

Un objectif de sélection qui augmente le profit des éleveurs caprins

PALHIÈRE I. (1, 4), CLEMENT V. (2, 4), CROUE I. (3), PINARD D. (3, 4)

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

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

(3) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris

(4) UMT Gestion Génétique et génomique des Petits Ruminants, Toulouse

RESUME

Une modélisation bio-économique d'un troupeau caprin a permis d'estimer le poids économique des caractères sélectionnés dans les races Alpine et Saanen. Pour ce faire, les recettes et les coûts d'un élevage fromager et d'un élevage laitier, dans chaque race, ont été modélisés en fonction des performances zootechniques. Les poids économiques obtenus, qui représentent le gain attendu sur le profit de l'éleveur de l'augmentation d'une unité physique du caractère, permettent de définir l'objectif global de sélection. Ensuite, ces poids sont utilisés pour calculer l'index de synthèse, c'est-à-dire la combinaison des index élémentaires maximisant le revenu de l'éleveur. Il en ressort que, quel que soit le type d'élevage, le caractère ayant le poids économique le plus élevé est la quantité de matière protéique, avec un gain de marge nette de 31,10 € par chèvre chez les fromagers et 8,20 € chez les laitiers, par kg de matière protéique supplémentaire produit par chèvre et par lactation. Viennent ensuite la morphologie de la mamelle, puis soit la matière grasse pour les éleveurs fromagers, soit le vecteur lait (c'est-à-dire le lait sans les matières) pour les éleveurs laitiers. Les cellules somatiques ont un impact économique modéré, plus marqué chez les laitiers que chez les fromagers. Il y a peu de différence entre les races. Une nouvelle combinaison de l'index de synthèse, fondée sur ces pondérations économiques, est proposée et comparée à l'index actuel. Les deux index donnent des résultats très proches quelle que soit la race. L'index de synthèse actuel semble donc très satisfaisant puisqu'il correspond à plus 90 % de l'objectif économique. Un gain d'une unité d'écart-type génétique de l'index de synthèse permet à un éleveur de gagner 37 € par chèvre et par an en race Saanen et 42 € en race Alpine. Au vu de ces résultats, il semble pertinent de garder un seul index de synthèse, intra-race, pour les deux types d'éleveurs (laitier ou fromager).

A breeding goal which increases the income of goat breeders

PALHIÈRE I. (1, 4), CLEMENT V. (2, 4), CROUE I. (3), PINARD D. (3, 4)

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

SUMMARY

The economic values of selected traits in Alpine and Saanen breeds were estimated by modelling a goat herd. Inputs and outputs of a cheese maker herd and a dairy herd, in each breed, were modeled. They allowed the estimation of the economic values, defined as the profit resulting from a change of one physical unit of a trait. These economic values were used to find the best combination of elementary indexes in order to maximize the breeder profit, and thus to elaborate a total merit index. The trait with the highest economic value is the protein yield, whatever the herd considered: + 31.10 € of net margin per year and per goat in cheese maker herds and + 8.20 € in dairy herds, for 1 additional kg of protein yield per lactation. The second trait is the udder type traits. Then, it is the fat yield for cheese maker herds and the milk (without proteins and fat) for dairy herds. There is no difference between breeds. The new total merit index is compared to the current one: their economic performances are very similar, whatever the breed. The current total merit index matches at more than 90 % with the economic optimum and thus can be kept for the selection of dairy goat, whatever the kind of herd (dairy or cheese maker).

INTRODUCTION

L'amélioration génétique des races Alpine et Saanen en France porte sur deux groupes de caractères. Les caractères laitiers (quantité de lait, quantités de matière protéique et matière grasse, taux protéique et butyreux) sont combinés dans un index de synthèse appelé « Index Production Caprin » (IPC). Cet index de synthèse a été défini en 1996 et revu en 1999 sur la base d'un raisonnement économique (Piacère *et al.*, 1996, Bélichon *et al.*, 1999). Les caractères de morphologie sont sélectionnés depuis 2006 grâce à un index de synthèse appelé « Index Morphologique Caprin » (IMC) incluant cinq caractères. L'IMC et l'IPC ont ensuite été combinés dans un index de synthèse global appelé « Index Combiné Caprin » ou ICC (Clément *et al.*, 2006). Cet objectif de sélection a de nouveau évolué en 2013 avec l'introduction du comptage de cellules somatiques (CCS). Que ce soit pour l'ajout de la morphologie ou des CCS, les pondérations ont été établies en s'appuyant sur des considérations techniques sans faire appel à des modélisations économiques.

Dans ce contexte, il a été jugé pertinent de revoir la définition de l'objectif de sélection des deux races caprines laitières, en réactualisant la valeur économique des caractères laitiers et en l'estimant pour les autres. De plus, la question de la définition d'un nouvel ICC, fondée sur ces pondérations économiques, a été étudiée.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DEMARCHE GENERALE

L'objectif de sélection est une fonction linéaire des valeurs génétiques « vraies » (mais inconnues) des caractères à améliorer selon le point de vue de l'éleveur, de la filière ou de tout autre niveau d'organisation. L'intérêt de définir une telle fonction est de permettre de classer et sélectionner de façon rationnelle les animaux sur un ensemble de caractères diversifiés en proposant le meilleur compromis possible. Dans le cadre d'une approche économique, l'idée est de choisir et hiérarchiser les caractères à intégrer dans l'objectif de sélection en modélisant les coûts et les recettes associés à leur amélioration, ceci pour chacun des principaux systèmes

de production. On obtient ainsi une marge nette par chèvre. L'importance économique d'un caractère (son « poids ») est calculée comme le gain marginal du revenu de l'éleveur suite à l'augmentation d'une unité du caractère, les autres caractères restant fixés à leur valeur moyenne (Phocas *et al.*, 2013, Pinard *et al.*, 2013). Le revenu est défini ici comme le « profit à coûts constants » ((revenus - coûts) / coûts). Bien que complexe à mettre en œuvre, cette approche bio-économique présente l'avantage de permettre un raisonnement prospectif (simulation d'évolutions économiques, techniques ou sociales), essentiel pour définir des objectifs de sélection à long terme.

Une fois les poids économiques calculés, l'objectif de sélection ainsi défini est traduit en index de synthèse. Ce dernier correspond à une combinaison linéaire d'index élémentaires et représente l'outil opérationnel pour orienter la sélection vers l'objectif. Pour cela, on simule les étapes de sélection majeures du programme de sélection (voies père-fils, mère-fils, père-fille, mère-fils) et on observe les différentielles de sélection obtenues sur tous les index élémentaires (même ceux n'ayant pas de valeur économique calculée, comme les taux de protéine ou de matière grasse, par exemple) selon l'index de synthèse employé. Différentes combinaisons d'index élémentaires sont testées et, après de nombreuses itérations ($\approx 500\ 000$), c'est la combinaison maximisant la réponse sur l'objectif de sélection, et donc le revenu de l'éleveur, qui est retenue comme index de synthèse. Pour nos calculs c'est la voie mère-fils qui a été privilégiée, dans la mesure où elle contribue pour 50% au progrès génétique réalisé.

Une dernière étape peut intervenir si nécessaire : l'Organisme de Sélection (OS) concerné est susceptible d'ajuster les poids calculés afin de prendre en compte des considérations techniques et/ou raciales.

1.2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION MODELISES

Pour chacune des deux races, deux systèmes de production ont été modélisés : un élevage producteur de fromage, appelé « fromager », et un élevage livreur de lait, appelé « laitier ». Les différences entre les deux races reposent essentiellement sur les performances moyennes des animaux et les paramètres génétiques utilisés. Les sources d'information exploitées pour modéliser un troupeau ont différentes origines : « Inosys Réseaux d'élevages », Système national d'information Génétique (SIECL), articles scientifiques et techniques, experts. Dans notre modèle, l'élevage « laitier » contient 250 chèvres présentes à la mise-bas tandis que l'élevage « fromager » en compte 140. La productivité laitière des chèvres est du même ordre dans les deux systèmes. Elle varie selon la race, soit 830 L/chèvre en race Alpine et 860 L/chèvre en race Saanen. Les principaux paramètres généraux pris en compte dans la modélisation sont présentés au tableau 1.

La reproduction se fait sur deux périodes distinctes : une au printemps (60% des femelles dont 30% d'IA) et une à l'automne. Les femelles infertiles suite à la reproduction de printemps sont remises à la reproduction à l'automne en prolongeant leur lactation. Les femelles infertiles à la reproduction d'automne sont réformées. Le taux de renouvellement est de 30 % dans l'élevage laitier contre 25 % en fromager. Toutes les chevrettes de renouvellement sont produites dans l'élevage.

La ration alimentaire est fondée sur du foin de graminées, du foin de luzerne, de l'orge, du maïs et une complémentation avec du concentré. Les quantités distribuées ont été estimées à partir des équations INRA. Pour le système « fromager », le rendement fromager est calculé d'après l'équation de Portman. Le prix du kg de fromage correspond à une valorisation modérée (11 € / kg) et les coûts de transformation fromagère ont été estimés d'après les résultats moyens des élevages du Réseau d'élevages (96 € pour 1000 L). Pour les systèmes laitiers, c'est la grille de paiement du lait actuelle qui a été appliquée (prix de base = 614 € pour 1000 L).

Les recettes du troupeau proviennent de la vente de lait ou de fromage, de la vente de chèvres de réforme, de la vente des chevreaux après la naissance et des primes (prime à la chèvre et primes sur les surfaces dédiées à l'alimentation des chèvres). Les coûts pris en compte sont l'alimentation (des jeunes et des adultes), la fabrication fromagère (si système fromager), la reproduction, l'élevage, la santé et les charges de structure (moyenne estimée d'après les élevages du Réseau d'élevages).

Tableau 1 : Principaux paramètres pris en compte

Paramètre	Valeur utilisée
Taux d'insémination artificielle (IA)	30 %
Proliférite	1,7
Fertilité après IA	60 %
Fertilité après monte naturelle	85 %
Durée de lactation (en l'absence de réforme et d'échec à la reproduction)	305 jours
Age à la première mise à la reproduction	214 jours
Taux de réforme sur CCS	3 %
Taux de réforme sur morphologie	8,5 %
Taux de réforme sur mammites	1,8 %
Taux de mortalité des chèvres à la mise-bas	1,7 %
Taux de mortalité des chevreaux entre 0 et 48h	4 %
Prix de vente des chevreaux	5 € / tête
Prix de vente des réformes	12 € / tête
Primes (chèvre + surfaces)	120 € / chèvre
Charges de structure	620 € / chèvre

1.3. LES CARACTERES MODELISES

Cinq caractères ont été modélisés :

- trois caractères laitiers : la quantité de matière grasse (MG), la quantité de matière protéique (MP) et le vecteur lait. Comme mentionné en 1.1., on cherche à obtenir la valeur économique d'un caractère indépendamment des autres caractères. Il en résulte que : (i) le caractère « lait » correspond au lait sans matière grasse ni matière protéique, appelé ici « vecteur lait » ; (ii) les taux butyreux et protéique ne peuvent pas être modélisés (car déjà inclus dans les trois précédents).

- le caractère « quantité de cellules somatiques » dans le lait. La variable utilisée dans le modèle est un score de cellules somatiques c'est-à-dire une transformation logarithmique de base 2 de la quantité de cellules, classiquement appliquée pour normaliser la distribution des données.

Pour ces quatre caractères, les valeurs utilisées dans le modèle correspondent aux moyennes observées dans les élevages du contrôle laitier, pour chaque race.

- la morphologie de la mamelle. La performance utilisée dans le modèle est l'IMC (index de synthèse sur la morphologie de la mamelle incluant cinq caractères élémentaires). Les raisons de ce choix sont les suivantes : (i) l'IMC intègre les cinq postes majeurs de morphologie et a une corrélation très élevée avec la note synthétique des 11 postes pointés (c'est donc un bon prédicteur de la performance) ; (ii) il a une distribution normale (facile à modéliser). Le taux de réforme choisi au final dans le modèle (cf tableau 1) a été difficile à estimer car aucune donnée n'est disponible et les éleveurs ont du mal à quantifier la part de leur réforme qui est spécifiquement due à cette cause. Un panel de taux de réforme a donc été testé (variant de 0,5 % à 10 %), montrant que le poids économique augmente linéairement avec le taux de réforme appliqué. C'est un taux de réforme à 8,5 % qui a finalement été choisi.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. POIDS ECONOMIQUES DES CARACTERES

Le tableau 2 présente les valeurs des pondérations économiques pour les cinq caractères modélisés, dans le cas

d'un troupeau fromager et d'un troupeau laitier en race Saanen. Les résultats sont très proches en race Alpine.

Exprimées en unité du caractère, les valeurs obtenues ne peuvent pas être comparées entre caractères car l'unité et la variance varient d'un caractère à l'autre. Ainsi, la standardisation par l'écart-type génétique permet-elle de comparer les poids respectifs des différents caractères.

Les résultats obtenus indiquent que la MP est, de façon attendue, le caractère le plus important économiquement quel que soit le système, du fait de sa forte influence (via le TP) sur le rendement fromager. Toutefois, la valeur économique d'un kilogramme de MP supplémentaire par chèvre et par lactation est presque 4 fois supérieure dans un élevage fromager (31,10 €) comparativement à un élevage laitier (8,20 €) et pèse près de 60 % du gain relatif de marge nette. Le deuxième caractère d'importance économique est la morphologie de la mamelle qui compte pour 29,9 % chez les laitiers contre 23,1 % chez les fromagers. Ces valeurs élevées sont liées au taux de réforme (8,5 %) pris en compte dans la modélisation. Celui-ci, bien que probablement surestimé, s'approche toutefois du taux réel de réforme appliqué en élevage si on tient compte de toutes les causes inhérentes à la morphologie de la mamelle (problèmes de santé mammaire, difficultés de traite,...).

En troisième position, c'est le vecteur lait pour les éleveurs laitiers et la MG pour les éleveurs fromagers qui comptent le plus dans l'objectif économique. Il est intéressant de noter que l'augmentation de la quantité d'eau et de minéraux (c'est-à-dire le vecteur lait) produite par chèvre est profitable pour un éleveur laitier alors qu'elle est désavantageuse pour un éleveur fromager. De même, on peut remarquer que l'importance économique de la MG est relativement importante dans un élevage fromager alors qu'elle est négligeable dans un élevage laitier. En ce qui concerne les CCS, la diminution de 1 point de score cellulaire (correspondant à la division par 2 du nombre de cellules) de chaque chèvre du troupeau a un impact économique favorable dans les deux systèmes mais de façon plus marquée chez les laitiers, témoin de la politique des laiteries qui rémunèrent le lait en fonction des teneurs en cellules.

2.2. ELABORATION D'UN INDEX DE SYNTHÈSE

Dans un premier temps l'index de synthèse qui correspondait le mieux à l'optimum économique a été recherché de façon indépendante pour chacun des systèmes modélisés. La figure 1 représente, pour la race Saanen, les différentielles de sélection de la voie mère à boucs (en unité d'écart-type génétique) pour les cinq index de production élémentaires (L'LAIT, IMP, IMG, ITP, ITB), l'index cellules (ICEL) et l'IMC,

lorsque l'on simule une sélection sur l'index de synthèse. L'ICC adapté au système laitier, qui répond parfaitement à l'optimum économique laitier (100 %), se situe à 98 % de l'optimum économique si on l'applique dans un système fromager. Inversement, l'ICC défini pour un système fromager est à 98 % de l'optimum économique si on l'applique dans un système laitier. Les principales différences entre les deux index de synthèse se situent au niveau de la MP (avec un poids plus fort et donc une meilleure réponse pour ce caractère dans le cas de l'ICC fromager), de la morphologie (avec un poids plus élevé pour ce caractère dans l'ICC laitier puisqu'il représente près du tiers de l'optimum économique de l'atelier laitier) et des cellules (avec une réponse positive pour l'ICC laitier due à un poids légèrement plus fort pour ce caractère). Les réponses sont similaires en race Alpine, avec cependant des différentielles plus fortes et toujours positives pour les cellules (de l'ordre de 0,4 écart-type pour l'ICC laitier), ce caractère n'ayant pas de lien génétique avec la production laitière, contrairement à la race Saanen. Ces résultats montrent que, malgré une hiérarchie un peu différente des caractères dans l'atelier laitier et dans l'atelier fromager, les deux index de synthèse apportent une réponse économique satisfaisante, quel que soit le système d'élevage.

Compte tenu de ce résultat, les index de synthèse ont été établis en prenant la moyenne des poids économiques du système laitier et du système fromager. Un index appelé « ICC éco » a ainsi été obtenu et comparé à l'ICC actuel. Afin de tenir compte des spécificités de la filière caprine (production laitière destinée à la fabrication fromagère) et des souhaits de l'OS Capgènes, un « ICC éco avec contraintes » a aussi été testé. Il met l'accent sur le TP et sur la morphologie. Les différentielles de sélection pour ces index, en race Saanen, sont présentées à la figure 2. Par rapport à l'ICC actuel, l'ICC éco diminue la part des taux, de la morphologie et des CCS dans la synthèse et en contrepartie privilégie les matières, de façon à s'approcher au mieux de l'optimum économique. Les conséquences sont une réponse plus forte sur les matières et le lait, au détriment des cellules, de la morphologie et des taux. Cet ICC éco se situe à 99 % de l'optimum économique en système fromager et à 96 % en système laitier. L'ICC éco avec contraintes a été établi de façon à obtenir une réponse au moins égale à 0,5 unité d'écart-type génétique sur le TP et la synthèse morphologie. Pour atteindre cet objectif, la part de la morphologie, du TP et des cellules est augmentée avec en parallèle la diminution du poids sur la MP. Cet ICC permet d'avoir une réponse satisfaisante sur le TP et la morphologie et se rapproche ainsi de l'ICC actuel.

Tableau 2 : Valeur des pondérations économiques des cinq caractères modélisés, en race Saanen

Caractère	Unité du caractère	Système laitier			Système fromager		
		Pondération pour une unité du caractère (€)	Pondération pour un écart-type génétique du caractère (€)	Pondération relative	Pondération pour une unité du caractère (€)	Pondération pour un écart-type génétique du caractère (€)	Pondération relative
Vecteur lait	+ 1 Kg par lactation	+0,11	+8,98	19,0 %	-0,03	-2,45	2,0 %
MG	+ 1 Kg par lactation	+0,40	+1,28	2,7 %	+5,30	+17,01	14,0 %
MP	+ 1Kg par lactation	+8,20	+18,94	40,2 %	+31,10	+71,84	59,0 %
CCS	- 1 point de SCS par lactation	+7,20	+3,88	8,2 %	+4,30	+2,32	1,9 %
Morphologie	+ 1 point d'IMC	+1,20	+14,1	29,9 %	+2,40	+28,20	23,1 %

En race Saanen, ce dernier est à 94 % de l'optimum économique en système fromager et à 93 % en système laitier, ce qui apparaît comme tout à fait satisfaisant.

L'ICC éco avec contraintes permet de se rapprocher de l'optimum économique de quelques points (97 % en système laitier, 96 % en système fromager), mais les différentielles de sélection sont très proches de celles de l'ICC actuel.

Le calcul des poids économiques a aussi permis de chiffrer la valeur des index de synthèse. Ainsi, en augmentant l'ICC actuel d'un écart-type génétique, un éleveur va augmenter son bénéfice de 37 € en race Saanen et 42 € en race Alpine. Cette valeur économique augmenterait seulement d'1 Euro si le schéma utilisait l'ICC éco avec contraintes.

CONCLUSION

Ce travail a permis de chiffrer la part des différents caractères en sélection dans le revenu des éleveurs, et notamment la morphologie mammaire, dont l'impact économique est relativement difficile à estimer. Sur la base de ces poids économiques, plusieurs index de synthèse ont été testés et comparés, ce qui a permis de valider l'ICC actuellement utilisé pour la sélection. Ce dernier, même s'il permet d'augmenter un peu plus le revenu de l'atelier fromager, apparaît comme bien adapté aux deux systèmes modélisés puisqu'il se situe à plus de 90 % de l'optimum économique. Un ICC éco avec contraintes, légèrement plus proche de l'optimum économique, augmente très peu les différentielles de sélection et les gains économiques possibles. Il a ainsi été possible de construire un outil qui peut être utilisé pour valider de façon régulière les poids des caractères dans les index de synthèse. Dans la filière caprine, il peut notamment être utilisé pour tester

de nouvelles de grilles de prix du lait ou d'autres systèmes de production. A terme, il est prévu d'y intégrer de nouveaux caractères tels que la persistance laitière et la longévité.

Ce travail a été mené dans le cadre du projet CASDAR OSIRIS « Objectifs de Sélection Innovants en Ruminants et Indices de Synthèse ». Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes ayant contribué à fournir les nombreux paramètres nécessaires à la modélisation du troupeau : Nicole Bossis, Jean Legarto, Vincent Lictévout, Bernard Poupin, François Perrin, Nicolas Ehrhardt, Pierre Martin, ainsi que les financeurs du projet OSIRIS : le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et France Génétique Elevage.

Bélichon S., Piacère A., Larzul C., Manfredi E., 1999. Renc. Rech. Ruminants, 6, 235-238.

Chlémec V., Martin P., Barillet F., 2006. Renc. Rech. Ruminants, 13, 209-212.

Phocas F., Brochard M., Larroque H., Lagriffoul G., Labatut J., Guerrier J., 2013. Renc. Rech. Rumin., 20, 129-132

Piacère A., Bouloc N., 1996. La Chèvre, 213, 22-25

Pinard D., Regaldo D., Guerrier J., 2013. Renc. Rech. Rumin., 20, 137-140

Résultats de Contrôle Laitier - Espèce caprine, 2014

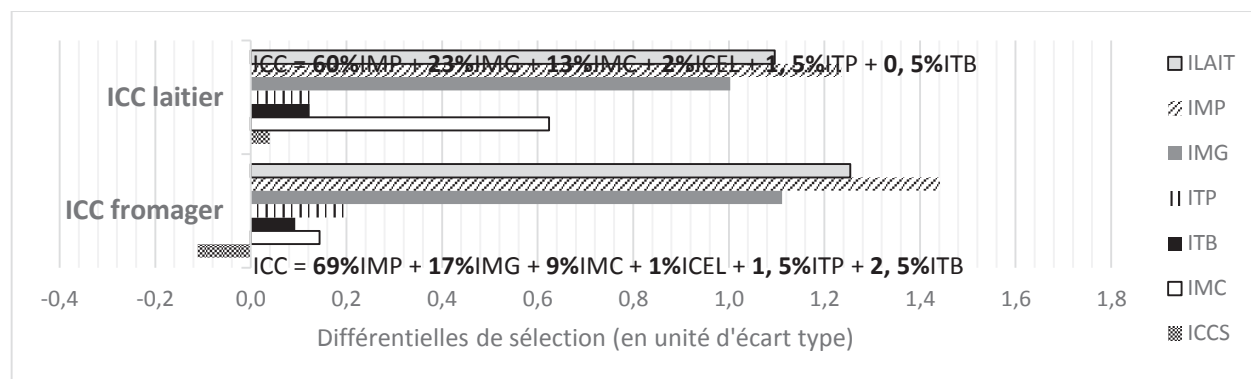


Figure 1 : Différentielles de sélection sur la voie mère à boucs pour les cinq index laitiers, l'index cellules et l'IMC en utilisant un ICC adapté au système laitier ou au système fromager. Race Saanen.

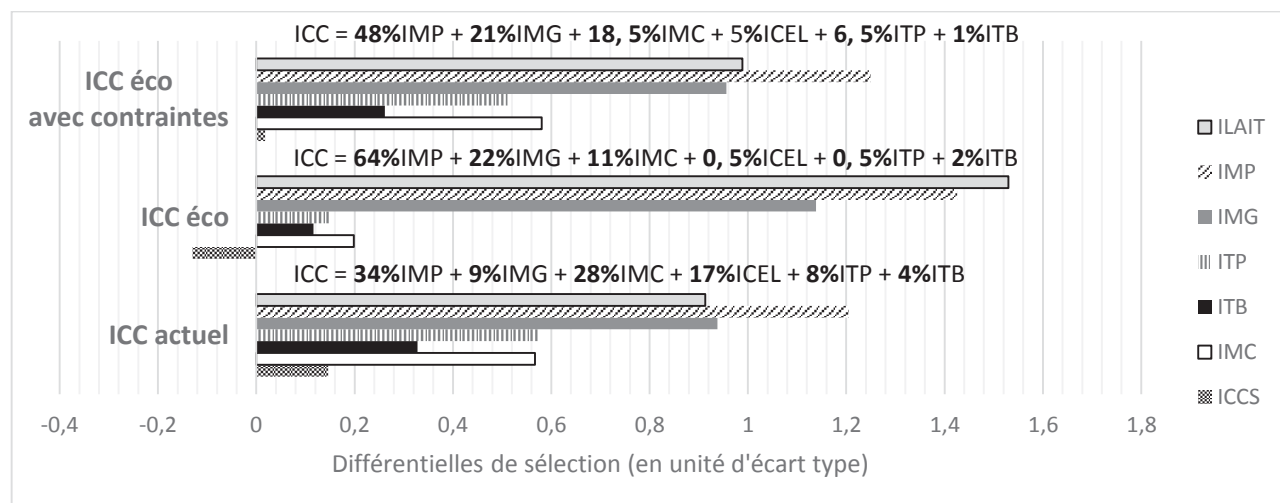


Figure 2 : Différentielles de sélection sur la voie mères à boucs pour les cinq index laitiers, l'index cellules et l'IMC en fonction de l'ICC utilisé. Race Saanen.