

G. RICORDEAU, L. TCHAMITCHIAN,
J.C. BRUNEL*, T.C. NGUYEN**, D. FRANÇOIS

INRA Station d'Amélioration Génétique
des Animaux BP 27 - 31326 Castanet-Tolosan Cedex

* INRA Domaine de la Sapinière 18390 Osmoy

** INRA Laboratoire des Groupes Sanguins
78352 Jouy-en-Josas Cedex

La gestion des populations

La race ovine INRA 401 : un exemple de souche synthétique

Résumé. Pour augmenter la productivité du troupeau ovin français, l'INRA a créé la souche synthétique INRA 401 en croisant la race Berrichon du Cher (bonnes aptitudes bouchères mais peu prolifique, peu maternelle, toison blanche) avec la race Romanov (très prolifique, maternelle, mais faibles aptitudes bouchères et toison colorée). La procréation de 4 générations successives (1970 - 1980) a mis en évidence l'absence d'hétérosis et de régression de la taille de portée de la F1 à la F4. La lignée obtenue présente une taille moyenne de portée de 2 agneaux par mise bas (sur brebis de 3 ans), une excellente fertilité à contre-saison, une bonne viabilité des agneaux à la naissance. A partir de 1980, le troupeau a été soumis à la sélection, d'abord sur la prolifilité seule puis sur la prolifilité et la valeur laitière et, depuis 1989, sur prolifilité, valeur laitière, caractères de croissance et caractères bouchers. La souche a été diffusée en fermes par la vente de bêliers utilisés en croisement d'absorption sur brebis croisées Romanov x race locale, et ce sur 4 générations. Ce programme concernait en 1990, 152 élevages (28 000 brebis) réunis au sein d'une association des éleveurs utilisateurs : l'AUSI 401.

1 / Motivation et étapes préliminaires

Dans les années 1960, lorsqu'on a pris conscience de la nécessité d'augmenter la prolifilité, on manquait de bases sérieuses sur la génétique de la reproduction des ovins. Wallace en Nouvelle Zélande dès 1948 et Turner en Australie en 1954, avaient bien démarré séparément une expérimentation de sélection divergente sur la prolifilité en troupeau fermé, mais, en 1970, on ne disposait encore que de résultats préliminaires. Le lot B⁽¹⁾ de Turner date de 1959, mais ce n'est qu'en 1980 que Piper et Bindon avancent l'hypothèse de l'existence d'un gène majeur sur la prolifilité (gène Booroola). La technique d'endoscopie mise au point par Thimonier et Mauléon (1969) était utilisée pour étudier l'activité ovarienne avec la saison, mais les généticiens n'avaient pas encore tiré parti de cet outil. Par ailleurs, les possibilités de sélection en race pure étaient très limitées, la lutte contrôlée étant rarement pratiquée dans les grands troupeaux, de même que l'IA. C'est seulement à partir de 1975 que l'on a pu mettre en place des schémas de testage en fermes avec l'aide de l'IA, dans les races Lacaune et Ile de France par exemple.

Comme le niveau de prolifilité des races françaises était assez faible à cette époque, il est apparu nécessaire de faire appel au croisement avec des races très

prolifiques. D'où l'expérimentation, conçue et mise en route par Poly, qui a favorisé l'approche pluridisciplinaire des mécanismes de la reproduction et prouvé que l'augmentation de la taille de portée n'entraînait pas systématiquement un accroissement considérable de la mortalité des agneaux comme pouvait le laisser croire une majorité de résultats obtenus à partir de races peu prolifiques.

L'expérimentation de Bourges a démarré en 1963. La 1ère étape (1963 à 1969), animée par Desvignes, consistait à produire les 3 types de F1 issus des accouplements de bêliers Cotentin, Border Leicester et Romanov (RO) avec des brebis Berrichonnes du Cher (BC) et les croisées 3 races issues des accouplements réciproques entre les 3 types de F1. Cette étape préliminaire a clairement montré que seules les croisées Romanov manifestaient une productivité supérieure aux Berrichonnes témoins et que l'accroissement de prolifilité était proportionnel au pourcentage de sang Romanov.

Par la suite, les brebis F1 Romanov ont prouvé leurs remarquables aptitudes maternelles, notamment dans tous les troupeaux INRA (Domaine de Langlade à Pompertuzat, avec la comparaison de 1971 à 1975 des 6 types génétiques de brebis, BC, RO, F1, F2, croisées de retour BC et RO, originaires de la Sapinière ; Domaine de La Fage, Nouzilly,

⁽¹⁾ En 1954, Turner sélectionne 2 lots, l'un contre la prolifilité (lot O), l'autre pour la prolifilité (lot T). En 1959, elle crée un 3ème lot (appelé lot B) en récupérant (de 1959 à 1965) des animaux nés multiples (de portées 3 à 6) provenant d'un élevage privé du domaine de Booroola (Ricordeau et al 1979, Elsen et Ortavant 1984).

Theix, Fréjorgues, Le Merle, ...) quelle que soit la situation (bergerie, plein air sur les Causses et garigue) et le rythme de reproduction (annuel, ou accéléré avec et sans traitement hormonal).

Compte tenu des premiers résultats, en 1968, l'INRA recommande à la CNAG Ovine et Caprine l'utilisation de bétiers Romanov pour produire des brebis F1 (Romanov X race locale) dans un schéma de croisement à double étage. Mais cette solution n'est pas optimale, car elle oblige à renouveler le troupeau à partir des brebis locales les moins prolifiques et entraîne la production de 3 types génétiques d'agneaux. En revanche, la création d'une souche synthétique permet d'optimiser la productivité du troupeau, tout en répondant aux préoccupations des éleveurs qui souhaitent une conduite simplifiée, notamment grâce à l'autorenouvellement, et un niveau général de prolifricité voisin de 2, pas trop exigeant en main-d'œuvre. Ce sont ces éléments qui nous ont conduits à proposer, dès 1970, la création d'une souche croisée INRA, à partir des 2 races parentales Romanov et Berrichon du Cher dont les aptitudes sont complémentaires²⁾. Cette orientation a été progressivement précisée, grâce à un travail collectif associant étroitement les équipes d'Auzeville et de la Sapinière.

L'objectif fixé à cette époque était de produire des animaux prolifiques (2 agneaux sevrés), aptes au désaisonnement et de bonne aptitude laitière. Le programme prévoyait la réalisation des accouplements nécessaires à la production des croisés F1 à F4, l'application d'un programme de sélection à partir de la F5, l'estimation des paramètres génétiques indispensables au choix et à l'élaboration des index de sélection définitifs, enfin la mise à l'épreuve en fermes avant une plus large diffusion.

2 / Constitution des familles parentales et production des animaux F1 à F4, sans sélection

2.1 / Protocole

Accouplements des 2 races parentales BC et RO, chacune constituée de 11 familles. Production des 2 F1 réciproques. Répartition en 22 familles des brebis F1 présentes en 1973, d'après la probabilité d'origine des gènes. Ensuite, accouplements entre animaux de même génération, avec utilisation de toutes les familles parentales, rotation des familles et choix des bétiers de service sur la probabilité d'origine des gènes. Pas de sélection de la F1 à la F4, sauf sur la fertilité aux premières luttes (80 à 85 %); pas d'élimination des brebis et bétiers sur la coloration, le but recherché étant de favoriser les recombinations de gènes.

A partir de 1973, un rythme original de reproduction a été adopté, avec une 1ère lutte non contrôlée en mars-avril (fin de 1ère saison sexuelle), une 2ème lutte post-partum non contrôlée en septembre-octobre (saison), la 3ème lutte et les suivantes étant les luttes contrôlées de juin-juillet (début de saison).

2.2 / Résultats

a / Reproduction

L'analyse de la prolifricité des 3 à 4 000 brebis, en rythme annuel ou accéléré de reproduction de 1970 à 1982, ne fait apparaître aucun effet d'hétérosis, ni aucune diminution de la F1 à la F4, l'héritabilité de ce caractère chez les croisées étant comparable à celle obtenue en race pure. La taille de portée des brebis de 3 ans (1,98) est assez peu variable (69 % de doubles, 16 et 15 % de simples et de triples), ce qui permet de limiter le nombre d'agneaux en allaitement artificiel (12 % des nés vivants).

b / Coloration et prolifricité

Les agneaux croisés sont pour une partie colorés, avec une expressivité variable. L'étude génétique montre que le phénotype blanc (ou tan) est bien dû à un allèle dominant sur toutes les autres couleurs, et que ce gène a, à la fois, un effet favorable sur le poids des agnelles à 70 j (+2 %) et un effet défavorable sur la taille de portée (-5 à -6%) ce qui confirme l'hypothèse d'Adalsteinsson (1970 et 1975) d'une perte embryonnaire de foetus de mères blanches à l'état homo - ou hétérozygote. Cependant, nous n'avons pas observé de différence de fertilité à contre saison, entre brebis blanches ou colorées, contrairement aux résultats de Dyrmundsson et Adalsteinsson (1980).

c / Poids des brebis à la mise-bas

A 3 ans, il est de 67 kg, c'est à dire peu différent de la moyenne parentale (58 pour les RO et 74 kg pour les BC). On notera cependant que les 2 races parentales ne suivent pas le même rythme de reproduction (1ère mise bas à 2 ans et 2ème à 3 ans) que les croisées et qu'il existe une influence significative du type de naissance-mode d'allaitement jusqu'à la 4ème mise bas chez ces dernières.

d / Viabilité des agneaux

La comparaison des agneaux croisés F1 réciproques aux agneaux des 2 races parentales, montre que l'effet direct de la race Romanov est nettement favorable à la viabilité des agneaux à la naissance ou de la naissance à 90 jours. Par ailleurs, à même poids à la naissance, la viabilité des agneaux croisés F3 et F4 est intermédiaire à celle des agneaux des 2 races parentales (figure 1).

²⁾ Romanov (RO) : prolifique (3 agneaux/mise bas) ; excellentes qualités maternelles ; mais valeur bouchère insuffisante et toison colorée.

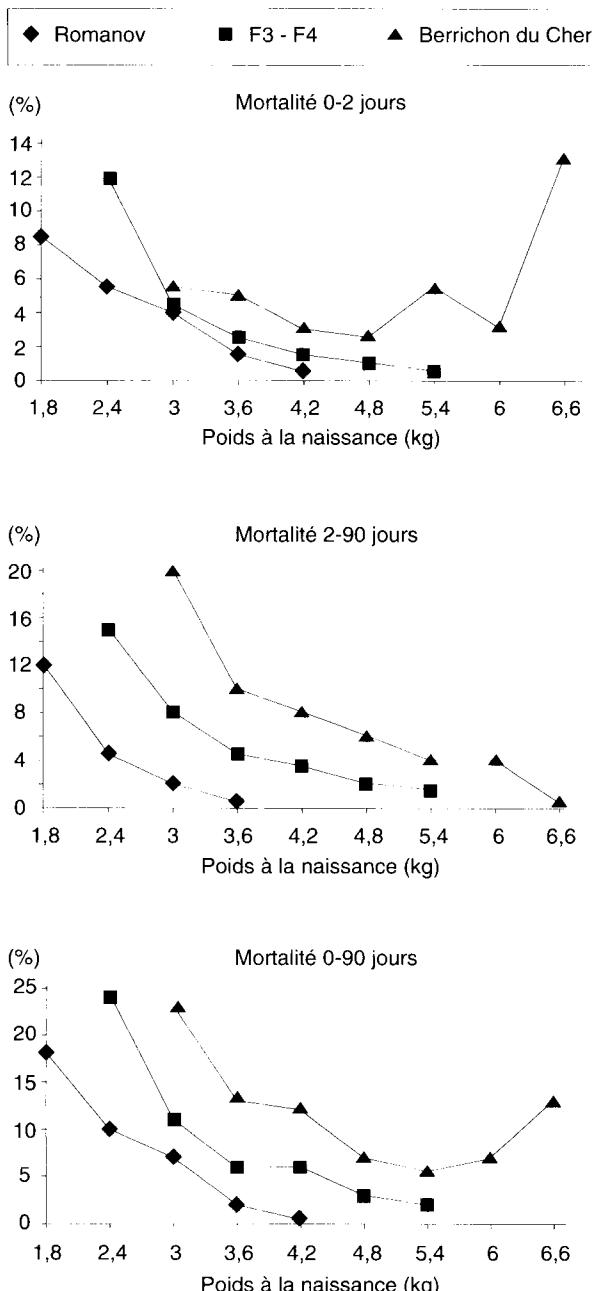
Berrichon du Cher (BC) : excellente valeur bouchère et toison blanche ; mais peu prolifique (1,3 agneau/mise bas) et qualités maternelles insuffisantes.

Figure 1. Mortalité des agneaux croisés F1 réciproques, F3 à F4, comparée à celle des agneaux des 2 races parentales Berrichon du Cher (BC) et Romanov (RO).

a) Mortalité globale (en %) à 90 j (d'après Ricordeau *et al* 1977)

Type génétique d'agneaux	mortalité globale (%)
père BC x mère BC	15,6
père RO x mère BC (F1)	9,5
père BC x mère RO (F1)	13,7
père RO x mère RO	10,3

b) Mortalité des agneaux en fonction de leurs type génétique et poids à la naissance (d'après Razungles *et al* 1985)



3 / Sélection combinée, sans séparation des générations, avec uniquement des familles de pères

La production des brebis F4 s'est étalée sur plusieurs années pour récupérer le maximum d'animaux de toutes les familles parentales, de sorte que le troupeau 401 s'est constitué peu à peu et a été fermé en 1989. Jusqu'à cette date, les critères de sélection se sont précisés, ainsi que la méthodologie d'indexation.

3.1 / Plan d'accouplement actuel (depuis 1989)

L'effectif du troupeau INRA 401, sans distinction du numéro de génération, était de 1432 en 1990, dont 457 de 1 an (32 %), 384 de 2 ans (27 %) et 591 adultes (15 % de 3 ans, 10 % de 4 ans, 9 % de 5 ans et 7 % de 5 et 7 ans) de sorte que les intervalles de génération mère-filles et mère-fils sont de 4,2 années. Les 591 adultes sont affectées au renouvellement, mais seules les brebis fécondées pendant la période de lutte contrôlée sont utilisées pour le renouvellement, ce qui représente au moins 85 % de l'effectif disponible.

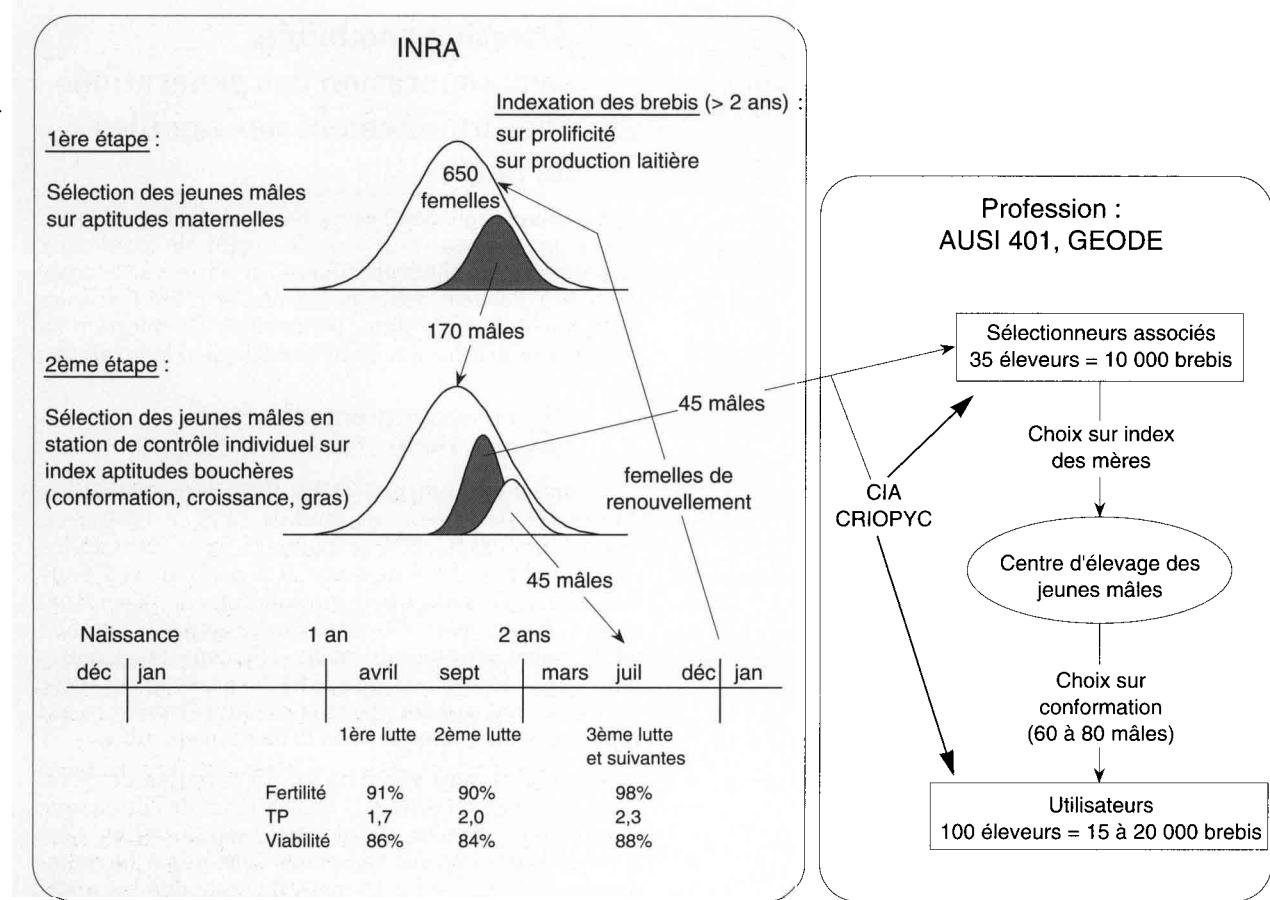
Les mâles sont répartis en 15 familles de père. Chaque année on retient 3 nouveaux mâles de chaque famille, mais on n'en utilise que 2, soit 30 mâles, c'est à dire 20 mères/père. Les mâles sont mis à la reproduction uniquement à 18 mois, de sorte que les intervalles de génération père-fils et père-filles sont de 2 ans. Les accouplements utiles pour le renouvellement permettent d'obtenir 450 agnelles et autant de mâles vivants au sevrage qui vont être sélectionnés sur les aptitudes maternelles de leurs mères. Celles-ci sont en effet indexées sur la prolificité (modèle animal incluant toutes les performances connues de tous les animaux et toutes les parentés) et la valeur laitière (modèle père), pour obtenir un index multiplicatif PVL accordant le même poids économique aux 2 variables, ce qui correspond à un objectif d'accroissement du poids d'agneaux sevrés par portée.

Taux de sélection

Femelles : 10 % sont éliminées avant 1 an d'après leur développement mais l'essentiel des éliminations (40 à 50 %) a lieu au cours de la 2ème année, d'après la fertilité aux 2 premières luttes et l'état sanitaire. Une sélection est encore réalisée après 3 ans, puisqu'on ne retient pour le renouvellement que les produits nés des brebis fécondées pendant la période de lutte contrôlée, et qu'on réforme préférentiellement les adultes les moins bien indexées.

Jeunes mâles : 170, sélectionnés d'après l'index PVL de leurs mères, sont mis en station de contrôle individuel de 110 à 180 j, pour être indexés sur la conformation, l'appréciation du gras sous-cutané, la vitesse de croissance et le poids à 160 j, avec une pondération de 2.2.1.1 dans l'index global "aptitude viande". Les 45 jeunes mâles les mieux indexés sur les aptitudes viande sont réservés aux saillies de renouvellement à la Sapinière (30 plus 15 remplaçants), les 40 à 50 suivants sont destinés aux sélectionneurs associés, le reste est éliminé (figure 2). Le taux de sélection des mâles est donc compris entre 7 et 10 % (30 ou 45 / environ 450).

Figure 2.
Noyau de sélection
INRA 401 et
création d'une
population en
fermes.

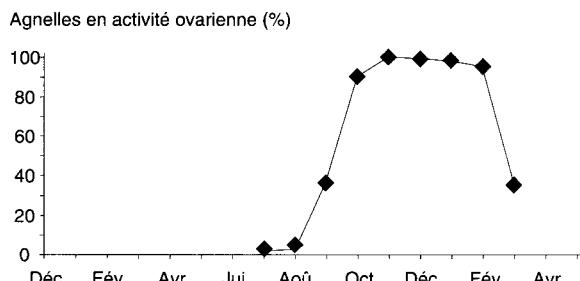


3.2 / Performances actuelles des brebis INRA 401

Les caractéristiques de la saison sexuelle (début, durée, ...) n'ont pas été mesurées de façon systématique, mais les observations réalisées aux principales périodes du cycle de reproduction permettent de les estimer (figure 3). Les premières ovulations des agnelles commencent début août (à 8-9 mois), mais la période pendant laquelle 95 % des agnelles sont en

Figure 3. Approche de la 1ère saison sexuelle des agnelles INRA 401.

Sur des agnelles nées en décembre-janvier, l'activité ovarienne a été mesurée hors période de reproduction (sans présence de bétails dans le troupeau) par une série de double prélèvements de sang à 10 jours d'intervalle et dosage de progestérone. Le pourcentage d'agnelles en activité sexuelle (ovulation plus oestrus) est normalement inférieur à celui des agnelles en activité ovarienne, mais l'utilisation de l'effet bétail en début de saison permet de penser que les agnelles INRA 401 peuvent être mises en lutte en août-septembre à 8-9 mois.



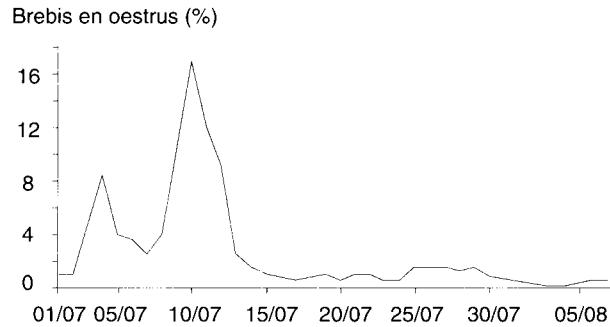
activité ovarienne est seulement de 3 à 4 mois (1er novembre au 15 février). L'introduction des bétails vasectomisés entre le 15 et le 25 mars de l'année suivant la naissance, soit à 15 mois, se situe donc bien en fin de 1ère saison sexuelle (30 à 40 % seulement des antenaises sont en activité ovarienne à la mi-mars), ce qui explique l'existence d'un effet bétail permettant de féconder 89 % des antenaises à la 1ère lutte d'avril (héritabilité de la fertilité à la 1ère lutte = 0,06). La fertilité post-partum en saison à la 2ème lutte de septembre-octobre est maintenant supérieure à 85 %. La lutte principale des brebis de 2,5 ans et plus commence fin-juin c'est-à-dire correspond au début de la saison sexuelle des adultes : l'introduction des bétails vasectomisés 15 j avant le début de lutte se traduit par un effet bétail très marqué sur les brebis de 3 ans et plus, mais moins prononcé sur les brebis de 2,5 ans qui sont en post-partum long (figure 4). Dans l'ensemble, on peut admettre que les brebis INRA 401 bénéficient de la longue saison sexuelle des Romanov (fin-juillet à mars) et de leur bonne activité sexuelle en condition post-partum (expérimentation de Langlade).

La taille de portée des brebis INRA 401 (1,7 - 2,06 - 2,11 et 2,40 aux 4 premières mise bas : tableau 1) est relativement moins variable que celle des autres races (CV de 30 % vs 35 à 37 % en fermes). Les endoscopies réalisées en 1991 (Bodin, Lajous *et al* tableau 2) confirment que le taux d'ovulation est peu variable (2 à 4 ; moy. 2,32, 57 % de brebis à 2 ovulations et 33 % à 3) et laissent supposer une très bonne viabilité embryonnaire, 2 qualités de la race Romanov.

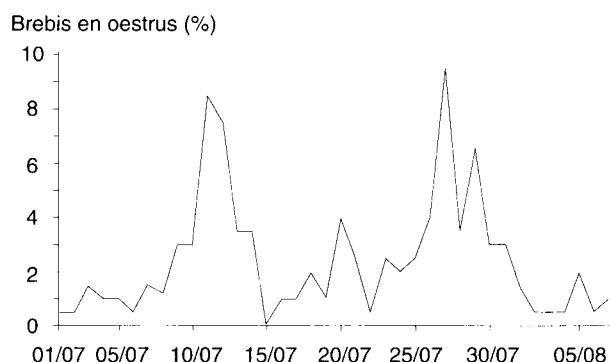
La production laitière des brebis allaitant 2 agneaux est de 2,5 kg/j (tableau 1).

Figure 4. Distribution des oestrus pendant la lutte principale 89/1. Introduction des bétails vasectomisés le 15/06. Début des saillies le 01/07.
 (a) 401 brebis adultes (3,5 ans et plus) ; 2,9 % de brebis sans oestrus contrôlé.
 (b) 227 brebis de 2,5 ans, en post-partum long ; 6,2 % de brebis sans oestrus contrôlé.

a. Brebis adultes (3,5 ans et plus)



b. Brebis de 2,5 ans, en post-partum long



Le poids des brebis à la 3ème mise bas est de 68 kg, c'est-à-dire qu'il a légèrement augmenté par rapport à celui des croisées F1 à F4 nées de 1973 à 1977 (tableau 1). Le poids des brebis adultes (4 à 7 ans) atteint 74 kg, ce qui devrait être un objectif à ne pas dépasser.

3.3 / Mesure de gain génétique

En l'absence de lot témoin, on a mis en réserve de la semence congelée de 16 bétails représentatifs de la population de départ avec une moyenne de 120 doses par bétail.

4 / Mise à l'épreuve en fermes et création d'une population croisée dans les élevages privés

En 1979, la CNAG ovine et caprine a donné son accord pour une mise à l'épreuve des bétails INRA 401 en fermes, afin de vérifier que les brebis G1 (nées de pères INRA 401 avec des mères F1 Romanov X race locale) avaient des performances comparables (en taille de portée et en aptitude au désaisonnement) aux F1 contemporaines des mêmes troupeaux, et pouvaient servir au renouvellement. Les premiers bétails INRA 401 ont été distribués dès 1980.

En 1987, le programme d'absorption concernait 143 élevages répartis dans toute la France, soit 21000 brebis nées de 450 bétails INRA 401. Les résultats obtenus ont été présentés dans un rapport détaillé (Tchamitchian 1987) ; ils font apparaître une grande variabilité des performances moyennes entre élevages, mais démontrent que la taille de portée des brebis G1 est au moins égale à celle des F1, quel que soit le système de reproduction (1 agnelage par an ou 3 en 2 ans) et la période de lutte (tableau 3).

Depuis 1987, ce programme s'est structuré grâce à la création d'une Association des Eleveurs utilisateurs de bétails INRA 401 (AUSI 401) doté d'un

Tableau 1.
Performances des brebis INRA 401 comparées aux brebis F1 à F4 (et Romanov).

Type de brebis (année de naissance)	1ère lutte ou mise bas	2ème lutte ou mise bas	3ème lutte ou mise bas	4ème lutte ou mise bas	4ème à 7ème lutte ou mise bas
Fertilité (%)					
F1 à F4 (1973 à 1977)	86,1 (1438)	81,8 (1221)	96,9 (945)	98,5	99,0 (1127)
INRA 401 (1978-79)	84,5 (232)	85,0 (164)	97,5 (113)		100,0 (165)
INRA 401 (1988-89)	91,0 (894)	90,0 (764)	95,0 (256)		99,0 (388)
Taille de portée					
F1 à F4 (1973 à 1977)	1,67	1,87	1,98	2,01	
INRA 401 (1978-79)	1,75	2,03	2,03		2,25
INRA 401 (1988-89)	1,72	2,06	2,11		2,40
Poids à la mise bas (kg)					
F1 à F4 (1973 à 1977)	54,5	57,0	62,8	65,6	
INRA 401 (1978-79)	58,3	62,1	63,0		69,7
INRA 401 (1988-89)	56,8	60,2	68,0		73,4
Production laitière des brebis de 3 ans et plus (kg de lait/j) : 2 agneaux allaités.					
F1 à F4 (1973 à 1977)				1,92 (681)	
INRA 401 (1978-79)				2,22 (49)	
INRA 401 (1988-89)				2,51 (539)	
Brebis Romanov de 3 ans et plus (année de naissance : 1982 à 1986)					
Taille de portée				3,2	
Poids à la mise bas (kg)				60,0	

Tableau 2.
Répartition
(%) du taux
d'ovulation de
brebis

Berrichonne du Cher (BC), F1 (RO x BC), INRA 401 et Romanov (RO) (brebis de 2 à 4 ans).	Dom. Langlade (1972 à 1974)				Dom. La Sapinière (1991)*		Dom. Langlade (1991)
	TO	BC (n=52)	F1 et F2 (190)	RO (48)	INRA 401 (362)	RO (96)	RO, originaires de la Sapinière, sélectionnées sur le TO (318)
1	67	5	-	7	2	-	-
2	33	75	44	57	10	-	-
3		18	52	33	45	15	
4		2	4	3	36	50	
5					6	27	
6					1	6	
7						2	
\bar{X}	1,32	2,16	2,60	2,32	3,36		4,30
	Ricordeau <i>et al</i> 1976				Bodin, Lajous <i>et al</i> 1991		Lajous, Poivey <i>et al</i> 1991

* Taux d'ovulation non corrigé

Tableau 3. Comparaison intra-troupeau de la taille de portée des brebis F1 Romanov et G1 (Tchamitchian 1987).

Période de lutte	1 agnelage par an		3 agnelages en 2 ans	
	F1	G1	F1	G1
A contre saison	1,85 (606)	1,89 (1067)	1,68 (151)	1,71 (319)
En début de saison	1,99 (328)	2,00 (495)	1,65 (65)	1,62 (146)
En saison	2,06 (434)	2,14 (506)	1,71 (44)	1,81 (54)

G1 = Brebis nées de père INRA et de mères F1 (Romanov x race locale).

Le nombre de performances des brebis adultes est indiqué entre parenthèses.

Centre d'élevage de jeunes mâles localisé provisoirement au Centre d'IA de Soual. En septembre 1990, on comptait 152 élevages (28000 brebis), dont 18 éleveurs de base (7500 brebis ; au moins 60 G3) et 39 éleveurs "pré-base" (12000 brebis) ayant signé un contrat, et 95 éleveurs "utilisateurs".

Actuellement les sélectionneurs associés continuent d'utiliser prioritairement les 90 mâles sélectionnés à la Sapinière, c'est-à-dire ceux réservés pour la lutte de renouvellement du troupeau INRA qui sont disponibles dès la fin de la lutte, et les 40 à 50 suivants, de sorte que les éleveurs bénéficient des meilleurs bétiers sélectionnés dans le noyau de sélection. Le Centre d'élevage de Soual récupère, provisoirement, une partie de ces mâles, ainsi que ceux provenant des éleveurs de base. Par ailleurs, la diffusion de la semence 401 se fait à partir du Centre Régional d'IA (CRIOPYC) installé à Pompertuzat, à proximité du domaine INRA de Langlade (figure 2).

Il est vraisemblable qu'à l'avenir les éleveurs AUSI 401, produiront eux-mêmes de plus en plus de bétiers "sélectionnés en fermes" et utiliseront de moins en moins de bétiers provenant du noyau de sélection fermé de la Sapinière. Le schéma de sélection AUSI 401 pourra ainsi couper son cordon ombilical et évoluer comme un schéma traditionnel en fermes.

5 / Autres comparaisons de la souche 401 aux 2 races parentales

5.1 / Evaluation des aptitudes bouchères (Bouix, Bibé *et al*)

Une série de protocoles expérimentaux a été réalisée en 1990-91, sur 3 sites, avec des bétiers identiques. L'objectif est d'évaluer les qualités des bétiers 401 (effets directs), des brebis 401 (effets directs + maternels + hétérosis maternel) et les effets d'hétérosis direct se manifestant sur les agneaux croisés, en comparant les reproducteurs 401 à des reproducteurs Berrichons, Romanov ou F1.

Accouplement	La Sapinière	Berrytest	Langlade
Bétier BC x Brebis F1		x	
Bétier BC x Brebis 401	x		
Bétier BC x Brebis RO	x	x	x
Bétier 401 x Brebis F1		x	
Bétier 401 x Brebis 401	x		
Bétier 401 x Brebis RO			x
Bétier RO x Brebis RO	x		x

Les résultats obtenus à la Sapinière et Berrytest montrent : a) l'infériorité des brebis RO pour la valeur laitière, les mères 401 et F1 semblant équivalentes sur ce point ; b) la croissance est très inférieure chez les RO. Les autres types d'agneaux bénéficient tous de gènes Berrichons (50 à 75 %) et d'hétérosis direct (50 à 100 %) et ont des croissances presque semblables ; c) les caractères de qualité de la carcasse apparaissent liés aux effets directs des gènes des agneaux (25, 50 ou 100 % de gènes RO) : la conformation (noix de côtelette), mais aussi l'épaisseur de gras dorsal, et par conséquent le rendement, augmentent avec les gènes BC.

Globalement les aptitudes de croissance en souche INRA 401 sont bonnes dans la mesure où la présence de 50 % de gènes RO est compensée par des effets d'hétérosis direct ou/et maternel. Pour la qualité des carcasses, la perte de conformation due aux gènes RO est compensée par un moindre engrangement de cou-

verture, caractère essentiel pour la valeur des carcasses. Cet avantage est à nuancer par un supplément de gras interne apporté par la RO, mais ceci semble moins pénalisant sur le prix.

Les données de Langlade (en cours d'analyse) donnent des informations sur la découpe des carcasses jusqu'à la vente en barquettes.

5.2 / Analyse des fréquences alléliques (Résultats préliminaires de T.C. Nguyen)

La fréquence des allèles contrôlant les antigènes de groupes sanguins et les variants de la transferrine et de l'hémoglobine : 22 allèles en RO (169 brebis), BC (209) et INRA 401 (260), est présentée au tableau 4.

La comparaison des fréquences entre brebis INRA 401 et moyenne parentale montre que, pour les 15 allèles considérés (6 allèles rares n'ont pas été comparés), la population INRA 401 diffère significativement de la moyenne parentale.

La contribution des Romanov dans le "pool génétique" de l'INRA 401 (méthode Cavalli-Sforza et Bodmer 1971) est de 50 % comme attendu, mais l'hétérogénéité entre les valeurs trouvées dans les différents loci est très significative. Cette hétérogénéité peut être due à la dérive ou/et à la sélection. L'effet de la sélection n'est pas mis en évidence par le test (selon Lewontin et Krakauer 1973), de sorte que la dérive génétique est vraisemblablement responsable de la fluctuation génétique observée.

giste une diminution de la fertilité et de la prolificité. Ce qui fait la particularité scientifique de l'expérimentation INRA, c'est donc l'utilisation de la Romanov comme race parentale, mais aussi l'application d'un programme rigoureux avec notamment des accouplements stricts entre animaux de même génération, sans sélection, sauf sur la fertilité au nouveau rythme de reproduction. Cette expérimentation a valeur d'exemple, dans la mesure où elle montre que la création d'une lignée synthétique est possible, à condition d'utiliser le maximum de variabilité génétique et surtout de ne pas en perdre par sélection pré-maturée ou élimination de phénotypes indésirables (animaux colorés). Toutefois, en dépit des effectifs utilisés, dix ans environ après la création de la souche on observe déjà une dérive génétique.

Si une telle expérimentation a été possible depuis 20 ans, et avec des effectifs importants, c'est aussi grâce à la régularité des résultats (maîtrise du suivi du troupeau).

2. La souche 401 n'est pas un cas particulier, puisqu'on compte au moins 53 souches synthétiques (prolifiques ou viande) créées dans le monde depuis 1950 (Maijala et Terril 1991). Parmi celles-ci, 6 font appel au sang Romanov, 2 au Canada, 2 en Hongrie et 2 en Espagne : la souche MARINE, issue du croisement Romanov x Segurena, largement disséminée en fermes (10000 brebis croisées : A. Mariné, communication personnelle 1988), et la souche SALZ issue des accouplements entre 2 troupeaux de brebis Romanov x Rasa Aragonesa conduits de la F1 à la F6, avec une sélection contre les animaux colorés pour obtenir des toisons blanches (Sierra Alfranca 1985).

3. La souche INRA 401 représente actuellement un effectif de 28.000 brebis en fermes réparties dans plusieurs régions. Sa prolificité est au moins égale à celle des meilleures races françaises (bilans annuels du contrôle de performances des ovins viande, ALGITOVIDIC) ; sa valeur bouchère ne cesse de s'améliorer et a été probablement sous-estimée jusqu'à présent (notamment bonne aptitude au croisement terminal) ;

Conclusion

1. L'absence d'hétérosis et de régression de la taille de portée de la F1 à la F4 est un résultat original, puisque dans toutes les expériences de croisement réalisées avec les races prolifiques Finnoises ou Border L. (Irlande, USA, Australie, Nouvelle Zélande) ou avec le Romanov (mais avec élimination des produits colorés, comme en Espagne), on enre-

Tableau 4.
Fréquence des allèles contrôlant les antigènes des groupes sanguins et les variants de la transferrine et de l'hémoglobine chez les Berrichonnes (209 brebis), Romanov (169) et INRA 401 (260). D'après Nguyen T.C. (résultats préliminaires).

INRA 401					INRA 401				
	BC	RO	Observée	Attendue		BC	RO	Observée	Attendue
Aa	0,3187	0,0931	0,2354	0,2059	Ca	0,0592	0	0,0019	0,0296*
Ab	0,0491	0	0,0077	0,0246*	Cb	0,3813	0,7965	0,6899	0,5889
Bb	0,2053	0,5196	0,4704	0,3625	Cc	0,0366	0	0,0039	0,0183*
Bc	0,7603	0,0201	0,3122	0,3902	Da	0,2486	0,0706	0,2180	0,1596
Bd	0,072	0,1504	0,1034	0,1112	Ma	0,3086	0,7278	0,5212	0,5182
Be	0,1115	0	0,0906	0,0558	R	0,3076	0,4140	0,3150	0,3608
Bf	0,3258	0,5717	0,3321	0,4488	Tf A	0,3086	0,0385	0,2154	0,1735
Bg	0,0121	0,0769	0,0970	0,0445*	Tf B	0,1890	0,0621	0,1714	0,1256
Bh	0,0415	0	0,0615	0,0208*	Tf C	0,1364	0,5976	0,2462	0,3670
Bi	0,3548	0,1366	0,2082	0,2457	Tf D	0,3493	0,3018	0,3673	0,3256
					Tf E	0,0167	0	0	0,0083*
					Hb A	0,2440	0,6675	0,4942	0,4558

Déférence entre fréquences observées et attendues non compris les allèles rares (fréquence attendue < 0,05) : Chi 2 total = 95,2 ; 16 degrés de liberté ; très significatif.

ses qualités maternelles et ses capacités d'adaptation sont reconnues ; la viabilité des agneaux est bonne.

En revanche, les caractéristiques de la toison sont vraisemblablement très hétérogènes. Sa particularité par rapport aux autres races, c'est l'absence de standard.

La création de la souche INRA 401 a été un excellent outil pour transférer les gènes Romanov dans des troupeaux de sélection, de sorte qu'on sera mieux

en mesure à l'avenir de mesurer les avantages et les inconvénients de ce transfert.

Rappelons que le troupeau Romanov de la Sapinière constitue un "conservatoire" de 16 familles importées (à partir de 24 mâles et 30 femelles en 3 importations : 1963, 1970 et 1977), grâce à un plan d'accouplement avec des familles maternelles et paternelles permettant à la fois d'effectuer une sélection et de maintenir la variabilité génétique (Tchamitchian *et al* 1979).

Références bibliographiques

- Adalsteinsson S., 1970. Colour inheritance in Icelandic sheep and relation between colour fertility and fertilization. *J. Agric. Res. Icel.*, 2, 3-135.
- Adalsteinsson S., 1975. Depressed fertility in Icelandic sheep caused by a single colour gene, *Ann. Génét. Sél. anim.*, 7, 445-447.
- Dyrmundsson O.R., Adalsteinsson S., 1980. Coat colour gene suppresses sexual activity in Icelandic sheep. *J. HERED.*, 71, 363-364.
- Elsen J.M., Ortavant R., 1984. Le gène Booroola. Mise en évidence. Fonctionnement. Perspectives d'utilisation. 9èmes J. Rech. Ovine et Caprine - INRA - ITOVIC, Ed., 415-451.
- Maijala K., Terril C.E., 1991. Breed structure, Dynamics, and New Breed Development in sheep. *World Animal Science, Genetics Ressources of Pig, Sheep and Goat*, Chap. 17, 305-326.
- Razungles J., Tchamitchian L., Bibé B., Lefèvre C., Brunel J.C., Ricordeau G., 1985. The performance of romanov crosses and their merits as a basis for selection. In Land R.B. and Robinson D.W. eds "genetics of reproduction in sheep", 39-46, Butterworths, Londres.
- Ricordeau G., Tchamitchian L., Lefèvre C., Brunel J.C., Desvignes A., 1976. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher par croisement III. Performances de reproduction des trois premières générations de croisées entre les races Berrichons du Cher et Romanov. *Ann. Génét. Sél. anim.*, 8, 405-419.
- Ricordeau G., Tchamitchian L., Lefèvre C., Brunel J.C., 1977. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher par croisement. IV Durée de gestation et viabilité des agneaux Berrichons, Romanov et croisés F1, F2, F3. *Ann. Génét. Sél. anim.*, 9(2), 219-239.
- Ricordeau G., Bodin L., Tchamitchian L., 1979. Amélioration de la prolificité des brebis par sélection. *Revue bibliographique*. 5ème J. Rech. Ovine et Caprine - INRA - ITOVIC, Ed., 295-322.
- Ricordeau G., Razungles J., Tchamitchian L., Lefèvre C., Brunel J.C., 1982. Paramètres phénotypiques et génétiques des caractères de croissance et de reproduction des brebis croisées Berrichon du Cher x Romanov F1 à F4. *Ann. Génét. Sél. anim.*, 14(3), 327-352.
- Ricordeau G., Tchamitchian L., Razungles J., Lefèvre C., Brunel J.C., 1982. Relation between colour and performance in crossbred ewes of the synthetic INRA line. 2nd World Congress on Genetics applied to livestock production. 4-8 octobre 1982. Madrid VII. 596-598.
- Sierra Alfranca I., 1985. La raza sintética Salz. ONE. Monographias-Ovino-Barcelona, 144 pp.
- Tchamitchian L., Ricordeau G., Lefèvre C., Brunel J.C., Lajous D., 1979. Amélioration de la productivité numérique par croisement. 5ème Journées de la Recherche Ovine et Caprine, 323-348, INRA, ITOVIC, Ed.
- Tchamitchian L., Lefèvre C., Brunel J.C., Bibé B., Ricordeau G., 1986. Development of a new synthetic prolific line of sheep (INRA 401), 3ème Congrès Mondial de Génétique Appliquée, Lincoln-Nebraska-USA Juillet 1986.
- Tchamitchian L., Lefèvre C., Brunel J.C., Bibé B., Ricordeau G., 1986. Conception et réalisation d'une souche prolifique (INRA 401). 37ème réunion FEZ, Budapest, 1-4 septembre 1986, Gs 2-22.
- Thimonier J., Mauléon P., 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 9, 233-250.