiplication. Selon les cas il y a un ou deux étages de multiplication. Le multiplicateur vend au producteur les mâles et les femelles croisées dont il a besoin pour produire de la viande. Bien que ce type d'organisation soit dominant en France, n'oublions pas que d'autres solutions existent : utilisation d'animaux de souches pures, évolution des réseaux grâce à l'insémination artificielle...

Il existe en France plusieurs réseaux pyramidaux de diffusion du progrès génétique. Pour produire les femelles croisées, certains réseaux utilisent deux des souches sélectionnées expérimentalement par l'INRA. Il s'agit de la souche 1066 d'origine Grand Russe, qui est sélectionnée sur la taille de la portée à la naissance, et de la souche 1077, d'origine Néo-Zélandais Blanc, qui est sélectionnée sur la taille de la portée au sevrage (cf tableau 1). Ces souches sont diffusées par un schéma dit de « démultiplication ». Ce schéma comprend deux étages de multiplication.

La connaissance des résultats techniques et économiques des élevages de production est utile aux éleveurs et à l'ensemble des agents de la filière. Deux systèmes complémentaires existent aujourd'hui en France : la gestion technico-économique (GTE) et la gestion technique individuelle (GTI). L'unité d'enregistrement de la GTE est l'élevage ou la cellule. La GTE fournit à l'éleveur des critères techniques et économiques qui reflètent les résultats de la maternité et de l'engraissement (Yoncourt et Nicaud 1987). Les GTE touchaient en 1987 plus de 1000 éleveurs. L'unité d'enregistrement de la GTI est la femelle. Comme dans le cas de la gestion technique des troupeaux de truies, l'ensemble des opérations d'élevage est enregistré

(saillies, mise bas, sevrages). La GTI fournit à l'éleveur des critères techniques pour analyser les résultats de la maternité. Depuis 10 ans, l'INRA et l'ITAVI ont développé une GTI : le contrôle de performances lapin (CPL). L'apparition récente de logiciels de gestion journalière fonctionnant sur des micro-ordinateurs devrait favoriser l'extension des GTI et notamment celui du CPL. En 1987, le CPL touchait 100 unités d'élevages. (Pour le CPL un élevage est divisé en unités de quelques dizaines ou centaines de femelles de même génotype).

Le tableau 2 présente les résultats d'un échantillon d'élevages suivis par l'ITAVI. Bien que cet échantillon se soit renouvelé depuis 1974, les tendances observées correspondent bien à l'évolution de la cuniculture rationnelle en France. La productivité par femelle a stagné depuis 1982, après la forte croissance observée depuis 1974. Cette évolution a résulté d'une diminution de l'intervalle entre mise bas, d'une augmentation puis d'une stabilisation des tailles de portée, d'un accroissement des mortalités pré et post-sevrage. Dans le même temps, la productivité par cage-mère a continué de croître. Cependant, ce résultat est à considérer avec prudence : la notion de cage-mère a évolué depuis 1974 et le développement rapide des cages d'attente a augmenté artificiellement la productivité par cage-mère. La marge sur coût alimentaire a crû plus rapidement que l'inflation jusqu'en 1982 ; depuis la tendance s'est inversée.

L'analyse zootechnique du tableau 2 a souligné plusieurs faits inquiétants : une stagnation des tailles de portée à la naissance depuis 1982, une élévation de la mortalité pré-sevrage, le maintien d'une mortalité post-sevrage élevée, un accroissement important du taux annuel de renouvellement des femelles. Cette dégradation a plusieurs origines, nous évoquerons seulement des problèmes sanitaires de différents réseaux de multiplication depuis le début des années 80, et la grave crise de confiance qui a

**La productivité s'est beaucoup améliorée de 1974 à 1982. La stagnation des résultats après 1982 a conduit à la mise en place d'actions concertées entre éleveurs et pouvoirs publics afin notamment d'améliorer la qualité sanitaire des animaux.**

Tableau 2. Résultats de la gestion technico-économique dans l'échantillon d'élevage GITALAP.

Caractères		Année		
		1974	1982	1986
Résultats techniques de la maternité	Taux de fertilité (%)	57	66	69
	Intervalle entre portées (jours)	69	52	43
	Taille de la portée à la naissance	7,2	7,7	7,8
	Taux de mortalité entre la naissance et le sevrage (%)	19	18	24
	Taux de mortalité entre le sevrage et la vente (%)	8	11	11
	Nombre de lapereaux produits par femelle et par an	29	40	40
	Taux de renouvellement annuel des femelles (%)	83	125	140
	Taux d'occupation des « cages-mères » (%)	85	103	115
	Nombre de lapereaux produits par cage mère et par an	25	39	46
Bilan économique	Indice de consommation économique (kg/kg)	4,5	4,3	4,3
	Prix du granulé (F/kg)	0,78	1,47	1,70
	Prix du kg vif payé au producteur (F)	5,40	12,04	13,72
	Marge sur coût alimentaire par cage mère (F)	131	517	635
	Inflation (indice INSEE)	100	233	299

**Tableau 3.** Tailles de portée moyennes dans les élevages des réseaux de diffusion des souches cunicoles expérimentales de l'INRA.

Étage	Démultiplication								Multiplication				Production			
	1077				1066				Mâle 1066		Femelle 1077		Mâle terminal		Femelle 1067	
Souche																
Année	N	NT	NV	NS	N	NT	NV	NS	N	NT	NV	NS	N	NT	NV	NS
1985	4101	8,9	8,3	7,3	970	9,1	8,3	6,9	20490	9,2	8,8	7,7	2415	9,5	9,0	8,2
1986	5582	8,8	8,1	6,9	1356	9,0	8,2	6,8	28170	9,2	8,7	7,5	9615	8,9	8,3	6,9
1987*	5722	8,8	8,3	6,9	1332	8,7	8,0	6,8	24840	8,9	8,5	7,5	14487	8,9	8,4	7,2

(N : nombre de portées ; NT : nés totaux ; NV : nés vivants ; NS : nombre de sevrés)

\* Les résultats de 1987 sont incomplets.

suivi. Cette crise a finalement été salutaire. Deux initiatives complémentaires ont contribué à redresser la situation. La première est venue de la FENALAP (Fédération Nationale des Groupements de Producteurs de Lapins) et la seconde du Ministère de l'Agriculture. La FENALAP, avec l'aide de la Direction de l'Alimentation (Ministère de l'Agriculture) a élaboré la Charte sanitaire de production et d'utilisation des animaux reproducteurs (Morisse 1984, François 1986). Le Bureau des Productions Hors Sol (Ministère de l'Agriculture), a créé à la demande de l'INRA la commission de contrôle de la démultiplication. Cette commission est chargée de surveiller la diffusion des souches cunicoles expérimentales de l'INRA. Elle a établi un cahier des charges (GIE Midi Pyrénées Lapin, 1986).

Ces deux initiatives complémentaires avaient plusieurs analogies : c'étaient des démarches contractuelles et non des démarches réglementaires ; les animaux étaient tatoués, les élevages de multiplication utilisaient une GTI et ils étaient régulièrement visités par une commission technique. Au vu de ces informations, des agréments provisoires étaient éventuellement accordés. Il existait cependant une différence dans les deux initiatives. La Charte de la FENALAP avait donné des agréments à des multiplicateurs, alors que la commission de la démultiplication avait approuvé des réseaux dans leur ensemble. A terme un rapprochement entre ces deux démarches est possible.

Le tableau 3 présente les tailles de portée enregistrées dans les élevages des réseaux de diffusion des souches cunicoles expérimentales de l'INRA. Le schéma de multiplication comporte deux étages : la démultiplication et la multiplication. Après une génération de multiplication en souche pure (démultiplication), le mâle de la souche 1066 est croisé avec la femelle de la souche 1077 (multiplication) pour produire la femelle parentale 1067 qui est la mère du lapin de boucherie. Le mâle terminal provient d'une souche propre à chaque réseau de diffusion. Si la totalité des femelles des deux étages de multiplication sont suivies par le CPL, seul un échantillon des femelles de production l'est aussi. La très petite taille de l'échantillon actuel limite la confiance à accorder aux résultats enregistrés dans les élevages de production.

La diffusion des souches se compose d'un étage de sélection et un ou plusieurs étages de multiplication. Pour les souches expérimentales de l'INRA, il y a 2 étages : multiplication en souche pure (= démultiplication) des souches 1066 et 1077, puis croisement d'un mâle 1066 et d'une femelle 1077 pour obtenir une femelle 1067 (photo), mère du lapin de boucherie.



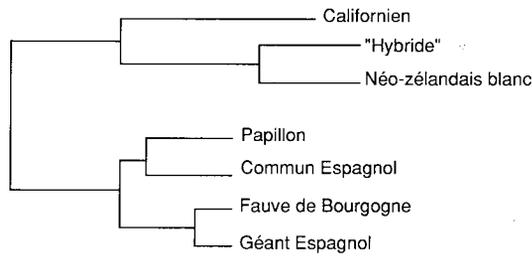
## 4 / La connaissance du génome

### 4.1 / La carte génique

La carte génique d'une espèce indique la position des gènes sur les chromosomes. La connaissance de la carte est utile pour comprendre le déterminisme d'un caractère, pour utiliser le génie génétique... Le caryotype du lapin se compose de 22 paires de chromosomes. Une description standardisée de ce caryotype a été adoptée par un groupe d'experts internationaux (Committee for standardized karyotype of oryctolagus cuniculus 1981).

Chez le lapin 66 marqueurs génétiques ont été décrits (Fox 1987). Certains gènes décrits ont un effet visible (gènes de coloration ou de structure du pelage, anomalies morphologiques...). D'autres codent pour des protéines (enzymes, molécules du système immunitaire...). Parmi les 66 marqueurs connus, 37 ont

**Figure 3.** Dendrogramme de distances génétiques entre des populations cunicoles espagnoles (Zaragoza 1987).



été localisés sur huit autosomes et sur le chromosome sexuel. Les 23 suivants constituent six groupes de linkage (ensembles de gènes qui sont liés génétiquement). Ces gènes sont situés sur un même chromosome, mais ce dernier n'a pas encore été identifié. Les six derniers marqueurs n'ont pas encore été localisés ; cela signifie qu'aucune liaison n'a pour l'instant été mise en évidence avec les 60 autres marqueurs. Comme toutes les liaisons possibles n'ont pas été testées, cela ne signifie pas que ces marqueurs sont indépendants des 60 premiers.

#### 4.2 / Quelques marqueurs utiles

Les méthodes d'électrophorèse ont révélé un important polymorphisme dans les espèces animales. Une équipe espagnole a étudié le polymorphisme des protéines sanguines (Zaragoza 1987). Cette équipe a décrit la transmission génétique de 15 protéines polymorphes. Ces systèmes génétiques ont fourni des indications sur les distances génétiques qui existent entre les populations cunicoles, qu'elles soient domestiques ou sauvages. La figure 3 illustre les parentés qui existent entre les races Néo-Zélandais Blanc, Californien et une population « hybrides » d'une part, et entre les races Papillon, Commun Espagnol, Fauve de Bourgogne, Géant Espagnol d'autre part. La population « hybride » est issue de croisement entre des souches Néo-Zélandais Blanc et Californien.

#### 4.3 / Le transfert de gènes

En 1982, deux équipes américaines avaient obtenu des souris « géantes » par injection du gène de l'hormone de croissance de rat dans des oeufs juste après la fécondation. Depuis, cinq équipes au moins ont tenté la même expérience chez le lapin. L'une d'elles est française (Houdebine 1987). Bien que ces équipes soient très discrètes sur les résultats obtenus, on peut penser que le transfert de gènes par microinjection dans l'embryon fonctionne chez le lapin.

### Conclusion

En France, en Italie et en Espagne, le lapin est considéré comme une espèce zootechnique depuis de nombreuses années. Cependant les travaux de recherches consacrés à l'amélioration génétique de cette espèce n'ont réellement débuté que dans les années 70. Les résultats dont on dispose aujourd'hui commencent à

constituer un ensemble cohérent dans plusieurs domaines de la génétique quantitative : analyse des mécanismes biologiques et génétiques qui déterminent les caractères de production, expériences de sélection...

Dans ces trois mêmes pays, les années 80 ont été marquées par une crise de confiance des éleveurs vis-à-vis des reproducteurs « hybrides » et des réseaux qui les diffusaient. Cette crise semble s'atténuer en France à la suite d'actions concertées des éleveurs et des pouvoirs publics. Les sélectionneurs français occupent aujourd'hui une position dominante en Europe de l'Ouest. Sauront-ils conserver cette position après 1992 ?

Le lapin est aussi une espèce de laboratoire. Comment valoriser les connaissances acquises par les équipes qui l'utilisent ainsi ? Cette valorisation est d'autant plus nécessaire que les progrès réalisés ces dernières années ne doivent pas masquer les domaines où nos lacunes sont importantes (polymorphismes génétiques, carte génique, analyse de la carrière, variabilité de la résistance non spécifique aux agressions, composantes de la fertilité...).

Cet article reprend en partie une analyse bibliographique réalisée lors du 4<sup>e</sup> Congrès Mondial de Cuniculture qui s'est tenu à Budapest en Octobre 1988 (Rochambeau 1988).

### Références bibliographiques

- ANONYME, 1988. Performances Hyplus. Cuniculture, 15 (1) 59.
- BASELGA M., BLASCO A., GARCIA F., 1982. Parametros geneticos de caracteres economicos en poblaciones de conejos. 2nd Cong. Genet. app. Livestock prod., Madrid, VI, 471-480.
- BOLET G., BRUN J.M., HULOT F., 1988. Relationships between ovulation rate and embryonic survival in various strain of rabbits. 4<sup>e</sup> Congrès Mond. Cunic., Budapest, 2, 149-157.
- BRUN J.M., 1985. Interactions géniteur-population des partenaires. III Synthèse bibliographique. Genet. Sel. Evol., 17 (4), 561-578.
- BRUN J.M., POUJARDIEU B., 1986. Contribution à l'analyse de la carrière d'une lapine reproductrice : une approche multidimensionnelle. 4<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France, communication 38.
- BRUN J.M., ROUVIER R., 1988. Evolution of the genetic parameters of litter traits in crosses of two selected strain of rabbits : a synthesis. 4<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Budapest, 2, 158-167.
- COMITEE for standardized karyotype of *Oryctolagus cuniculus*, 1981. Standard karyotype of the laboratory rabbit. Cytogenet. Cell. Genet. 31, 240-248.
- ESTANY J., BASELGA M., BLASCO A., CAMACHO J., 1988. Estimation of genetic trend on rabbit growth rate by mixed model methodology. 4<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Budapest, 4, 104-113.
- ESTANY J., BASELGA M., BLASCO A., CAMACHO J., 1989. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits. Livest. Prod. Sci., 21 (1), 67-75.
- FOX R.R., 1987. Linkage map of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) (2n = 44). Genetic Maps, vol. 4. Cold Spring Harbor, USA.
- FRANCOIS C., 1986. La charte de production et d'utilisation des reproducteurs. Cuniculture, 13 (2) 111-112.

- FUENTE L.F. de la, ROCHAMBEAU H. de, DUZERT R., 1986. Analyse d'une expérience de sélection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. 3<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France, communication 27.
- GIE MIDI PYRENEES LAPIN, 1986. Diffusion de souches de lapin en Midi Pyrénées. Cuniculture 13 (1), 66-69.
- HENAFF R., SINQUIN J.P., LEBAS F., 1988. La France cunicole 1987. Cuniculture, 15 (1), 4-10.
- HOUDEBINE L.M., 1987. Les animaux transgéniques. La Recherche, 188, 684-694.
- KHALIL M.H., OWEN J.B., AFIFI E.A., 1986. A review of phenotypic and genetic parameters with meat production traits in rabbits. Animal Breeding Abstracts. 54 (9) 725-749.
- LEBAS F., COUDERT P., ROUVIER R., ROCHAMBEAU H. de, 1984. Génétique et sélection. in : Le lapin : élevage et pathologie. 83-137. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome.
- MASOERO G., 1982. Breeding and crossbreeding to improve growth rate, feed efficiency and carcass characters in rabbit meat production. 2nd Cong. Genetic app. Livestock prod. Madrid, VI, 499-509.
- MATHERON G., 1982. Genetic and selection of litter size in rabbit. 2nd Cong. Genetic app. Livestock prod. Madrid, VI, 481-493.
- MATHERON G., DOLET P., 1986. Performances en milieu tropical : premiers résultats en Guadeloupe. Cuniculture, 13 (2), 103-110.
- MATHERON G., MAULEON P., 1979. Mise en évidence de l'action conjointe des effets directs, maternels et grand-maternels sur la taille de portée. Bull. Tech. Dept. Genet. Anim., 29-30, 232-274.
- MATHERON G., POUJARDIEU B., 1984a. Expérience de sélection de la taille de portée chez la lapine. 3<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Rome. 1, 66-78.
- MATHERON G., POUJARDIEU B., 1984b. La génétique du lapin : le point, les perspectives. 3<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Rome. 1, 3-34.
- MGHENI M., CHRISTENSEN K., 1985. Selection experiments on growth and litter size in rabbits. Acta Agr. Scand., 35 (3), 278-294.
- MORISSE J.P., 1984. Agrément des multiplicateurs : les bases du projet. L'Éleveur de lapin, 3, 21-23.
- NARAYAN A.D., RAWAT S., SAXENA M.C., 1985. Evaluation of response to selection for litter size in rabbits. Indian J. Anim. Sci., 55 (11), 954-957.
- OUHAYOUN J., 1984. La croissance et le développement du lapin de chair. Cuni Sciences, 1 (1), 1-15.
- PERRIER G., CHEVALIER C., OUHAYOUN J., 1986. Potentialités zootechniques de la race Argenté de Champagne. 4<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France, communication 25.
- PILANDON M.T., HENAFF R., PONSOT J.F., 1986. Potentialités zootechniques d'une souche de lapin gris du Bourbonnais. Bilan de 5 années d'observation. 4<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France, communication 25.
- POUJARDIEU B., 1986. Influence des performances de la portée d'origine sur la carrière de lapines reproductrices. 4<sup>e</sup> Journées Rech. Cunicole en France, communication 23.
- ROCHAMBEAU H. de, 1988. Genetics of the rabbit for wool and meat production (1984-1987). 4<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Budapest, 2, 1-68.
- ROUVIER R., 1980. Génétique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*). 2<sup>e</sup> Congrès Mond. Cuni., Barcelone, 1, 159-191.
- SURDEAU P., HENAFF R., 1981. Le choix et le renouvellement des reproducteurs. in : La production du lapin. 61-89. Ed. Baillière, Paris.
- YONCOURT L., NICAUD C., 1987. La gestion technico-économique cunicole en France. Cuniculture, 14 (6), 295-299.
- ZARAGOZA P., 1987. Blood biochemical polymorphism in rabbits presently bred in Spain : genetic variation and distances amongst populations. Austr. J. Biol. Sci., 40 (3) 275-286.

## H. DE ROCHAMBEAU. **The genetics of the rabbit for meat production.**

Annual production of rabbit meat is around 150,000 t. in France (4.5 % of the value of total animal production). This paper presents a synthesis of current knowledge on the genetics of the rabbit for meat production.

Indirect genetic effects (maternal and grand maternal) are of great importance with respect to reproduction and growth traits. Heritabilities and genetic correlations between the main production traits are well documented. There are a few dozen breeds of rabbits. Adult weights of these breeds are between one and six kg. Rational breeders use crossbred rabbits coming from medium size breeds (3.5 to 4 kg). Strains which give bucks for meat production, are selected on meat trait (post-weaning growth rate, dressing percentage, gross feed efficiency...). Strains of does for meat production, are selected on maternal traits (litter size, milk production...). Distribution of these strains is made by pyramidal networks which have one selection tier and some multiplication tiers. Improvement of sanitary quality of rabbits produced by these networks was the main target of the last years. The genome of the rabbit is well known. The rabbit is a production species and also a laboratory species ; 66 genetic markers were described and 37 of them were located on one chromosome.

DE ROCHAMBEAU H., 1989. La génétique du lapin, producteur de viande. *INRA Prod. Anim.*, 2 (4), 287-295.