

## Etat actuel et perspectives d'évolution des objectifs de sélection chez les ruminants

PHOCAS F. (1), BROCHARD M. (2), LARROQUE H. (3), LAGRIFFOUL G. (5), LABATUT J. (4), GUERRIER J. (6)

(1) INRA, UMR1313 GABI, F-78352 Jouy-en-Josas Cedex

(2) Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris Cedex 12

(3) INRA, UR 631 SAGA, CS 52627, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex

(4) INRA AGIR, CS 52627, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex

(5) Institut de l'Elevage, BP 42118, F-31321 Castanet-Tolosan Cedex

(6) Institut de l'Elevage, 9 allée Pierre de Fermat, F-63170 Aubière

### RESUME

Le but de toute sélection animale est d'améliorer les caractéristiques génétiques des populations sur un ensemble de caractères héréditaires et d'intérêt pour les générations à venir. C'est cet ensemble de caractères que les généticiens cherchent à résumer dans une fonction - dite « objectif de sélection » - qui vise à donner une valeur de synthèse des reproducteurs ou des races. La détermination de l'objectif de sélection d'une population animale nécessite d'intégrer la diversité des systèmes de production et des caractères d'intérêt économique, mais aussi des caractéristiques difficiles à quantifier d'un point de vue économique et biologique. Les index de synthèse (IS) sont des instruments privilégiés pour sélectionner efficacement les animaux selon les orientations définies par les acteurs d'une race. Idéalement, ils sont basés sur des études économiques associant des recettes et des coûts à l'amélioration génétique des caractères. Cette fonction peut être très complexe à établir, notamment pour intégrer les intérêts des divers acteurs de la filière concernée, évaluer le bénéfice économique espéré de la sélection pour certains caractères « non marchands », ou appréhender l'évolution actuelle du contexte technique, économique et social. La prise en compte d'objectifs techniques consiste alors à fixer des niveaux de réponse souhaités sur les caractères pour définir les pondérations des IS. Un bilan de la situation actuelle et les perspectives d'évolution sont présentés dans cette synthèse. Les IS en races bovines sont basés sur des raisonnements technico-économiques intégrant des systèmes de production diversifiés, mais ils ont été élaborés il y a 10 à 15 ans. Ils nécessitent donc d'être revisités tant pour inclure de nouveaux caractères que pour actualiser les pondérations économiques des caractères déjà pris en compte. En ovins et caprins, les IS sont pour le moment basés sur des considérations techniques dans toutes les races, même si les premières propositions économiques voient le jour depuis 2012. Il convient aussi de mettre à jour les IS en intégrant des nouveaux caractères sur la base de considérations technico-économiques mais aussi sociétales. C'est l'objet du projet CASDAR OSIRIS (2012-2014) en construisant un outil générique à l'ensemble des 5 filières de ruminants, capable de calculer l'incidence économique d'évolution des caractères en fonction des conditions économiques et techniques propres à chaque filière.

### Current state and future development for breeding goals in ruminant species

PHOCAS F. (1), BROCHARD M. (2), LARROQUE H. (3), LAGRIFFOUL G. (5), LABATUT J. (4), GUERRIER J. (6)

(1) INRA, UMR1313 GABI, F-78352 Jouy-en-Josas Cedex

### SUMMARY

The purpose of any animal breeding program is to improve the genetic characteristics of populations on a set of heritable traits and of interest for future generations. This set of traits that geneticists summarize in a function - called "breeding goal" - is aimed at giving a total merit value of breeding stocks or breeds. Determining the breeding objective of an animal population requires integrating the diversity of production systems and traits of economic interest, but also traits that are difficult to quantify in terms of economic and biological points of view. The total merit indices are the preferred instruments for effectively selecting animals according to guidelines set by the stakeholders in a breed. Ideally, they are based on economic studies involving revenues and costs associated to variations of the traits. This feature can be very complex to establish, especially when integrating the interests of various stakeholders in the sector concerned, assessing the expected economic benefits of selection for some "non-market" traits or understanding the current evolution of technical, economic and social context. Considering technical objectives requires setting levels of desired response on the traits in order to define their weights in the selection index. An assessment of the current situation and outlook are presented in this report. The selection indices in cattle breeds are based on technical and economic investigations integrating diversified production systems, but they were developed 10 to 15 years ago. They need to be revisited to include new traits as well as to update the economic weights of traits already taken into account. In sheep and goats, the selection indices are presently based on technical considerations in all breeds, even if the first economic proposals have emerged since 2012. It is also necessary to update the selection indices integrating new traits on the basis of technical, economic, and also social considerations. This is the purpose of the CASDAR OSIRIS (2012-2014) project: building a generic tool common to all five ruminant sectors that is able to calculate the economic impact of changes in traits according to the specific economic and technical conditions in each sector.

## INTRODUCTION

Les enjeux de la gestion des populations de ruminants sont multiples. Ils concernent le domaine marchand (de la production à la consommation), mais aussi l'aménagement du territoire, l'écologie, et la perception de l'élevage par la société (respect de l'animal, naturalité et authenticité de la production). Les acteurs des filières attendent que la génétique permette de produire des animaux répondant aux besoins des éleveurs tout en préservant une diversité pour s'adapter aux changements futurs de contexte technique, économique et social. Il est donc indispensable d'adapter régulièrement les outils de sélection des animaux aux besoins des éleveurs, des filières et de la société. La réorientation de la sélection des ruminants pour mieux répondre aux enjeux du Développement Durable implique d'accroître le nombre de caractères inclus dans l'objectif de sélection d'une population (Phocas, 2011). Cette démarche permet le choix de reproducteurs de niveau génétique équivalent sur l'objectif global, mais améliorateurs sur des aptitudes diversifiées, ce qui contribue indirectement à un maintien de la variabilité génétique intra-population.

Des synthèses explicitant les objectifs de sélection appliqués des années 1960 à 2000 ont été faites dans les filières allaitantes (Phocas et al., 1997) et laitières (Colleau et al., 2001 ; Barillet et al., 2006). Il s'agit d'actualiser ces états des lieux et de préciser les nouvelles perspectives d'évolution des objectifs pour les cinq filières de ruminants en sélection en France : bovins laitiers et allaitants, ovins laitiers et allaitants et caprins laitiers.

## 1. DEFINITION DES OBJECTIFS DE SELECTION

L'objectif de sélection est une fonction des valeurs génétiques « vraies » (mais inconnues) des caractères à améliorer pour accroître le profit de l'éleveur, de la filière ou de tout autre niveau d'organisation. Définir une telle fonction procure un moyen rationnel de sélectionner les animaux, c'est-à-dire de choisir ceux qui offrent le meilleur compromis entre plusieurs caractères. Chez les ruminants, la détermination d'un objectif de sélection nécessite d'intégrer l'ensemble des caractères d'intérêt zootechnique en tenant compte de la diversité des systèmes de production.

Il faut distinguer deux catégories d'objectif de sélection, correspondant à deux raisonnements différents pour déterminer la fonction des caractères importants à améliorer.

1) Les objectifs techniques consistent à fixer des niveaux de réponse souhaités sur les caractères. Un tel choix d'objectif reflète généralement une connaissance insuffisante du bénéfice économique espéré de la sélection, liée soit à la difficulté d'établir une valeur marchande pour certains caractères (qualités de race, aptitudes fonctionnelles, comportement), soit à une grande diversité d'objectifs entre acteurs de la sélection et des filières. Le choix d'un objectif technique peut également traduire des phénomènes économiques non linéaires (existence d'un optimum économique atteint ou d'un seuil de rejet de la part des utilisateurs).

2) Les objectifs économiques sont élaborés à partir des recettes et coûts associés à l'amélioration génétique des caractères. Cette fonction peut être très complexe à établir, notamment s'il faut intégrer les intérêts des divers acteurs de la filière concernée ou appréhender l'évolution future du contexte technique, économique et social. Un raisonnement prospectif est pourtant nécessaire car l'impact de la sélection des reproducteurs s'opère au niveau de leur descendance, donc plusieurs années après l'action de sélection.

Dans les filières de ruminants, les éleveurs jouent un rôle important dans la sélection animale et dans l'organisation des filières. Leurs attentes sont donc tout naturellement prises en compte. Face à la faible valorisation des produits et aux coûts de production élevés, l'attente première des éleveurs est de produire de manière économe. En outre, le besoin de pratiques d'élevage simplifiées semble être une priorité aux vues de l'agrandissement des troupeaux et des exploitations. L'objectif est donc de produire des animaux autonomes, faciles à élever (mise-bas sans aide, animaux dociles...) avec de bonnes aptitudes de reproduction (fertilité, qualités maternelles), une bonne résistance aux maladies et une bonne efficacité alimentaire afin que les animaux produisent avec un minimum d'intrants (Dockes et al., 2011). En termes d'attentes des filières viande, les caractères d'intérêt majeur sont le poids et la conformation des carcasses et l'absence de gras de couverture. Viennent ensuite les qualités organoleptiques avec la tendreté et la saveur de la viande).

En termes d'attentes des filières lait, les caractères d'intérêt majeur sont la production laitière (quantités, taux protéique et butyreux), les aptitudes fonctionnelles (santé de la mamelle, fertilité, longévité...), prenant une part croissante dans les objectifs des différentes espèces et races laitières, et enfin les caractères de morphologie.

Dès lors que les caractères fonctionnels jouent un rôle économique important au niveau des élevages de ruminants, ils doivent être pris en compte dans les programmes d'amélioration génétique des animaux et être intégrés aux côtés des caractères de production dans les indices de synthèse (IS). L'indice (ou index) de sélection est le critère sur lequel seront classés les animaux candidats à la reproduction. L'IS est une fonction des index élémentaires, à savoir les valeurs génétiques « prédites » des différents caractères soumis à évaluation génétique. L'IS permet d'améliorer les populations sur des objectifs de sélection multi-caractères et consiste en une sorte de « note » génétique globale résumant la valeur génétique des animaux pour les caractères que l'on souhaite améliorer.

## 2. METHODE DE CALCUL DES PONDERATIONS ECONOMIQUES

Dans le cadre d'une analyse bio-économique, la pondération économique d'un caractère correspond au gain marginal obtenu sur le critère économique choisi en augmentant d'une unité physique la valeur moyenne du caractère, les autres caractères restant fixés à leur valeur moyenne. Deux critères économiques différents peuvent être envisagés pour calculer la pondération économique :

- 1) le profit, à savoir la différence entre revenus et coûts ;
- 2) l'efficacité économique qui est le ratio revenus sur coûts sous une contrainte donnée de coûts constants (quantité fixe d'intrants dans l'élevage) ou de recettes constantes (quantité fixe de produits).

Considérons un troupeau de  $n$  génisses mises à la reproduction, faisant chacune un profit  $p$  avec un niveau génétique  $g_x$  pour le caractère  $x$ . Introduisons une génisse amélioratrice avec un niveau génétique  $g_x^*$ , induisant un profit  $p^*$ .

Si on considère le profit  $P$  en l'absence de contrainte sur le système de production, au niveau du troupeau la variation de profit  $p^*$  est notée  $\delta P$  et  $n$  devient  $n+1$ . La pondération économique du caractère  $x$  est alors calculée par  $u_x = \delta P / \delta g_x$ . C'est cette méthode qui a été appliquée jusqu'à maintenant en races allaitantes (Phocas et al., 1998).

Dans le cas où une contrainte est considérée (avec  $q$  la valeur de la fonction soumise à contrainte), le produit  $nq$  doit rester constant dans le calcul du gain marginal. La génisse amélioratrice a une valeur  $q^*$ .

Dans cette situation de contrainte sur le système de production, l'arrivée d'un animal améliorateur dans le troupeau entraîne l'existence d'un terme correcteur lié aux variations d'effectif :  $n$  devient alors  $n^*$  tel que  $nq = (n^*-1)q + q^*$  c'est-à-dire  $n^* = n + 1 - q^*/q$ .

Le nouveau profit est  $(n^*-1)p + p^*$  soit  $\delta P = p^* - (p/q)q^*$ .

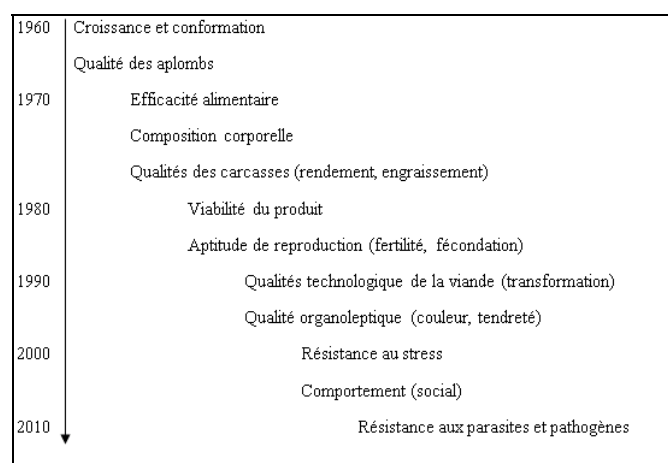
Cette approche de calcul de la pondération pour un « profit avec contrainte » équivaut à un calcul de gain d'efficacité sur un critère  $p/q$ . En effet, la pondération du caractère  $x$  se calcule comme la dérivée partielle par rapport à  $x$  du critère d'efficacité. La pondération économique du caractère  $x$  vaut dans ce cas  $a_x = u_x - (p/q)\delta q/\delta g_x$ .

En raison des quotas laitiers, c'est cette seconde méthode qui avait été considérée dans les races bovines laitières (Colleau et Regaldo, 2001). Dans le cadre du projet Casdar OSIRIS (Guerrier et al., 2013) en cours de développement pour les 5 filières de ruminants, nous raisonnerons ainsi le calcul des pondérations économiques à coût total de production constant.

### 3. ETAT DES LIEUX DANS LES CINQ FILIERES DE RUMINANTS

Dans les années 1960, la sélection était essentiellement portée sur les caractères de production. L'objectif principal était d'atteindre une productivité maximale. Depuis les années 1990, les programmes se sont réorientés afin de faire face à de nouvelles exigences telles que la maîtrise des coûts de production, la sécurité, la qualité des produits, la préservation de l'environnement ainsi que l'éthique de production avec le bien-être animal, les conditions d'élevage et les biotechnologies. Les objectifs de sélection se sont régulièrement enrichis de nouveaux caractères (Figure 1). De nos jours, les programmes de sélection sont devenus plus équilibrés entre amélioration des caractères de production et amélioration des caractères fonctionnels.

**Figure 1** Evolution des critères de sélection entre 1960 et 2010 dans les filières de production de viande.



La situation actuelle en termes de définition technique ou économique des objectifs de sélection est variable d'une espèce de ruminants à l'autre et d'une filière à l'autre. Que

cela soit en filière allaitante ou laitière, les IS en races bovines sont basés sur des raisonnements technico-économiques intégrant des systèmes de production diversifiés (Phocas et al., 1998 ; Dodelin et al., 1998 ; Colleau et Régaldo, 2001) mais ils ont été élaborés il y a 10 à 15 ans (Pabiou et Phocas, 2005). Ils nécessitent donc à la fois d'être revisités tant pour inclure de nouveaux caractères dans les IS que pour actualiser les pondérations économiques des caractères déjà inclus dans les objectifs de sélection.

En ovins allaitants, les IS sont encore essentiellement basés sur des considérations techniques (Phocas et al., 1997), mais une première étude bio-économique a été conduite en race Blanc du Massif Central (Guerrier et al., 2010). En ovins et caprins laitiers, aucune analyse bio-économique n'a encore été conduite et les IS sont basés sur des progrès génétiques relatifs désirés entre les caractères (Belichon et al., 1999 ; Clément et al., 2006).

Le tableau 1 recense par filière de ruminant l'ensemble des caractères inclus ou à inclure dans un IS. Quand ils sont déjà dans un IS, le tableau indique si leur intégration s'est faite sur un raisonnement économique ou technique.

### 4. PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES OBJECTIFS ET INDICES DE SELECTION

Avec l'arrivée de la sélection génomique, les évaluations génétiques de nouveaux caractères vont prochainement être mises à disposition des éleveurs. Il convient donc de mettre à jour les IS en intégrant des nouveaux caractères sur la base de considérations bio-économiques mais aussi sociétales. C'est dans ce contexte qu'a été lancé le projet OSIRIS financé par le CASDAR RFI (2012-2014) pour les 5 filières de ruminants (Guerrier et al., 2013). L'objectif de ce projet est de construire un outil générique à l'ensemble des filières, capable de calculer l'incidence économique d'évolution des caractères en fonction des conditions économiques et techniques propres à chaque système. Cet outil permettra de répondre aux interrogations des organisations raciales pour un grand nombre de caractères avec une attention plus particulière pour de nouveaux caractères tels que la composition fine du lait, la carrière et la santé des animaux (Boichard et Brochard, 2012).

La valorisation génétique consistera en l'élaboration ou la mise à jour d'IS afin de permettre à chaque population de ruminants concernée de sélectionner les animaux les plus adaptés. Il s'agira de proposer une méthode générique et participative pour tout développement ou actualisation d'IS en ruminants qui intègre tant les aspects techniques que sociaux du contexte organisationnel de la sélection des ruminants. Ce processus d'aide à la décision pour la définition de nouveaux indices de synthèse sera élaboré par l'INRA et l'Institut de l'Elevage en collaboration avec Races de France et l'ITAB. Sur le plan technique, plusieurs questionnements seront abordés : les programmes séquentiels de sélection (sélection en plusieurs étapes au cours de la vie de l'animal), la prise en compte dans les index de synthèse des caractères sans valeur économique apparente, le chiffrage en euros des index de synthèse et la prise en compte des intérêts différents éventuellement divergents selon les échelons des filières. En effet, aucun changement opérationnel ne peut être effectué sans l'implication totale de toutes les parties concernées et une représentation adéquate de leurs points de vue.

**Tableau 1.** Liste des caractères selon qu'ils sont déjà évalués génétiquement (en gras), intégrés dans un IS économique (E) ou plutôt technique (T), candidat à une évaluation (N), ou candidat à intégrer un index de synthèse (S).

APTITUDES	CARACTERES	Bovins Allaitants	Ovins Allaitants	Bovins Laitiers	Ovins Laitiers	Caprins Laitiers
Production	<b>Quantité de lait et matières</b>			E-S	E-S	E-S
	<b>Allaitement</b>	E-S	E-S			
	<b>Qualité du lait (taux)</b>			E-S	E-S	E-S
	<b>Vitesse de traite</b>			E-S	N-S	N-S
	<b>Persistance de lactation</b>			N-E-S	N-S	N-S
	Aptitude à la monotraite				N	
	<b>Poids / croissance pré-sevrage</b>	E-S	E-S			
	<b>Conformation bouchère</b>	E-S	E-S			
Qualité des produits	<b>Rendement carcasse</b>	E-S	E-S			
	Efficacité alimentaire en engraissement	E-S	N-S			
	<b>Gras de carcasse</b>	E-S	E-S			
	<b>Composition fine du lait</b>			N-S	N-S	N-S
	Qual. organoleptiques viande	N-S				
Elevage	Qual. nutritionnelles viande	N				
	Composition corporelle (%muscle)		N			
	<b>Prolificité</b>		E-S		N	
	Désaisonnement		N			N-S
	<b>Production de semences</b>					N
	<b>Fertilité / réussite IAP</b>	E	N	E-S	N-S	S
	Fertilité mâle			N-E-S		N
	<b>Fertilité femelle</b>					N
	<b>Précocité sexuelle</b>	T-S				
	<b>Longévité de la femelle</b>	N- E-S	N	E-S	N-S	N-S
	<b>Mortalité / vitalité du nouveau-né</b>	N-E-S	T-S	E-S	N	
Morphologie	<b>Survie jusqu'au sevrage</b>	N-E-S	T-S	S		
	<b>Conditions de naissance</b>	E-S		E-S		
	<b>Comportement du jeune</b>	N	N			
Morphologie	Valorisation fourrages / réserves corporelles	N	N		N	
	<b>Morphologie mamelle</b>			T-S	T-E-S	T-E-S
	<b>Morphologie adulte</b>	T-S		T-S		
Santé	<b>Morphologie sevrage</b>	E-S				
	<b>Cellules somatiques</b>			E-S	E-S	N-S
	<b>Résistance aux mammites cliniques</b>			E-S	N	N
	Résistance au parasitisme		N-S		N-S	N-S
	<b>Résistance à la tremblante</b>		T		T	
	<b>Aplombs</b>	T	N-S	T-S	N	
	Boiteries	N		N-S		

## CONCLUSION

En raison de la complexité croissante des enjeux, il devient impossible aux seuls maîtres d'œuvre des programmes de sélection de juger de l'importance relative à accorder aux caractères à améliorer en vue de matérialiser leur stratégie en terme d'objectif de sélection. Pour actualiser les objectifs de sélection, il est alors indispensable de développer des outils et démarches communs aux divers acteurs des filières, mais aussi d'établir un dialogue avec les responsables des politiques d'aménagement des territoires ainsi qu'avec le secteur associatif pour considérer les attentes sociales fortes. Cette démarche innovante, amorcée au sein du projet ANR-CASDAR COSADD (Dockès et al., 2011) se doit d'être poursuivie et mise en œuvre opérationnellement. C'est l'objet du projet CASDAR OSIRIS pour les cinq filières de ruminants laitiers et allaitants (Guerrier et al., 2013).

**Barillet F., Astruc J.M., Lagriffoul G., 2006.** Proceedings of the 35th biennial session of ICAR, Kuopio, Finland. EAAP publication n°121, 57-64.

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

**Boichard D., Brochard M., 2012.** Animal 6:4, 544-550.

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

**Colleau J.J., Regaldo D., 2001.** Renc. Rech. Ruminants 8, 329-332.

**Dockès A.C., Magdelaine P., Daridan D., Guillaumin A., Rémondet M., Selmi A., Gilbert H., Grasteau S., Phocas F., 2011.** INRA Prod. Anim. 24, 285-296.

**Dodelin V., Phocas F., Havy A., Renand G., 1998.** Renc. Rech. Ruminants 5, 145-148.

**Guerrier J., Praud J.P., Poivey J.P., Batut H., Grenet G., Bouix J., 2010.** Renc. Rech. Ruminants 17, 443-446.

**Guerrier J., Experton C., Patin S., Phocas F., 2013.** Renc. Rech. Ruminants 20, XXX.

**Pabiou T., Phocas F., 2005.** CR 010579102, collection résultats, Institut de l'Elevage, INRA. 75 p.

**Phocas F., Hanocq E., Bouix J., Renand G., Poivey J.P., Elsen J.M., Bibé B., Ménissier F., 1997.** Renc. Rech. Rumin., 4, 171-178.

**Phocas F., Bloch C., Chapelle P., Bécherel F., Renand G., Ménissier F., 1998.** Lives. Prod. Sci. 57, 49-65.

**Phocas F., 2011.** INRA Prod. Anim. 24, 317-330.