

Gestion d'une population d'animaux domestiques en l'absence de généalogie

H. DE ROCHAMBEAU (1), M. PERRIN (2)

(1) Station d'Amélioration Génétique des Animaux, INRA Génétique Animale, BP 27 31326 Auzeville

(2) UPRA Races Ovines des Massifs, Route de Thiers, 63370 Marmilhat

RÉSUMÉ - Nous présentons une méthode de gestion génétique d'une population divisée en élevages. A partir de la liste des mâles utilisés à chaque instant, on établit des recommandations pour l'année suivante. L'exemple de la race ovine Bizet illustre cette démarche. Les éleveurs ont mis en place en 1979 un Centre d'Elevage. Les recommandations émises doivent être replacées dans le contexte plus global du règlement technique de la race. Un mâle n'est utilisé comme père à béliers qu'une seule année. Il y a 3 moments importants : le choix des pères à béliers, le choix des jeunes agneaux qui entrent dans le Centre d'Elevage et l'affectation des béliers à la sortie du Centre. La structure hiérarchique qui existait à l'instant initial s'est atténuée et les gènes circulent mieux entre les élevages de la population.

Genetic management of an animal domestic population without pedigree

H. DE ROCHAMBEAU, M. PERRIN

Station d'Amélioration Génétique des Animaux, INRA Génétique Animale, BP 27 31326 Auzeville

SUMMARY - A method to manage a population split up in farms is described. Recommendations are made each year from the lists of the rams of each farm. Bizet sheep breed is used as an example. A Breeding Center was opened in 1979. Our recommendations are included in the general breed settlement. One ram is used as a sire of rams only one year. There are three main events : the choice of the sires of rams, the choice of the young rams for the Breeding Centre and the recommendations at the coming out of the Centre. The hierarchical structure of the breed vanished and flow of genes increases between farms.

INTRODUCTION

La gestion génétique des petites populations a fait l'objet de nombreux travaux théoriques (Rochambeau et al., 2000). Trois règles se dégagent pour maintenir la variabilité génétique : (i) la contribution des reproducteurs le long des quatre voies de transmission des gènes sera aussi équilibrée que possible, (ii) les nombres de reproducteurs, et en particulier le nombre de mâles seront les plus élevés possible, et ces reproducteurs seront renouvelés rapidement, (iii) chaque éleveur produira des mâles et il utilisera des mâles venant de tous les autres élevages. Un schéma rotatif, avec une horloge qui règle la circulation des mâles entre les élevages, a prouvé son efficacité pour limiter la baisse de la variabilité génétique (Djelali et al., 1994). Cette méthode suppose que les généalogies sont connues, ce qui n'est pas toujours le cas. Le contrôle de paternité est rarement pratiqué dans certaines races ovines rustiques. D'autres populations n'ont pas encore acquis le statut de race, et elles ne disposent pas de fichier généalogique.

Nous présentons ici une méthode applicable à des populations divisées en élevages, qui échangent des mâles. On suppose par ailleurs qu'on connaît les mâles utilisés dans chaque élevage depuis au moins 5 années. A partir de cette information, on établit des recommandations pour les échanges de mâles de l'année (t+1). L'exemple de la race ovine Bizet illustre cette démarche.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. DESCRIPTION DE LA POPULATION

L'unité de temps est l'année. La population est divisée en N élevages, qui se composent de k_m cohortes de mâles et de k_f cohortes de femelles. Une cohorte est un ensemble d'animaux de même sexe qui ont vécu au même moment un événement identique. C'est par exemple les mâles nés l'année (t). On décrit alors la probabilité qu'une femelle d'une cohorte contribue à la procréation de la nouvelle cohorte des mâles et à celle de la nouvelle cohorte des femelles. Cette description est complétée par la probabilité qu'un mâle présent à l'instant (t) dans la cohorte (k) soit présent à l'instant (t+1) dans la cohorte (k+1) ainsi que par la probabilité qu'un mâle d'une cohorte contribue aux cohortes de renouvellement. Ces paramètres démographiques sont constants d'un instant à l'autre et d'un élevage à l'autre.

Pour chaque élevage et pour chaque instant, on connaît le nombre de jeunes béliers provenant des N élevages de la population, ainsi que le numéro de l'élevage et de la cohorte du ou des béliers qui sont utilisés pour procréer les mâles de renouvellement. La constitution d'un ou de plusieurs lots de lutte spécifique pour fabriquer les mâles de renouvellement est facultative. Les mâles de renouvellement peuvent aussi être issus de tous les mâles présents à l'instant (t) dans l'élevage.

1.2. MODÉLISATION DU FONCTIONNEMENT DE LA POPULATION

On considère p_{ij} , la probabilité qu'un gène tiré à l'instant (t) chez un individu de « l'élevage-cohorte » (i) proviennent de l'élevage (j) à l'instant (0). Le regroupement de ces vecteurs p_{ij} constitue la matrice P^t , qui possède $(k_m + k_f)$ N lignes et N colonnes. Les paramètres démographiques décrits au paragraphe précédent servent à construire une matrice de passage C^t . Cette matrice a $(k_m + k_f)$ N lignes et $(k_m + k_f)$ N colonnes. On a alors :

$$p^{t+1} = C^t * p^t$$

On utilise cette relation pour décrire les flux de gènes entre l'instant (0) et l'instant (t+1). Pour établir les recommandations on considère $y_m(i)$ et $y_f(i)$. Le premier vecteur contient les probabilités qu'un gène tiré chez un jeune mâle de l'élevage (i) provienne de l'élevage (j) à l'instant (0). Le vecteur $y_f(i)$ contient ces mêmes probabilités pour toutes les cohortes de femelles de l'élevage (i).

L'indice $d(i,j)$ caractérise la proximité entre les jeunes mâles de l'élevage (i) et les femelles de l'élevage (j). Il est égale à la probabilité qu'un gène, tiré dans ces 2 échantillons d'animaux, provienne d'un même élevage. Si la valeur de $d(i,j)$ est forte, les jeunes mâles de (i) ne seront pas accouplés avec les femelles de (j). Au contraire, si $d(i,j)$ est faible on

recommandera d'utiliser ces jeunes mâles avec les femelles de l'élevage (j).

2. APPLICATION À LA RACE BIZET

2.1 LA SITUATION ACTUELLE

La Bizet est une race ovine allaitante élevée principalement en Haute Loire et dans le Cantal. Elle possède une prolificité moyenne et une bonne aptitude au désaisonnement. Ses qualités maternelles lui permettent de produire des agneaux de qualité en croisement industriel avec des béliers de race bouchère. La base de sélection se compose aujourd'hui de 8 élevages possédant au total 70 béliers et 4 000 femelles. Le taux de croisement est inférieur à 5 % dans 3 élevages et il est compris entre 50 et 70 % dans les 5 autres. L'organisation de la race est très structurée. Le tableau 1 illustre cette structure.

Tableau 1
Echange de béliers entre les éleveurs de la race Bizet pour la période 1991-1997. Les naisseurs sont en ligne et les utilisateurs en colonne (Julien, 1996)

	Utilisateurs							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	33	5	10	3	8	10	8	2
2	2	17	2	0	3	3	1	1
3	6	0	4	1	2	3	1	1
4	0	0	1	0	0	0	0	1
5	2	0	0	0	2	3	2	1
6	0	0	0	1	3	1	2	1
7	2	0	0	0	0	2	0	1
8	0	0	0	0	0	0	1	0
Total	45	22	17	5	18	22	16	8

L'élevage 1 a fourni 79 béliers sur un total de 153, alors que les élevages 4 à 8 n'en ont produit que 29. Par ailleurs, l'utilisation de béliers nés dans l'élevage est fréquent dans les élevages 1 (33 sur 79) et 2 (17 sur 30). Pour travailler plus efficacement, les éleveurs ont mis en place en 1979 un centre d'élevage. Une quarantaine de béliers sont regroupés à l'automne pour être vendus au printemps suivant.

2.2 LES ACTIONS ENTREPRISES

2.2.1 Un règlement technique adapté

A l'occasion de la mise en place de ces recommandations, le règlement technique de la race a sensiblement évolué. Voici les principaux éléments de ce nouveau règlement. Les béliers du Centre d'Élevage seront issus d'accouplement avec un contrôle des paternités. Tous les éleveurs feront chaque année au moins un lot de lutte en paternité. Les brebis de ce lot auront au minimum la qualification de « mères à agnelles » et elles posséderont un index « prolificité » et un index « valeur laitière » positifs.

Chaque éleveur déclarera la composition de son haras de bélier avant les luttes. Le mâle utilisé sur le lot en paternité changera tous les ans. Un mâle ne sera utilisé sur un lot en paternité qu'une fois dans sa carrière. Ce mâle devra provenir d'un élevage recommandé lors des années précédentes. Un bélier sera utilisé au maximum pendant 4 années.

2.2.2 Le calendrier des interventions

Il existe 3 moments importants dans le déroulement d'une campagne. En février, il faut choisir les béliers qui feront les luttes en paternité. On élimine tout d'abord les béliers qui ont déjà rempli ce rôle lors des années précédentes. On choisit ensuite les jeunes béliers dont les parentes possèdent de bons index. On propose au moins 2 béliers par élevage.

A l'automne, on choisit les jeunes agneaux qui vont entrer dans le Centre d'Élevage. Pour cela, on privilégie les fils d'un

bélier nés dans un autre élevage et ceux des béliers qui n'ont jamais été père à béliers. On calcule alors l'indice $d(i,j)$ entre les jeunes béliers de l'élevage (i) et les femelles des autres élevages (j). On accorde une préférence aux béliers qui ont un indice $d(i,j)$ qui prend des valeurs faibles.

Enfin, en mai de l'année suivante, on établit les recommandations définitives. Le tableau 2 présente les valeurs de l'indice $d(i,j)$ entre les béliers sortis du centre en mai 2000 et le tableau 3 les recommandations faites à cette occasion.

Tableau 2
Valeur de l'indice $d(i,j)$ entre les béliers sortis du centre en mai 2000 et les brebis des élevages 1 à 8.
Les béliers sont désignés par leur père.
1-95 signifie que ce père est né dans l'élevage 1 et qu'il appartient à la cohorte 1995.
L'élevage 9 désigne les autres élevages de la race

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1-95	0.88	0.02	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.10
1	7-96	0.60	0.02	0.17	0.16	0.21	0.29	0.57	0.21
3	9-95	0.07	0.01	0.55	0.16	0.11	0.09	0.04	0.02
3	7-96	0.17	0.01	0.58	0.22	0.18	0.28	0.52	0.20
4	9-94	0.03	0.01	0.14	0.55	0.11	0.06	0.04	0.07
4	9-95	0.03	0.01	0.14	0.55	0.11	0.06	0.04	0.07
5	9-96	0.08	0.02	0.15	0.14	0.58	0.13	0.13	0.13
5	6-98	0.22	0.03	0.18	0.18	0.68	0.54	0.32	0.22
6	5-98	0.20	0.08	0.24	0.24	0.51	0.67	0.25	0.22
6	4-94	0.08	0.01	0.10	0.58	0.10	0.50	0.12	0.11
7	1-97	0.53	0.02	0.18	0.17	0.21	0.26	0.68	0.18
7	5-96	0.23	0.01	0.14	0.14	0.51	0.26	0.65	0.21
8	4-97	0.12	0.02	0.23	0.50	0.16	0.15	0.14	0.57

Les fils du bélier 7-96 (2^e ligne) sont nés dans l'élevage 1. Il ne faudra pas les utiliser dans les élevages 1 et 7 ($d(i,j) = 0.60$ et 0.57). Ils conviennent pour tous les autres élevages et notamment pour l'élevage 2. Cet élevage n'a pas fourni de béliers en 2000.

Le tableau 3 présente les recommandations faites au printemps dernier. Pour chaque élevage (1^{re} colonne) et pour chaque père à béliers utilisé dans cette élevage (2^e colonne qui a la même signification que pour le tableau 2), on indique les élevages déconseillés et les élevages recommandés. Le plus souvent, cela revient à interdire à un jeune bélier de faire la lutte dans son élevage de naissance ou dans celui de son père. En fait, les recommandations sont établies d'une manière plus souple en donnant plusieurs possibilités à chaque éleveur. On tient compte aussi de la taille des élevages et du nombre de fils disponibles pour chaque père.

3 ÉVALUATION DES EFFETS SUR LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE

Il est encore trop tôt pour évaluer l'efficacité a posteriori de cette méthode puisqu'elle n'est utilisée en race Bizet que depuis 1999. Cependant, les éleveurs ont globalement bien respecté les recommandations faites lors de la vente des béliers.

Tableau 3
Recommandations faites en mai 2000.
R = recommandé, I = interdit

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1-95	I	R			R	R		
1	7-96	I	R	R	R			I	
3	9-95	R		I		R		R	R
3	7-96	R	R	I				I	
4	9-94	R			I		R	R	R
4	9-95	R			I	R		R	R
5	9-96	R			R	I	R		
5	6-98		R	R	R	I	I		
6	5-98		R			I	I		R
6	4-94	R		R	I	R	I	R	
7	1-97	I	R		R			I	
7	5-96			R	R	I		I	R
8	4-97	R			I		R	R	I

On peut cependant modéliser, a priori, l'efficacité théorique de la méthode, à partir des paramètres moyens de la population (Theil, 1999). Le tableau 4 présente l'évolution de la contribution des élevages de la population à l'élevage 1 entre les instants (t) et (t + 10). A l'instant initial, 70 % des gènes de l'élevage 1 proviennent de gènes de l'élevage 1 à l'instant (t-6). Quatre autres élevages contribuent pour les 30 % restant. Dix ans plus tard, cette proportion n'est plus que de 40 % et les 7 autres élevages contribuent également au solde. La structure hiérarchique qui existait à l'instant initial s'est donc considérablement atténuée, et les gènes circulent mieux entre les élevages de la population.

Tableau 4
Contributions des 8 élevages de la population à l'élevage 1 aux instants (t) et (t+10)

	1	2	3	4	5	6	7	8
T	0.70	0.10	0.10	0	0.05	0	0.05	0
T+10	0.40	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

4. DISCUSSION

La méthode que nous venons de décrire a permis de mieux gérer la race en inscrivant ces principes dans un nouveau règlement technique. Ce dernier a pour objectif de respecter les 3 règles exposées dans l'introduction. Il cherche ensuite à créer du progrès génétique pour la valeur laitière et la prolificité. Cette méthode laisse beaucoup de liberté aux éleveurs dans le choix de leurs béliers. Un calcul théorique non présenté ici montre qu'il n'est pas nécessaire d'interdire totalement

l'utilisation dans un élevage de béliers nés dans cet élevage pour préserver la variabilité génétique. Cependant, les responsables de la race Bizet ont choisi d'adopter une politique volontariste pour créer une dynamique au niveau du groupe d'éleveurs. L'existence d'un tel mouvement est une condition indispensable à la réussite d'une telle action. Les éleveurs doivent être persuadés qu'ils seront plus efficaces ensemble.

Depuis 1997, un ou plusieurs lots de brebis sont luttés en paternité dans chaque élevage. Le nombre de sujets dont les 2 parents sont connus augmente. Notre méthode perd de son intérêt car il faut maintenant valoriser cette information généalogique.

Aujourd'hui les recommandations sont établies à partir des échanges de béliers effectués au cours des 6 dernières années. Cet intervalle de temps a été déterminé empiriquement et devra être validé. Si on considère un intervalle de temps trop grand, la modélisation évoquée au paragraphe 3 montre que les contributions génétiques se stabilisent après une demi-douzaine d'année.

Cette méthode de gestion d'une population sans généalogie peut s'appliquer à d'autres populations ovines, mais aussi à des races des espèces caprines, bovines, porcines ou cheva-

lines. Nous avons réalisé cette année une application sur la Chèvre Pyrénéenne.

CONCLUSION

Nous présentons une méthode applicable à des populations divisées en élevages qui échangent des mâles. On connaît les mâles utilisés dans chaque élevage depuis au moins 5 années. On établit des recommandations pour les échanges de mâles de l'année ($t+1$). Cette méthode est appliquée depuis 2 ans dans la race ovine Bizet.

REMERCIEMENTS : Les auteurs remercient le Bureau des Ressources Génétiques qui a financé cette action, ainsi que Cécile Julien et Philippe Theil qui ont réalisé une partie du travail lors de leur stage de fin d'étude.

Djellali, A, Vu Tien Khang, J., Rochambeau H. de, Verrier, E., Genet. Sel. Evol. 26 (suppl. 1) 255-265.

Julien, C., 1996. Mémoire de fin d'études, E. S. A. Purpan.

Rochambeau, H. de, Fournet-Hanocq, F., Vu Tien Khang, J., 2000. Ann. Zootech., 49, 77-93

Theil, P., 1999. Mémoire de fin d'études, E. S. A. Purpan.