

# Bilan de la méthode de Sélection à Parenté Minimum après 6 ans d'application dans le schéma de sélection caprin

PALHIÈRE I. (1), CLEMENT V. (2), MARTIN P. (3), COLLEAU J.J. (4)

(1) INRA, INPT ENSAT, INPT ENVT, UMR 1388 Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage, 31326 Castanet-Tolosan

(2) Institut de l'Élevage, 31326 Castanet-Tolosan

(3) Capgènes, 86550 Mignaloux-Beauvoir

(4) INRA, UMR1313 Génétique Animale et Biologie Intégrative, 78352 Jouy-en-Josas

## RESUME

Depuis 2006, une méthode de gestion combinée du progrès génétique et de la variabilité génétique, dite de Sélection à Parenté Minimum (SPM), est mise en œuvre dans le schéma de sélection des races Alpine et Saanen. Elle s'applique une fois par an, au moment des accouplements raisonnés, c'est-à-dire pour la procréation des jeunes boucs candidats au testage sur descendance. Cette méthode d'optimisation vise à rechercher des taux d'utilisation des pères et mères à boucs en minimisant le coefficient de parenté moyen entre tous les reproducteurs pour un progrès génétique souhaité. Le bilan des 6 premières années d'application est positif : la SPM a permis de stabiliser la parenté moyenne tout en maintenant un progrès génétique conséquent sur l'objectif de sélection. En comparaison au mode de fonctionnement précédent, le schéma de sélection géré avec la SPM est donc plus performant et durable. Sur le plan pratique, la SPM a conduit à l'utilisation d'un plus grand nombre de pères à boucs, comparé aux années précédentes, chacun pouvant avoir une contribution très déséquilibrée intra-année. Malgré cela, les différentes « familles » de pères à boucs ont toutes été conservées.

## 6-year implementation of an optimization method in the breeding scheme of dairy goats

PALHIÈRE I. (1), CLEMENT V. (2), MARTIN P. (3), COLLEAU J.J. (4)

(1) INRA, INPT ENSAT, INPT ENVT, UMR 1388 Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage, 31326 Castanet-Tolosan

## SUMMARY

Since 2006, an optimization method accounting for genetic progress and genetic variability, called SPM, has been implemented into the breeding scheme of the two main French dairy goat breeds: Alpine and Saanen. Once a year, planned matings are proposed in order to procreate young bucks to be progeny tested. The objective of this method has been to minimize the average relationship coefficient between all the reproducers for a given genetic progress. After 6 years of implementation, this procedure was found to be successful: average relationship coefficients of young bucks remained stable whereas the genetic progress for the selection objective improved at the same rate as before. From a practical point of view, SPM used a larger number of elite bucks each year, with very dissimilar contributions. Nevertheless, no genetic "family" of elite bucks disappeared.

## INTRODUCTION

La sélection à partir des méthodes de génétique quantitative, notamment fondée sur la méthodologie BLUP pour l'évaluation génétique des reproducteurs, est très efficace pour générer du progrès génétique. Toutefois, elle conduit à privilégier certaines origines génétiques présentant une bonne valeur génétique pour l'objectif de sélection et ainsi réduire petit à petit la variabilité génétique disponible. Les conséquences à terme sont le ralentissement du progrès génétique et une moins bonne aptitude de la population sélectionnée à changer d'objectif de sélection si le contexte économique ou sociétal le demande. L'autre inconvénient est une augmentation de la consanguinité, pouvant conduire à une altération des performances de reproduction et de résistance aux maladies ainsi qu'à l'expression de tares génétiques.

A partir des années 80, de nombreux généticiens quantitatifs ont proposé différentes méthodes pour résoudre le problème d'une gestion conjointe du progrès génétique et de la variabilité génétique sur le long terme. Aujourd'hui, un consensus scientifique s'est établi sur le fait que (i) l'ensemble des effets défavorables de la sélection peut s'évaluer à partir d'un seul critère : le taux d'augmentation de la consanguinité, noté  $\Delta F$  (Ollivier, 2002) ; (ii) la minimisation de ce critère à long terme s'obtient grâce à la minimisation du coefficient de parenté moyen deux à deux de tous les reproducteurs mâles et femelles de la population (Lacy, 1995 ; Caballero et Toro, 2000), ce coefficient de parenté moyen étant pondéré par le taux d'utilisation des reproducteurs.

Une grande majorité des méthodes actuelles de gestion combinée du progrès génétique vise à déterminer la liste des

reproducteurs et leur taux d'utilisation qui maximisent le progrès génétique pour un  $\Delta F$  fixé (Meuwissen, 1997). En considérant que les sélectionneurs sont plus familiers avec les niveaux de progrès génétique que de consanguinité, Colleau et al (2004) ont proposé l'inverse, c'est-à-dire une optimisation visant à minimiser le coefficient de parenté sous contrainte d'un progrès génétique fixé. Cette méthode dite de Sélection à Parenté Minimum (SPM), a démontré son efficacité à partir de tests rétrospectifs sur populations réelles de bovins laitiers (Colleau et Moureaux, 2006) et de porcs (Colleau et Tribout, 2008) puisqu'elle permet de réduire de l'ordre de 20 % les coefficients de parenté moyens des reproducteurs sans diminuer le niveau génétique sur l'index de synthèse.

En caprins, un schéma de sélection est conduit par l'organisme de sélection, Capgènes, de façon similaire pour les deux races principales : Alpine et Saanen. Avec 80 boucs testés sur descendance par an pour les 2 races et un taux d'IA moyen de 40 % dans les élevages en sélection, il permet de dégager un progrès génétique important pour les caractères laitiers depuis les années 90 (Danchin-Burge et al, 2012). Le niveau de variabilité génétique est satisfaisant puisque la consanguinité moyenne des femelles au contrôle laitier officiel est d'environ 2,3 % et l'augmentation annuelle de la consanguinité est de l'ordre de 0,1 % dans les 2 races (Danchin-Burge et al, 2012). Ces niveaux modérés s'expliquent par une sensibilisation forte des maîtres d'œuvre du schéma de sélection quant à la nécessité de gérer la variabilité génétique. De 2002 à 2005, une méthode reposant sur une organisation des mâles d'IA en familles d'apparentés (arrière grand père paternel commun) et une sélection intra-famille à chaque étape du schéma de sélection, a été appliquée. Malgré sa simplicité et son

efficacité, cette méthode présentait deux inconvénients majeurs : la non prise en compte de la voie femelle et la difficulté de trouver un compromis entre progrès génétique et maintien de la variabilité génétique. C'est pourquoi en 2006, au moment de l'introduction des caractères de morphologie de la mamelle dans l'objectif de sélection, Capgènes a décidé d'appliquer la SPM pour l'étape dite « d'amont » c'est-à-dire la procréation des jeunes boucs candidats au testage à partir des pères et mères à boucs. Un test rétrospectif de la SPM sur les accouplements de l'année précédente ayant montré une réduction relative possible de 54 % de consanguinité moyenne et 28 % de parenté moyenne des jeunes boucs procréés à même progrès génétique sur l'index de synthèse pour les caractères laitiers, l'idée était de profiter de cette marge de manœuvre non seulement pour améliorer la gestion de la variabilité génétique mais aussi introduire la sélection sur les caractères de morphologie de la mamelle à moindre perte (de progrès génétique) sur les caractères laitiers. Ainsi, depuis les accouplements de l'année 2006, la SPM est appliquée une fois par an dans le schéma de sélection caprin pour les 2 races, ce qui représente une situation unique d'utilisation d'une méthode de gestion combinée du progrès génétique et de la variabilité génétique en conditions réelles sur une telle durée. L'objectif de ce papier est de réaliser un bilan en termes de progrès et variabilité génétiques des 6 années d'application de la SPM, en particulier en comparaison avec celui des 4 années précédentes reposant sur une gestion des mâles d'IA en familles.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. LA METHODE SPM EN PRATIQUE

L'application de la méthode SPM pour la procréation des jeunes boucs destinés au testage sur descendance a lieu une fois par an. Elle produit la liste des accouplements raisonnés qui seront réalisés en élevage entre les pères à boucs et les mères à boucs. En amont, Capgènes fournit une liste d'animaux candidats (1,5 à 3 fois plus nombreux que le besoin en accouplements) : des pères à boucs (40 à 60 par race), un nombre de doses d'IA disponibles par père à bouc (15 à 200) et une liste de mères à boucs (de l'ordre de 650 en Saanen et 830 en Alpine) réparties dans environ 120 élevages en Saanen et 180 élevages en Alpine. L'objectif de la SPM étant ici de minimiser la parenté moyenne dans une population de boucs non encore testés sur descendance mais qui auront une incidence dans l'avenir, on doit prendre en compte non seulement la future série de boucs en cours de procréation mais également les séries annuelles précédentes en cours de testage. L'idée est de gérer la variabilité génétique non seulement instantanément mais aussi dans le temps. Ainsi, les reproducteurs déjà très utilisés auparavant seront pénalisés. C'est pourquoi Capgènes fournit aussi la liste des 4 séries de jeunes boucs en cours de testage ou en attente d'index sur descendance.

Le progrès génétique souhaité est également fixé par Capgènes. Il porte sur l'index de synthèse correspondant à l'objectif de sélection (appelé ICC) qui est une combinaison de l'index de synthèse sur les caractères laitiers (appelé IPC) et de l'index de synthèse sur des caractères de morphologie de la mamelle (appelé IMC).

L'optimisation se déroule en deux étapes : le calcul des taux d'utilisation optimaux des reproducteurs puis l'optimisation des accouplements. Le calcul de taux d'utilisation optimaux a d'abord été réalisé grâce à une méthode analytique de résolution de systèmes linéaires d'équations impliquant à la fois les index et les parentés (Colleau et al, 2004, Colleau et Tribout, 2008). Depuis 2011, il est effectué en recourant à une méthode d'optimisation non déterministe à la fois plus souple et plus efficace, le recuit simulé (Kirkpatrick et al, 1983). Par ailleurs, cette méthode permet facilement de fixer un profil de progrès génétique multicaractères, ici pour deux index au choix parmi les 3 (Colleau et al, 2009). L'optimisation des

accouplements entre mâles et femelles s'est toujours effectuée grâce au recuit simulé. Elle tient compte de la consanguinité attendue des produits ainsi que de leur niveau génétique sur l'IPC et l'IMC. L'objectif est de réaliser des accouplements compensateurs entre les 2 groupes de caractères afin d'obtenir des produits présentant des profils les plus équilibrés possibles (Colleau et al, 2009).

### 1.2. LES DONNEES CONSIDEREES

L'étude s'intéresse aux deux races, Alpine et Saanen. Elle porte sur les jeunes boucs issus des accouplements raisonnés qui seront entrés en centre d'élevage à l'âge de 3 mois environ. Cette population est intéressante à analyser dans la mesure où (i) elle est représentative des accouplements réalisés, les éliminations en élevage ne portant pas sur des aspects génétiques (standard de race, vérification de la filiation, statut sanitaire du troupeau) ; (ii) elle correspond aux candidats au testage sur descendance, étape clé du schéma de sélection. Six séries annuelles de jeunes boucs sont analysées pour évaluer l'impact de la SPM : les millésimes 2007 à 2012 (correspondant aux accouplements faits de 2006 à 2011). Les quatre séries annuelles précédentes (millésimes 2003 à 2006), résultant de la méthode de gestion en familles d'apparentés sont également considérées pour comparaison. Les effectifs sont présentés dans le Tableau 1. Trois index de synthèse sont étudiés : l'IPC (caractères laitiers), l'IMC (caractères de morphologie de la mamelle) et l'ICC (correspond à l'objectif de sélection).

### 1.3. LES ANALYSES EFFECTUEES

Dans un premier temps, l'évolution de la pratique des accouplements est abordée par l'étude de la diversité et de la contribution des pères utilisés ainsi que l'âge moyen des parents des jeunes boucs procréés.

Ensuite, des moyennes annuelles ont été calculées, d'une part pour les indicateurs de variabilité génétique (parenté des boucs intra-série deux à deux, consanguinité), d'autre part pour les niveaux génétiques sur ascendance concernant les 3 index de synthèse (issus de l'évaluation génétique officielle de septembre 2013). Les coefficients de régression linéaire de ces cinq paramètres de diversité et d'index ont été estimés pour les deux périodes distinctes. De plus, à l'aide de ces coefficients de régression, il a été possible de prédire les niveaux moyens qui auraient été obtenus pour le millésime 2007 si la SPM n'avait pas été appliquée et de les comparer aux niveaux réellement observés cette année-là.

Enfin, la répartition des pères à boucs en familles d'apparentés telles que celles utilisées par Capgènes de 2002 à 2005 a été reconstituée. Les pères à boucs de deux périodes sont alors comparés : ceux utilisés en 2002-2003 (procréation des millésimes de boucs 2003-2004) versus ceux utilisés en 2010-2011 (millésimes 2011-2012). Ainsi, dans un premier temps, tous les pères à boucs utilisés en 2002-2003 sont regroupés s'ils ont un arrière-grand-père paternel commun. Ensuite, on relie les pères à boucs utilisés en 2010-2011 à ces familles via des liens de parenté sur la voie mâle (père-fils).

## 2. RESULTATS

### 2.1. PERES ET MERES A BOUCS UTILISES

Chaque année, de l'ordre de 500 à 550 accouplements sont réalisés en race Alpine et de 400 à 450 en race Saanen. Ce déséquilibre entre races est retrouvé sur les jeunes boucs entrés en centre d'élevage. Il résulte de la différence de taille de série de testage souhaitée, en accord avec les effectifs de la population caprine française. Intra-race, les effectifs de jeunes boucs sont assez proches au cours des deux périodes étudiées : avant SPM : de 2003 à 2006, et avec SPM : de 2007 à 2012 (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Effectif de jeunes boucs entrés en centre d'élevage par millésime de naissance et caractérisation de leurs parents, en races Alpine (Alp) et Saanen (Saa), pour la période avant SPM (2003-2006) et avec SPM (2007-2012)

Millésime	Effectif		Nombre moyen de fils par père (écart type)		Age moyen (années) des pères des mères			
	Alp	Saa	Alp	Saa	Alp	Saa	Alp	Saa
2003	115	81	6,4 (5,0)	6,8 (4,0)	6,2	5,9	3,8	3,6
2004	123	68	7,7 (4,1)	4,5 (3,0)	6,3	6,1	3,8	3,7
2005	104	68	7,4 (3,5)	6,2 (1,7)	6,6	6,2	4,0	3,8
2006	108	67	9,0 (3,0)	4,5 (2,4)	6,5	7,1	3,9	3,7
2003-06	113	71	7,6	5,5	6,4	6,3	3,9	3,7
2007	120	68	12,0 (7,2)	5,2 (3,9)	5,8	7,3	4,2	4,2
2008	119	73	7,9 (7,8)	5,2 (5,8)	5,4	6,1	3,8	3,9
2009	118	57	8,4 (6,1)	4,1 (4,1)	6,2	5,7	4,0	3,7
2010	114	66	5,0 (2,9)	3,1 (2,2)	6,8	6,8	4,1	3,8
2011	139	88	5,6 (4,2)	4,2 (3,1)	6,0	6,5	3,8	3,9
2012	109	78	4,2 (4,2)	3,7 (3,3)	5,5	6,3	3,6	3,7
2007-12	120	72	7,2	4,3	6,0	6,5	3,9	3,9

Le nombre moyen de fils par père est peu différent entre les deux périodes si on raisonne globalement sur chacune des périodes. Toutefois, on note une évolution des pratiques au cours de la période avec SPM : de 2007 à 2009, la moyenne et la variabilité par père sont plus élevées d'une part par rapport à la situation sans SPM mais également par rapport à la période 2010-2012, ceci étant d'autant plus vrai en race Alpine (Tableau 1). Avant la SPM, de l'ordre de 15 pères à boucs par race étaient utilisés chaque année en essayant d'équilibrer leur contribution. Au démarrage de la SPM (2007-2009), le nombre de pères à boucs est resté stable en race Saanen, a un peu diminué en race Alpine, mais c'est surtout l'équilibre entre pères à boucs qui n'a plus du tout été maintenu, certains pères à boucs contribuant pour 1 fils, d'autres pour 22 (résultats non présentés). Dans les années suivantes (2010-2012), Capgènes a souhaité limiter le poids maximal d'un père à bouc (en limitant le nombre de doses disponibles par père à boucs). La conséquence a été que le nombre de pères à boucs retenus par la SPM a augmenté (21 en Saanen, 25 en Alpine). La variabilité des effectifs de fils par père a, comme espéré, été diminuée mais est restée importante. L'âge moyen des pères et mères à boucs a peu évolué entre les deux périodes, un père à boucs ayant en moyenne entre 5 et 6 ans en race Alpine et entre 6 et 7 ans en race Saanen ; les mères à boucs ayant de l'ordre de 4 ans dans les deux races. La proportion de pères à boucs utilisés 2 années successives (résultats non présentés) a été globalement réduite depuis la SPM : elle est passée de 46 % à 36 % en race Saanen et de 31 % à 27 % en race Alpine.

## 2.2. VARIABILITE GENETIQUE

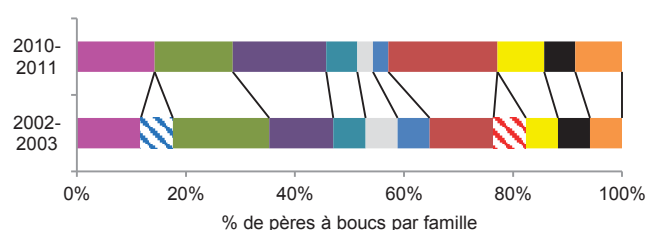
### 2.2.1. Consanguinité et parenté

Les évolutions de consanguinité et de parenté moyennes sont présentées à la figure 1. Il en ressort avant tout que la SPM a permis de canaliser l'augmentation de la parenté moyenne, ceci malgré un progrès génétique notable sur les caractères sélectionnés. La tendance annuelle est nulle en Saanen et négative en Alpine (-0,11 %), en moyenne sur la période 2007-2012. Toutefois les résultats fluctuent en fonction des séries annuelles, particulièrement en race Saanen, ce qui laisse présager que ce critère est assez sensible au niveau de contrainte appliqué chaque année sur l'objectif de progrès génétique. En termes de consanguinité, la mise en place de la SPM en 2007 a conduit à réduire drastiquement le niveau de consanguinité moyenne (environ 1 point) des jeunes boucs entrés en centre d'élevage dans les deux races. Le rythme d'augmentation de la consanguinité moyenne a, quant à lui, été fortement réduit en race Alpine (de +0,16 % à +0,08 %), alors qu'il a été accéléré en race Saanen (de +0,03 % à +0,18 %), entre les deux périodes. La mise en œuvre de la SPM a également réduit la variabilité de la consanguinité intra-série, comme l'indiquent les écarts-types sur la figure 1, ceci

dû, indirectement, à l'optimisation de la consanguinité des jeunes boucs lors des accouplements.

### 2.2.2. Familles d'apparentés

La figure 2 présente la répartition des pères à boucs utilisés en 2002-2003 (procréation des millésimes de boucs 2003-2004) et ceux utilisés en 2010-2011 (millésimes 2011-2012) par famille d'apparentés, pour la race Saanen. 12 familles étaient présentes en 2002-2003, chacune représentée par 1 à 3 pères à boucs. En 2010-2011, 10 familles sont toujours présentes alors que 2 n'ont eu aucun descendant devenu père à bouc. Toutefois, cette « disparition » n'est pas une conséquence de la SPM car ces 2 familles n'étaient déjà plus utilisées dès 2004. On peut noter par ailleurs, qu'en 2010-2011 un plus grand déséquilibre entre familles est constaté, ce qui s'explique par le fait que (i) les familles ont été créées en 2002 avec la contrainte d'avoir des effectifs à peu près équivalents, (ii) dans un contexte de sélection, la sur-représentation de certaines familles est inévitable, à moins d'avoir une définition des familles dynamique au cours du temps (comme cela est appliqué dans certaines populations ovines).



**Figure 2 :** Répartition des pères à boucs utilisés en 2002-2003 (en bas) et en 2010-2011 (en haut) par famille d'apparentés, en race Saanen. Une couleur correspond à une famille

En race Alpine (résultats non présentés ici), le constat est à peu près le même qu'en race Saanen. L'application de la SPM n'a pas induit de bouleversement dans la structure familiale de la population.

## 2.3. PROGRES GENETIQUES

L'IPC, qui est le seul index ayant été soumis à sélection tout au long de la période étudiée, montre une augmentation continue et similaire entre 2003-2006 et 2007-2012 : de l'ordre de +0,20 écart-type génétique (noté  $\sigma_G$ ) par an en Saanen, +0,15 en Alpine (figure 1). L'introduction d'une sélection sur la morphologie de la mamelle n'a donc pas perturbé sa progression annuelle. Néanmoins, durant l'année de transition, entre 2006 et 2007, on obtient un écart entre IPC moyen observé et IPC moyen prédit de -0,21  $\sigma_G$  en race Saanen et +0,10  $\sigma_G$  en race Alpine, indiquant que l'application de la SPM, la première année, a ralenti la progression de l'IPC en Saanen alors qu'elle l'a légèrement améliorée en Alpine.

Le progrès génétique réalisé sur l'IMC entre 2003 et 2006, d'une part, et entre 2007 et 2012, d'autre part, est quasiment nul quelles que soient la race et la période. Le poids modéré de l'IMC dans l'objectif de sélection (33 % en Alpine, 38 % en Saanen), les corrélations génétiques globalement négatives entre IPC et IMC et le délai nécessaire avant de voir l'effet d'une sélection sur un nouveau groupe de caractères sont des explications possibles à ce résultat. Cependant, il faut tout de même noter que la première année de sélection sur l'IMC a permis une progression notable sur les caractères de morphologie : +0,59  $\sigma_G$  en Saanen et +0,32  $\sigma_G$  en Alpine entre 2006 et 2007.

L'évolution combinée des deux groupes de caractères est traduite par la courbe de l'ICC, index sur lequel l'objectif de progrès génétique a été fixé dans le cadre de la SPM. Sans surprise, du fait des résultats précédents, on constate que l'ICC progresse de façon régulière quelle que soit la période étudiée, dans les deux races. En race Saanen, le progrès génétique annuel réalisé est similaire avant et avec la SPM, de l'ordre de +0,18  $\sigma_G$ . De plus, dans cette race, la mise en

place de la SPM en 2007 n'a pas permis de gain substantiel sur l'ICC par rapport à 2006, car l'effort fait sur l'IMC a été contrebalancé par une perte sur l'IPC. La situation de la race Alpine est différente : non seulement l'application de la SPM en 2007 a engendré un gain sur l'ICC, comparé à 2006 (+0,22  $\sigma_G$  par rapport à un ICC prédit sur la base des années 2003-2006) mais le progrès génétique annuel réalisé est également un peu supérieur avec la SPM par rapport à avant la SPM (+0,15  $\sigma_G$  versus +0.13  $\sigma_G$ ).

### 3. DISCUSSION / CONCLUSION

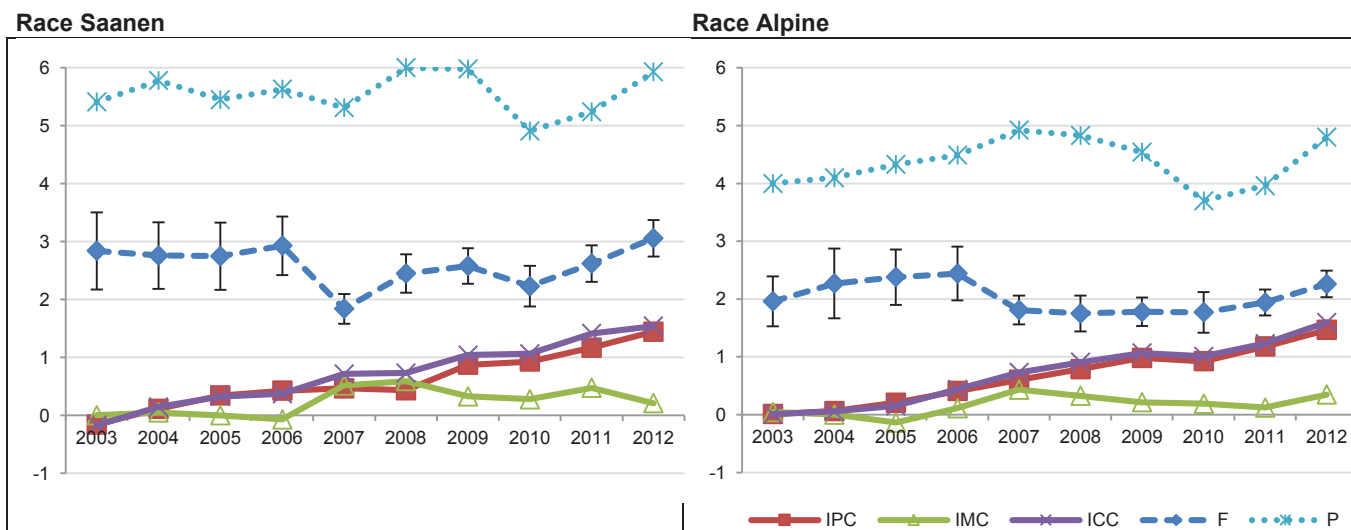
L'application de la SPM dans le schéma de sélection caprin pour la procréation des jeunes boucs candidats au testage sur descendance présente un bilan favorable. Elle a permis de stabiliser les parentés moyennes sans ralentir le progrès génétique sur l'objectif de sélection. Alors qu'en théorie, toute action de sélection dans une population induit une perte de diversité génétique, on s'aperçoit ici que le fait d'optimiser les taux d'utilisation des pères et mères à boucs avec la SPM a permis de contrebalancer l'effet négatif de la sélection, au moins les premières années. Cet effet est voué à disparaître au cours du temps, la parenté moyenne reprenant alors sa progression à un rythme modéré. Les résultats des millésimes 2011 et 2012 indiquent que ce « redémarrage » est déjà amorcé. Un autre point favorable à la SPM concerne l'optimisation des accouplements. Cette étape a permis de réduire drastiquement la consanguinité moyenne des jeunes boucs et donc la procréation de jeunes boucs ayant une consanguinité élevée, en comparaison aux pratiques précédentes. Par ailleurs, la réalisation d'accouplements compensateurs (entre caractères laitiers et morphologie) a probablement facilité l'introduction des caractères de morphologie de la mamelle dans l'objectif de sélection en procréant des jeunes boucs équilibrés sur les 2 groupes de caractères, donc plus susceptibles d'être retenus pour le testage sur descendance et, à terme, utilisés par les éleveurs. Sur le plan pratique, les gestionnaires du schéma de sélection apprécient les modalités de mise en œuvre de la SPM car elle facilite, d'une part, les décisions sur le choix et le taux d'utilisation optimal des reproducteurs (compromis entre progrès génétique et variabilité génétique plus facile à trouver qu'avec des méthodes intuitives) et, d'autre part, la réalisation des accouplements entre pères et mères à boucs. Toutefois,

l'objectif de progrès génétique global à fixer avant l'optimisation n'est pas toujours évident à déterminer, surtout en race Saanen pour laquelle un progrès génétique sur les 2 groupes de caractères est difficile à obtenir. C'est pourquoi il serait souhaitable de recourir davantage à une des possibilités de la SPM : la fixation d'un progrès génétique multi-caractère. En termes d'utilisation des pères à boucs, la SPM a modifié les pratiques en augmentant l'effectif utilisé chaque année et en permettant un fort déséquilibre d'utilisation entre pères à boucs, intra-année. Malgré cela, il apparaît que les familles de pères à boucs n'ont pas été bouleversées par la SPM, car toutes ont été maintenues.

Les résultats présentés ici illustrent une situation unique d'application d'une méthode de gestion combinée en conditions réelles sur plusieurs années. L'application de la méthode SPM fait état d'un bilan très positif à la fois pour le progrès génétique et la variabilité génétique. Le schéma de sélection caprin géré par la SPM apparaît donc plus performant et plus durable. Aujourd'hui, un nouveau caractère (le comptage de cellules somatiques) est sur le point d'être ajouté dans l'objectif de sélection et devra être pris en compte par la SPM pour faciliter son intégration. Un peu plus tard, dans un contexte de sélection génomique, la SPM devra évoluer pour faire face aux nouvelles modalités du schéma de sélection, comme cela a été effectué en France pour les bovins.

*Cette étude a été menée dans le cadre de l'UMT Gestion génétique et génomique des petits ruminants.*

**Caballero A., Toro M.A., 2000.** Genet. Res., 75, 331-343  
**Colleau J.J., Moureaux S., Briend M., Béchu J., 2004.** Genet. Sel. Evol., 36, 373-394  
**Colleau J.J., Moureaux S., 2006.** Prod. Anim., 19, 3-14  
**Colleau J.J., Tribout T., 2008,** J. Anim. Breed. Genet., 125, 291-300  
**Colleau J.J., Trual K., de Préaumont H., Regaldo D., 2009,** Genet. Sel. Evol., 41:7.  
**Danchin-Burge C., Allain D., Clément V., Piacère A., Martin P., Palière I., 2012.** Small Rum. Rech., 108, 36-44  
**Kirkpatrick S., Gelatt C.D., Vecchi M.P., 1983.** Science, 220, 671-680  
**Lacy R., 1995.** Zoo Biol., 14, 565-578  
**Meuwissen T.H.E., 1997.** J. Anim. Sci., 75, 934-940.  
**Ollivier L., 2002.** INRA éditions, 184p



**Figure 1 :** Evolution des index IPC, IMC et ICC exprimés en écart-type génétique, de la consanguinité moyenne et de la parenté moyenne exprimées en %, par millésime de naissance des jeunes boucs