

## Détermination des objectifs de sélection chez les ruminants allaitants : situation actuelle et perspectives d'évolution

F. PHOCAS (1), E. HANOCQ (2), J. BOUIX (2), G. RENAND (1), J.P. POIVEY (2), J.M. ELSEN (2),  
B. BIBE (2), F. MENISSIER (1)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78 352 Jouy-en-Josas Cedex  
(2) INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux, 31 326 Castanet-Tolosan Cedex

**RÉSUMÉ** – L'objectif de sélection est une fonction qui résume l'ensemble des caractères héréditaires et économiquement intéressants afin de prédire, à partir d'un indice de sélection, la valeur de synthèse des animaux qui permette le choix optimal des meilleurs reproducteurs. Il est souhaitable que la détermination de cette fonction repose sur un critère d'efficacité économique, tel que le profit d'un élevage par exemple. Dans la plupart des situations actuelles en ruminants allaitants, les caractères sont inclus dans un objectif de sélection de nature technique où ils sont pondérés de manière à obtenir des niveaux souhaités de réponses génétiques sans chercher à maximiser explicitement l'efficacité économique. L'absence d'intégration rationnelle du contexte économique est essentiellement due, d'une part, à la grande hétérogénéité des systèmes et des filières de production et au manque d'information sur les paramètres économiques et, d'autre part, à la difficulté de quantifier la demande sociale et l'impact sur l'environnement. Un bilan de la situation actuelle et les perspectives d'évolution par acquisition de nouvelles connaissances (déterminisme biologique et génétique des caractères, gestion des populations en rapport avec l'économie des filières et l'adaptation à la demande sociale) sont présentés dans ce rapport. Ils conduisent à promouvoir (a) une démarche scientifique pluridisciplinaire de modélisation des relations biologiques entre les aptitudes exploitées pour évaluer leur impact technique, économique et social et (b) la mise en oeuvre d'observatoires pour le recueil des données utiles à l'actualisation des objectifs de sélection.

## Determination of breeding objectives for beef cattle and sheep : current situation and prospects

F. PHOCAS (1), E. HANOCQ, J. BOUIX, G. RENAND, J.P. POIVEY, J.M. ELSEN, B. BIBE, F. MENISSIER  
(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78 352 Jouy-en-Josas Cedex

**SUMMARY** – The breeding objective is a function which summarizes all the traits of economic and genetic value in order to predict, using a selection index, the synthetic value of the animals making it then possible to make the optimal choices when selecting the best breeding animals. The definition of this function should be based on an economic efficiency criterion. In most current situations for beef cattle and sheep, the relative weightings of the traits included in a breeding objective are defined on a technical basis, which means that they correspond to expected levels of genetic responses without explicit consideration of the economic efficiency. The fact that the economic context is not integrated rationally into the selection process is mainly due to the great diversity of production systems and paths, to a lack of knowledge about the economic parameters and to the difficulty of quantifying the social request and the impact on the environment. This report assesses the current situation and the development perspectives. It aims to promote (a) scientific pluridisciplinary processes to model the biological relations between the traits of value in order to assess their technical, economic and social impact and (b) the monitoring of data useful for the actualization of the breeding objectives.

## INTRODUCTION

Le but de toute sélection animale est d'améliorer les caractéristiques génétiques des populations sur un ensemble de caractères héréditaires et économiquement intéressants pour les générations à venir. C'est cet ensemble de caractères ou aptitudes que les généticiens cherchent à résumer dans une fonction - dite "objectif de sélection" - qui vise à donner une valeur économique de synthèse des reproducteurs ou des races. L'intérêt de définir une telle fonction est de maximiser l'efficacité économique du programme de sélection. Chez les ruminants allaitants, la détermination d'un objectif de sélection 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. Ceci est d'autant plus indispensable que leur contexte d'exploitation évolue considérablement (systèmes d'élevage plus extensifs, exigences de qualité du produit, respect du bien-être animal et de l'environnement).

L'objet de ce rapport est pour les ruminants allaitants (1) de préciser la signification et les méthodes de détermination des objectifs de sélection, (2) d'établir un bilan actuel des objectifs de sélection appliqués et (3) d'envisager les perspectives d'évolution de ces objectifs.

### 1. MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES OBJECTIFS DE SÉLECTION

La mise en oeuvre d'un programme de sélection ne peut se faire qu'après en avoir évalué l'efficacité économique. La sélection est une activité coûteuse et toute prise de décision demande donc au préalable une analyse des coûts et recettes espérés. Les pionniers dans ce domaine ont été Poutous et Visac (1962). L'évaluation économique d'un programme de sélection nécessite (a) de déterminer son critère d'efficacité économique (objectif de sélection) et (b) d'actualiser les coûts et recettes liés à la sélection en vue d'établir le critère de sélection (indice de sélection). Le principe de l'actualisation est qu'un gain réalisé aujourd'hui a plus de valeur que le même gain réalisé demain. Les coûts interviennent dès la mise en place du programme (construction de stations de contrôle, mesure des performances, acquisition et entretien des candidats, calcul des indices, ...) alors que les recettes ne sont perçues qu'au fur et à mesure que les générations expriment et accumulent le progrès génétique.

#### 1.1. DISTINCTION ENTRE OBJECTIF ET INDICE DE SÉLECTION

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. En théorie, la détermination de l'objectif de sélection doit précéder la mise en oeuvre de tout programme de sélection. L'indice de sélection est le critère sur lequel seront classés les candidats à la reproduction. L'établissement de l'indice de sélection correspond donc à la première étape du programme de sélection. L'indice de sélection (qualifié souvent de "synthétique" ou "global") est une fonction des valeurs génétiques "prédites" (parfois désignées "indices ou index élémentaires") des caractères à sélectionner pour maximiser la réponse sur l'objectif de sélection, en intégrant éventuellement des contraintes liées au coût de réalisation ou à l'impossibilité de mesurer directement certains caractères à améliorer. Les caractères inclus dans l'indice de sélection ne

sont donc pas nécessairement les mêmes que ceux constituant l'objectif de sélection, mais ils doivent au moins être génétiquement liés avec eux. L'indice de sélection est construit de manière à maximiser la corrélation entre l'indice et l'objectif de sélection (Ollivier, 1981) et, par là même, l'efficacité économique de la sélection ainsi pratiquée.

#### 1.2. NATURE DE L'OBJECTIF DE SÉLECTION

Il faut distinguer deux catégories d'objectif de sélection, c'est-à-dire deux raisonnements fondamentalement différents pour déterminer une fonction des caractères importants à améliorer d'un point de vue économique.

##### 1.2.1. objectifs techniques

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 de chiffrer les coûts et recettes imputables à certains caractères (aptitudes fonctionnelles, comportement), soit à une grande diversité d'objectifs entre utilisateurs ou de systèmes de production. Le choix d'un objectif technique peut également traduire des phénomènes économiques non linéaires (existence d'un optimum économique déjà atteint ou d'un seuil de rejet de la part des utilisateurs de la population sélectionnée, par exemple). En théorie, un objectif technique peut être remplacé par un objectif économique équivalent, qui donnerait les mêmes réponses à la sélection. Une telle démarche conduisant à établir des pondérations équivalentes peut parfois mettre en évidence des pertes économiques sévères résultant de l'utilisation d'un objectif technique établi sans connaissance suffisante du contexte économique. Gibson et Kennedy (1990) donnent l'exemple d'une souche de poules pondeuses pour laquelle l'efficacité économique de la sélection établie à partir d'un objectif technique est estimée entre 40 et 55% du gain économique potentiel.

##### 1.2.2. objectifs économiques

Un tel objectif de sélection est élaboré 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 technico-économique future. Un raisonnement dynamique est pourtant nécessaire car l'impact de la sélection des reproducteurs s'opère au niveau de leur descendance, donc plusieurs années après. Dans une approche dynamique, le nombre d'expressions du caractère amélioré sur un certain laps de temps - dit "horizon d'intérêt" - est également à intégrer dans le raisonnement. Il faut notamment considérer que chaque animal de la population n'exprime pas simultanément tous les caractères d'intérêt économique ou bien les exprime à des fréquences différentes. Ainsi, les performances de reproduction d'une femelle se répéteront dans le temps alors qu'une seule valorisation bouchère de la femelle aura lieu à la réforme. Le calcul de ce nombre d'expressions a été formalisé par Elsen (1977).

L'objectif de sélection est généralement décrit par une fonction linéaire des valeurs génétiques des caractères d'intérêt économique. Les coefficients de l'objectif sont appelés "pondérations économiques". La pondération économique d'un caractère est définie comme le gain marginal réalisé par l'amélioration d'une unité physique du caractère. Ce gain se mesure généralement par la différence entre recettes et coûts, c'est-à-

dire par le calcul d'une marge économique. La linéarité de la fonction est souhaitable car les méthodes et outils statistiques nécessaires à l'évaluation génétique des reproducteurs ont généralement été développés pour des modèles linéaires. Cependant, cette linéarité ne traduit pas forcément une réalité biologique ou économique. Des objectifs économiques non linéaires peuvent être envisagés, notamment pour des caractères (poids à la naissance par exemple) dont des répercussions biologiques et/ou économiques défavorables (augmentation des difficultés de naissance) ne s'expriment qu'au delà d'un certain seuil (Foulley et Rouvier, 1971). Une " linéarisation " de l'objectif, en se plaçant au voisinage des performances moyennes de la population, est alors généralement efficace et donc souhaitable (Gibson et Kennedy, 1990), à condition de réactualiser les coefficients de l'objectif pour prendre en compte l'évolution des performances moyennes de la population et du contexte technico-économique.

Les méthodes de calcul des pondérations économiques attribuées aux caractères composant l'objectif de sélection à partir d'une fonction de profit d'un élevage, sont très diverses (Elsen et al, 1986). Ces pondérations peuvent être établies à partir d'une modélisation bio-économique du profit ou encore par sondage et analyse statistique du profit. L'approche bio-économique, si la modélisation est pertinente, a l'avantage de permettre d'envisager des scénarios plausibles d'évolution du contexte technico-économique, point crucial dans la détermination d'un objectif de sélection.

## 2. BILAN ACTUEL ET OBJECTIFS DE SÉLECTION APPLIQUÉS

### 2.1. SITUATION GÉNÉRALE

Les caractères d'intérêt économique chez les ruminants allaitants sont multiples. Ils concernent deux ensembles d'aptitudes : (a) les " aptitudes bouchères " qui interviennent dans la valorisation du produit destiné à l'abattage : croissance avant sevrage et entre sevrage et abattage, efficacité alimentaire, morphologie, qualités de la carcasse et de la viande ; (b) les " qualités d'élevage " qui jouent sur la productivité en animaux sevrés des femelles de reproduction, influencée à la fois par les qualités maternelles de celles-ci (précocité sexuelle, désaisonnement, fertilité, prolificité, facilité de vêlage, longévité, capacité d'allaitement, rusticité ou adaptation aux contraintes d'élevage, ...) et par les caractères du jeune né (facilité de naissance, viabilité, ...). L'importance relative des aptitudes bouchères et des qualités d'élevage est fonction à la fois des caractéristiques des races concernées (format, précocité, production laitière, ...), de leur mode d'utilisation (croisement ou race pure) et de leur système d'exploitation (extensif ou intensif, IA ou monte naturelle, ...).

Formellement, tous ces caractères devraient être intégrés dans les objectifs de sélection des programmes raciaux. A ce jour, cette situation idéale n'est pas réalisée, principalement pour les raisons suivantes : (a) les pondérations économiques de ces caractères ne sont pas encore toutes bien évaluées, (b) les outils d'analyse en routine des données, les paramètres génétiques ainsi que les informations nécessaires à une évaluation génétique généralisée des reproducteurs ne sont pas toujours disponibles et (c) la plupart des programmes de sélection ont été mis en place depuis les années 1980 par étapes successives pour d'abord maîtriser leur efficacité technique sans que le choix des indices de sélection de chaque étape ne soit formel-

lement effectué par rapport à un objectif économique formalisé et global. L'efficacité de ces programmes de sélection est toutefois validée par le recours à des bilans d'évaluation et de sélection des reproducteurs par programme. Ainsi, à chacune des principales étapes de sélection des reproducteurs mâles (contrôle en stations sur performances individuelles, contrôle sur descendance), sont établis différents types de bilans génétiques (rapports d'évaluation, calculs de différentielles de sélection, bilans génétiques annuels de l'IA, ...) relatifs aux choix des candidats à l'entrée, à la sélection réalisée à la sortie puis lors de l'utilisation effective des reproducteurs. De plus, la disposition actuelle de bases de données nationales et/ou raciales unifiées et le recours à une évaluation génétique généralisée des reproducteurs (Poivey et al, 1995 ; Ménessier et al, 1996) autorisent, d'abord, une mesure efficace du choix des reproducteurs entrant dans les stations de contrôle ou évalués en contrôle de descendance et, plus généralement, la réalisation de bilans automatiques annuels de fonctionnement des programmes de sélection. Ainsi, dans le cas des ovins, les " tableaux de bord " établis à partir de la base nationale incluent les éléments nécessaires à la gestion des reproducteurs participant à la création du progrès génétique. Ce sont de précieux outils pour le pilotage des programmes de sélection.

### 2.2 BOVINS ALLAITANTS

La diversité de leurs systèmes d'élevage et de production est un fait établi. L'étude récente de Chatellier et al (1997) à partir du " Réseau d'Information Comptable Agricole " conduit à distinguer six catégories d'exploitations allaitantes au regard des caractéristiques de leur système d'élevage : 3 systèmes " naisseur " (veaux sous la mère, broutards d'automne " non primés ", broutards repoussés " primés " et 3 systèmes " naisseur-engraisseur " (avec ou sans achat de taurillons, bovins mâles de plus de 2 ans). Plus des trois-quarts des exploitations allaitantes sont orientées vers l'activité de naisseur pour produire essentiellement des broutards (71 %) destinés pour une large part à l'exportation vers les pays européens. Ces chiffres recouvrent une situation éminemment variable d'une race à l'autre, voire d'une région à une autre. Cette diversité persistante des systèmes d'élevage, associée au manque de données technico-économiques pour estimer les pondérations économiques des objectifs de sélection relatifs à tous ces systèmes, ont amené à raisonner en termes d'objectifs techniques plutôt qu'économiques.

Le tableau 1 synthétise les objectifs de sélection utilisés à l'heure actuelle selon les races et les principales étapes de sélection concernant les taureaux. Il en ressort les conclusions suivantes. (a) A toutes les étapes, la croissance musculaire et le format sont les aptitudes à améliorer, via des critères de sélection qui sont des poids à âge-type et des notes de développement musculaire et de développement squelettique. Ceci reflète le fait que la plupart des produits procréés sont destinés à l'engraissement (croissance musculaire), sauf une partie des produits femelles gardées pour la reproduction (format). (b) Pour les races spécialisées et les races mixtes où les difficultés de naissance représentent un risque, des contraintes sont appliquées pour maîtriser l'évolution du poids des veaux à la naissance. Celles-ci ne sont pas encore appliquées en races rustiques, faute d'information suffisante. (c) Jusqu'à ces dernières années, la sélection des qualités maternelles (capacité laitière, facilité de vêlage et fertilité) a essentiellement été pratiquée via le contrôle de descendance en station pour les taureaux

d'insémination artificielle (races spécialisées) destinés à assurer en priorité le renouvellement de la base de sélection. A l'issue de ce contrôle, les taureaux sont retenus sur un indice de sélection concernant essentiellement les qualités d'élevage, tout en ayant été préalablement sélectionnés pour d'autres aptitudes (facilités de naissance, aptitudes bouchères, ...). (d) A partir des contrôles de performances des veaux en ferme, l'indexation Iboval (Ménissier et al, 1996) permet d'évaluer à la fois les effets directs (capacité de croissance) et les effets maternels (aptitude laitière) sur le poids au sevrage. Ces effets maternels sont en cours d'incorporation dans les objectifs et indices de sélection correspondants. (e) Quant à la sélection des vaches en ferme, jusqu'à présent elle s'opérait sur la valeur globale des vaches exprimée par leurs veaux (1/2 capacité de croissance + aptitude laitière). Ce critère était utilisé par seuils ou en combinaison avec d'autres caractères (races rustiques : âge au premier vêlage, intervalle entre mises bas, ...) pour attribuer une "qualification raciale" aux meilleures vaches (mères à génisses, mères à taureaux, ...). Disposant maintenant de l'évaluation Iboval, des indices de sélection des reproductrices sont en cours d'élaboration. D'autres qualités d'élevage sont à mieux prendre en compte via les contrôles en ferme (fertilité, longévité, capacité d'ingestion des vaches, viabilité des veaux), mais les programmes raciaux de sélection n'ont pas encore pu les intégrer.

**Tableau 1**  
**Objectifs de sélection des taureaux**  
**de races à viande**

Étape de tri (1)	Type de l'objectif (2)	Caractère (3)	Races Spécialisées			Races Mixtes		Races Rustiques		
			Charolaise	Limousine	Blonde d'Aquitaine	Maine Anjou	Parthenaise	Salers	Aubrac	Gasconne
ferme sevrage	technique	PA	100	100	100	100	100	100	100	100
		DM	100	80	100	80	100	80	80	80
		DS	85	100	100	100	80	100	100	100
		PN	-50	-50	-50	-50	-50			
		AF						100	100	100
CE à 13 mois	technique	PA	100	100	100	100	150	100	150	
		DM	100	80	100		100	70	70	
		DS	50	100	50		80	100	90	
		PN	-50	-50			-50			
		AR						100	100	100
CI à 16 mois	technique	PA	100	100	100	100				
		DM	100	60	100	60				
		DS	50	60	50	60				
		EA	100	100	75	100				
								30	30	40
CD.JB	économique	PAC	0,75	0,75	0,75					
		CFC	0,25	0,25	0,25					
CD.VB	économique	PAC		0,42	0,31					
		CFC		0,28	0,38					
		COU		0,30	0,31					
CD.QM	empirique	Morp.	0,30	0,20	0,25					
		Fertil.	0,21	0,40	0,27					
		FVel.	0,28	0,15	0,20					
		Lait	0,21	0,25	0,27					

(1) *Étapes de sélection.* CE : centre d'évaluation des taureaux de monte naturelle ; CI : station de contrôle individuel des taureaux d'insémination artificielle ; CD.AB : contrôle de descendance des aptitudes bouchères sur une production de jeunes bovins ; CD.VB : contrôle de descendance des aptitudes bouchères sur une production de veaux de boucherie ; CD.QM : contrôle de descendance en station sur les qualités maternelles.

(2) *Signification des chiffres selon les types d'objectif :* **technique** : coefficients de proportionnalité désirés entre progrès génétiques (ou % de limitation de la réponse indirecte sur le poids à la naissance). **économique** : pondérations économiques calculées à partir de la recette marginale par amélioration d'une unité physique du caractère. **empirique** : coefficients de l'indice de sélection établi *a posteriori* à partir des réponses à la sélection observées.

(3) *Caractères.* PA : poids vif à âge type ; PAC : poids de carcasse à âge type ; PN : poids à la naissance ; DM : développement musculaire ; DS : développement squelettique ; EA : efficacité alimentaire ; CFC : conformation de la carcasse ; COU : couleur de la viande ; Morp. : poids et conformation à 18 mois ; Fertil. : précocité sexuelle, % de gestations, viabilité des veaux ; FVel. : facilités de vêlage à 2 ans ; Lait : croissance des veaux et production laitière.

Depuis les années 1990, compte tenu de la complexité croissante des programmes de sélection et des réflexions sur les

orientations raciales, une approche globale plus rationnelle des objectifs de sélection s'imposait. Un premier modèle bio-économique de détermination d'un objectif racial de sélection a été établi en 1996 par l'INRA en collaboration avec l'UPRA "France Limousin Sélection", l'Institut de l'Élevage et les ingénieurs des Chambres d'Agriculture qui assurent le suivi technico-économique d'un réseau d'élevages de la région Limousine. Ce modèle (Phocas et al, 1997) permet de considérer la majeure partie des caractères d'intérêt économique en race Limousine, même si la modélisation des répercussions biologiques et économiques de variations du niveau de performance pour certains caractères (qualités de la carcasse, qualités maternelles...) doit encore être améliorée. Les résultats établis à partir de données 1994 et d'études de sensibilité à des variations du contexte technico-économique (taux de renouvellement, valeur nutritive des fourrages, prix des aliments, prix de la viande, ...) montrent qu'un poids économique majeur est attribué aux "qualités d'élevage" (notamment à l'aptitude laitière et à la fertilité de la vache) par rapport aux "aptitudes bouchères" (croissance, qualités de la carcasse) dans un tel objectif. Par rapport à la croissance, le poids relatif des qualités d'élevage et des qualités de la carcasse et de la viande ne peut que s'accroître dans le contexte actuel d'extensification et de réduction des disponibilités et des coûts imposé à la production de viande bovine.

### 2.3. OVINS ALLAITANTS

La production de viande ovine en France est réalisée à partir de 7,9 millions de brebis dont 5,7 sont conduites en système allaitant par 115 000 éleveurs. Les systèmes d'élevage rencontrés sont très diversifiés et les races utilisées variées. Si plus de 40 races sont recensées, seulement quinze ont un effectif dépassant 40 000 brebis, correspondant à trois grands types d'animaux eu égard à leurs aptitudes et à leur mode d'exploitation (Ménissier et Bouix, 1992) : (a) les races "locales ou rustiques", surtout localisées dans le sud de la France et généralement attachées à un terroir ; (b) les races "bouchères spécialisées", originaires de la moitié nord de la France et ayant été sélectionnées dans des systèmes céréaliers (races de bergerie) ou dans des systèmes herbagers (races d'herbage) ; (c) les populations de brebis issues de croisements entre deux races allaitantes (race bouchère par race rustique ou races bouchères entre elles). Cette diversité de races et donc d'aptitudes et de localisations géographiques est un atout important dans un contexte de production nationale quantitativement déficitaire et de marchés européens et mondiaux fluctuants. L'espèce ovine est à la fois adaptée à l'exploitation des zones difficiles (plutôt en système extensif) et d'herbage en plaine (plutôt en système intensif), tout en conservant l'image d'un produit de qualité associé à un terroir. Elle a donc un rôle important à jouer en matière d'utilisation de l'espace, en particulier dans les zones défavorisées en accord avec les politiques de gestion du territoire. La démarche génétique visant à exploiter et améliorer les aptitudes des différentes races n'en revêt que plus d'importance. Le choix des races ou de leurs croisements, ainsi que de l'orientation de leur sélection, devra donc satisfaire au mieux les besoins des éleveurs, des transformateurs et des consommateurs, ainsi que les contraintes à plus grande échelle (politique de marché, de gestion des territoires, ...).

Ainsi, formaliser des objectifs de sélection satisfaisant toutes ces exigences parfois difficiles à concilier, relève encore pour une bonne part de travaux à développer. La démarche oblige à

considérer que l'animal doit d'abord être adapté aux conditions d'élevage auxquelles il sera soumis ; c'est à dire être capable, pour les femelles en particulier, de se reproduire régulièrement aux époques choisies et d'assurer la survie et le développement d'un nombre d'agneaux le plus élevé possible et, pour les agneaux, d'avoir de bonnes aptitudes bouchères, tant en termes de quantité et de qualité qu'en termes de coûts d'élevage. Cette description à grands traits de la situation montre les différentes orientations de la sélection des ovins, jeunes et adultes, producteurs de viande. Les notions de capacité d'adaptation, de productivité numérique, de croissance et de qualités bouchères sont omniprésentes. Les pondérations à accorder à ces différentes aptitudes varient selon le type de race et le mode d'exploitation. Pour les races locales et rustiques, exploitées en race pure ou en croisement, la sélection génétique porte en priorité sur les qualités d'élevage (capacité d'adaptation, valeur laitière, prolificité, désaisonnement, ...). Les " races bouchères ", exploitées à la fois pour produire en race pure des carcasses de qualité et pour fournir des béliers destinés au croisement terminal sur les races locales et rustiques, intègrent davantage de critères d'aptitudes bouchères lors de leur sélection. Les brebis de races rustiques, ainsi que celles des " races de pays " du Centre-Ouest et du Limousin, sont utilisées pour la production d'agneaux de qualité, notamment dans un contexte de marques et de labels. Le tableau 2 résume les systèmes de production rencontrés et les aptitudes importantes à considérer dans les objectifs de sélection. En ce qui concerne les aptitudes maternelles, des pondérations et/ou des seuils sont attribués à la prolificité et à la valeur laitière. Pour les aptitudes bouchères, des pondérations relatives sont accordées au gain moyen quotidien, à l'état d'engraissement et à la conformation. Ces pondérations sont utilisées de façon identique dans l'établissement des indices de sélection synthétiques lors des différentes étapes des programmes de sélection.

**Tableau 2**  
Systèmes de production de viande ovine  
et aptitudes à sélectionner

Caractéristiques	Races locales ou rustiques			Races « bouchères »		Races « de Pays »
	Haute montagne	Moyenne montagne	Parcours secs	Races d'herbage	Races de bergerie	
Lutte	Mai - Oct. (ratissage)	Aut. / Print. 3 agn./Zans	Aut. / Print.	Automne	Printemps	Système traditionnel proche des races d'herbage, évoluant vers celui de races de bergerie. Brebis issues de croisements entre races bouchères.
Système d'élevage	Alpage + Bergerie (hiver)	Prairies + Bergerie (hiver)	Parcours + cultures	Production fourragère intensive	Utilisation des céréales	
Production	Agneaux (25-35 kg, 4-6 mois) sont croisés	Agneaux (32-38 kg, 3-6 mois) parfois croisés.	Agneaux (34-38 kg, 4-6 mois) parfois croisés.	Agneaux (32-45 kg, 5-7 mois) non sevrés.	Agneaux (38-42 kg, 3-5 mois).	
Régions	Provence, Alpes, Pyrénées.	Massif Central.	Préalpes, Causses du Lot.	Ouest, Nord, Bourgogne.	Bassin Parisien, Est, Nord, Centre.	Centre-Ouest, Limousin.
Effectifs (10 <sup>3</sup> brebis)	500	1000	500	1500	500	2000
Nb de races (>40000 brebis)	2	3	2	6	2	
Format, Apt. Bouch.	-	- à +	- à +	+	+	+
Aptitudes recherchées (1)	Rust, Desa, Lait.	Desa, Prol, Lait.	Desa, Rust, Prol, Lait.	Prol, Lait, Abou.	Prol, Lait, Abou, Desa	Prol, Lait, Abou, Rust, Desa.
Objectifs, méthodes sélection	Lait et Prolificité : systèmes à seuils indépendants ou combinés. Testage sur descendance en ferme : environ la moitié des races.				Gestion de populations en croisement.	
	Rusticité, désaisonnement : sélection implicite par contrôle de performances dans le milieu de production, observation de reproducteurs nés en contre-saison (automne-hiver).			Aptitudes bouchères : Choix successifs en station de testage individuel ou sur descendance avec mêmes pondérations (2)		

(1) Rust : rusticité, Desa : désaisonnement, Lait : valeur laitière, Prol : prolificité, Abou : aptitudes bouchères. (2) Pondérations fréquentes : Croissance : 1, Etat d'engraissement : 1, Conformation : 1.  
D'après Ménissier et Bouix (1992) et G.Perret (communication personnelle).

### 3. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES OBJECTIFS DE SÉLECTION

Par essence même, le choix des objectifs de sélection agit sur l'évolution des aptitudes des races concernées. Actualiser les objectifs de sélection des ruminants allaitants est donc un enjeu déterminant pour l'avenir de l'élevage. Les perspectives raisonnables (Geay, 1996) consistent à maintenir la place de ces viandes parmi les produits carnés consommés en renforçant l'adaptation du produit aux exigences de la demande (quantité, qualité, coût, identification, typicité, ...) et à valoriser le rôle des troupeaux de ruminants allaitants comme outil rémunérateur de gestion, d'occupation et d'entretien du territoire. La rationalisation économique des objectifs de sélection devrait donc mieux intégrer à terme l'ensemble des caractères améliorables génétiquement et d'intérêt économique ou social pour toutes les races de ruminants allaitants. Une telle démarche implique une participation active de tous les partenaires des " filières viande " bovine et ovine. Outre la nécessité d'obtenir des informations technico-économiques adéquates pour paramétrer les modèles de détermination des objectifs de sélection, l'actualisation des objectifs de sélection des ruminants allaitants oblige à poursuivre la recherche et l'utilisation de nouvelles connaissances sur la biologie des aptitudes et le déterminisme des caractères, ainsi qu'à intégrer les scénarios plausibles d'évolution des systèmes de production et des filières face au contexte technico-économique et à la demande sociale.

#### 3.1. NOUVELLES CONNAISSANCES SUR LA BIOLOGIE ET LE DÉTERMINISME DES CARACTÈRES

Généralement, la plupart des objectifs de sélection ne prennent en compte que quelques caractères de nature synthétique ou influençant fortement une des aptitudes essentielles (prolificité, croissance musculaire, aptitude laitière, ...). Par contre, les recherches analytiques visant à explorer la diversité des caractères améliorables génétiquement, notamment en décomposant les aptitudes essentielles en caractères biologiques élémentaires (Bouix, 1992), doivent permettre une meilleure compréhension des mécanismes biologiques sous-jacents des caractères exprimés et de leurs interrelations. Ceci devrait déboucher sur la construction de " modèles biologiques " permettant, notamment en prenant en compte les antagonismes génétiques existants (aptitudes bouchères / qualités maternelles, ...), d'identifier les caractères les plus adéquats à inclure dans les objectifs et ceux à envisager comme critères de sélection. De la qualité et de la richesse de ces modélisations biologiques dépendra leur efficacité pour élaborer des objectifs de sélection pertinents face à la diversité des situations de production.

Ces analyses en composantes élémentaires, qui s'appuient sur les connaissances relatives à la physiologie des caractères, ont également pour objet d'identifier des " critères prédictifs " pour la sélection des aptitudes à améliorer. Les observations de physiologie de la reproduction ont incité, par exemple pour les ovins, à mesurer la variabilité génétique d'indicateurs tels que le taux d'ovulation ou des taux d'hormones circulantes (FSH, mélatonine, ...) ainsi que leurs corrélations avec les caractères de productivité numérique (prolificité, désaisonnement, ...). L'éventualité d'une héritabilité élevée de ces critères, a priori moins sujets aux multiples régulations qui stabilisent les caractères de production associés, est l'une des justifications de ces

travaux pouvant conduire à des applications concrètes. Les recherches conduites sur les qualités de la viande (Vigneron et al, 1986 ; Geay et Renand, 1994) en relation avec la variabilité des caractéristiques musculaires (Renand et al, 1995) relèvent d'une démarche semblable, à savoir la compréhension des mécanismes biologiques en cause pour appréhender l'objectif de sélection et rechercher des critères prédictifs pour sélectionner.

Dans cette même voie, la recherche de locus expliquant une part substantielle de la variabilité génétique pour des caractères particuliers est depuis ces dernières années l'une des orientations des généticiens. La démarche peut être orientée vers des "gènes candidats" tels que le gène Booroola (taux d'ovulation des ovins) ou celui de la myostatine (bovins culards). L'approche topographique systématique utilisant les cartes génétiques pour localiser des «QTL» (Quantitative Trait Locus) a commencé à donner des informations en bovins laitiers et porcins et devrait aboutir chez les ruminants allaitants dans les prochaines années. Ces démarches ouvrent la perspective d'une sélection assistée par marqueurs plus efficace notamment pour les caractères jusqu'ici difficiles à améliorer car peu héréditaires ou coûteux à mesurer : ainsi, avant leur mise en évaluation sur descendance pour estimer leur valeur génétique pour les "caractères primordiaux" (prolificité, croissance musculaire, ...) les mâles pourraient être choisis sur des marqueurs de gènes influençant des «caractères secondaires» comme par exemple la résistance aux maladies ou des caractères indésirables tels que le caractère culard en race bovine rustique par exemple.

Plus généralement, avec l'extensification et la diversification des systèmes d'élevage des ruminants allaitants, l'adaptation des animaux et de leur conduite à des conditions de milieu plus difficiles - autres que nutritionnelles - reste un domaine de recherche nécessaire et ouvert (Ménissier et Petit, 1991) : relations comportementales entre animal - troupeau - homme (manipulations et docilité chez les bovins : Boivin et al (1996), Sapa et al (1997) ; comportement maternel vis-à-vis des jeunes jusqu'au sevrage : Le Neindre et Poindron (1984) ; mécanismes de découverte, d'apprentissage et de mémorisation du milieu, etc ...), résistance aux maladies et plus particulièrement au parasitisme interne (Bouix, 1992 ; Bouix et al, 1992) et adaptation aux conditions (chocs) climatiques (Hocquette et al, 1992). Les connaissances acquises permettront d'incorporer l'adaptation au milieu, à la fois à sa juste place dans les objectifs de sélection et plus efficacement dans les indices de sélection.

### 3.2. GESTION DES POPULATIONS EN RAPPORT AVEC L'ÉCONOMIE DES FILIÈRES

Une autre difficulté à contourner pour définir correctement les objectifs de sélection des ruminants allaitants est inhérente à la multiplicité des partenaires impliqués dans les filières "viande" qui engendre des contradictions parfois fortes entre les intérêts économiques des différents acteurs de ces filières. A titre d'exemple, les industriels de la transformation vont privilégier le rendement de la carcasse associé au développement musculaire, les consommateurs les qualités organoleptiques, hygiéniques et diététiques de la viande, les producteurs une valeur commerciale des carcasses rémunératrice de l'ensemble de leurs activités d'élevage, et les aménageurs une conduite d'élevage respectueuse de l'environnement. Ces divergences entre acteurs sont renforcées par les

incertitudes, notamment en période de crise (Geay, 1996), quant aux évolutions des filières. A l'inverse, l'objectif de sélection appliqué dans une race à l'instant actuel ne peut être que global vis-à-vis de ces différentes demandes et intéresse la procréation des prochaines générations donc correspond aux besoins à terme ; d'où le fréquent quiproquo qui laisse aux seuls généticiens le soin de préciser ces besoins. Autour de cette trajectoire générale pour une race, des choix opportunistes sont forcément effectués par les différents acteurs pour répondre à des besoins particuliers ou des "niches" de production : animaux de boucherie moins gras ou plus conformés, aptitude à l'allaitement plus marquée, type morphologique ou indicateur spécifique d'adaptation à un milieu, par exemple. Même s'il s'agit davantage d'une valorisation immédiate de la diversité raciale résultant de la sélection antérieure et/ou si ces choix n'apparaissent pas nécessairement incompatibles entre eux, la multiplication d'objectifs de sélection particuliers risque de nuire à l'efficacité globale de la sélection d'une race. Face à ces interrogations et à "l'inertie" de la sélection, l'exploitation de la diversité raciale existante par des systèmes de croisement représente, en théorie, une des voies optimales pour gérer au mieux ces divergences entre acteurs de la sélection et entre aptitudes recherchées, ainsi que pour répondre à tout changement rapide des conditions d'élevage ou de demande du marché. Malgré des avantages biologiques certains (complémentarité, hétérosis, ...), cette voie est sous-utilisée en France, notamment chez les bovins. Les contraintes commerciales, techniques et sanitaires liées à la gestion, entre et intra troupeaux, du renouvellement des femelles de reproduction représentent une forte limitation avec nos structures d'élevages. Dans l'espèce ovine, on assiste à un développement de divers systèmes de croisement. Quoi qu'il en soit, la pratique du croisement n'est pas incompatible avec la sélection des races utilisées ; au contraire, elle constitue une incitation à la spécialisation des types de races pour des objectifs mieux définis et plus faciles à atteindre.

### 3.3. ÉVOLUTION POUR MIEUX RÉPONDRE AUX EXIGENCES DE LA DEMANDE SOCIALE

En raison de leurs caractéristiques biologiques de "mangeurs d'herbe et producteurs de viande rouge" (Ménissier et Bouix, 1992), les ruminants allaitants représentent une réponse efficace et adaptée aux exigences nouvelles de la société et plus spécifiquement à celles relatives aux qualités de la viande, à la préservation de l'environnement et à l'image de l'activité d'élevage.

Ainsi, les études sur les facteurs de variation des qualités de la viande bovine et ovine prennent une importance justifiée par l'impact croissant de ces qualités sur la demande exprimée vers les filières. Il est d'ores et déjà possible de quantifier l'importance de certains modes d'élevage et d'estimer la variabilité génétique de caractéristiques musculaires et de qualités organoleptiques qui en dépendent (Vigneron et al, 1986 ; Geay et Renand, 1994). Il semble exister une variabilité génétique non négligeable de ces qualités. Des travaux sont en cours dans les deux espèces pour conforter ces résultats avant d'envisager leur éventuelle intégration dans des programmes de sélection. Ce domaine devient primordial à la fois en raison de la demande des consommateurs et des risques de dégradation associés aux objectifs d'accroissement de la croissance musculaire. Cette situation illustre les contradictions pouvant exister entre les diverses exigences des consommateurs puisqu'une

autre de leurs demandes est la réduction de l'état d'engraissement, qui correspond notamment à l'amélioration de la croissance musculaire.

Parallèlement à ces exigences, se manifeste une demande sociale de maintien d'un espace rural et d'une activité humaine notamment dans les zones qualifiées de défavorisées dans le contexte actuel d'une agriculture plus productive au sens marchand du terme. Dans beaucoup de cas, cela correspond à une demande de maintien ou de développement de formes plus extensives d'élevage de ruminants allaitants. Par ailleurs, les consommateurs attachent de plus en plus de prix à l'image des conditions d'élaboration du produit qu'ils achètent, en rapport avec ce type d'environnement, avec la volonté de voir se maintenir une certaine " culture rurale " associée à une production " naturelle " en opposition à une production dite " industrielle ", et avec le désir de bien-être pour les animaux d'élevage.

Reste alors à concilier ces diverses demandes avec une production rémunératrice pour l'éleveur et globalement bénéfique pour la collectivité aussi bien en termes d'économie que de social et d'environnement. Pour la sélection, cela revient à associer aux qualités de production des qualités d'adaptation permettant aux animaux de produire de façon adéquate dans des milieux contraignants et selon un mode de vie jugé " éthiquement correct ", dans un cadre " naturel ", favorisant les relations " mères-jeunes " et " homme-animal-troupeau-milieu ". Faute de disposer aujourd'hui de tous les éléments objectifs nécessaires, les stratégies génétiques privilégient les races locales et leur croisement dans de tels milieux, ainsi qu'une sélection basée sur des contrôles de performances exprimées dans ces conditions et donc censée prendre en compte implicitement l'adaptation aux contraintes rencontrées (Bouix, 1992).

## CONCLUSION

Les enjeux de la gestion des populations de ruminants allaitants concernent tant le domaine marchand (de la production à la consommation), que l'aménagement du territoire et la perception de l'élevage par la société (bien-être de l'animal, natu-

ralité de la production). La crise actuelle de la viande bovine montre que ces aspects non marchands peuvent remettre en cause l'existence même de l'élevage. En raison de cette complexité croissante des enjeux, des systèmes de production et des programmes de sélection des ruminants allaitants, il devient impossible aux seuls responsables de la sélection de juger de l'importance économique relative à accorder aux caractères soumis à sélection en vue de matérialiser, en terme d'objectifs de sélection, leurs stratégies. 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 la demande sociale.

Ainsi, pour maîtriser ce domaine primordial qu'est la détermination des objectifs de sélection des ruminants allaitants, il y aurait lieu de :

a) développer une démarche scientifique interdisciplinaire pour modéliser les relations biologiques entre les caractères améliorables génétiquement et évaluer l'importance relative à leur accorder en fonction de l'évolution des contextes technique, économique et social : une telle approche nécessite l'acquisition de connaissances sur les mécanismes biologiques fins des aptitudes recherchées et des génomes impliqués, sur l'expression des aptitudes zootechniques en milieux avec contraintes et sur les caractères non marchands requis par une valorisation propre à l'environnement. L'inclusion de ces derniers dépendra de l'intégration des notions de coût et recette écologiques dans notre société.

b) mettre en oeuvre un observatoire assurant le recueil des données nécessaires pour paramétrer les modèles bio-économiques établis et déclencher des procédures d'actualisation des objectifs de sélection via des indicateurs d'évolutions technico-économiques : un tel observatoire pourrait être une des finalités des " Réseaux d'Elevage " ou de groupes d'études des systèmes de production. Cette approche serait facilitée par l'accroissement du nombre des élevages suivis conjointement par ces réseaux et par les organismes de contrôle des performances.

## RÉFÉRENCES

- BOIVIN X., GAREL J.P., LE NEINDRE P., 1996. Renc. Rech. Ruminants, 3, 245-248.
- BOUIX J., 1992. INRA Prod. Anim., hors série, 179-184.
- BOUIX J., GRUNER L., VU TIEN KHANG J., LUFFAU G., YVORE P., 1992. Bulletin des GTV, 5, 91-99.
- CHATELLIER V., COLSON F., ARNAUD F., GUESDON J.C., KEMPF M., LEGENDRE J., PERROT C., 1997. INRA Prod. Anim., 10, 227-240.
- ELSEN J.M., 1977. Ann. Génét. Sél. Anim., 9, 73-85.
- ELSEN J.M., BIBE B., LANDAIS E., RICORDEAU G., 1986. 3<sup>rd</sup> World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Lincoln USA, vol 12, 321-327.
- FOULLEY J.L., ROUVIER R., 1971. Ann. Génét. Sél. Anim., 3, 497-507.
- GEAY Y., 1996. INRA Prod. Anim., 10, 176-184.
- GEAY Y., RENAND G., 1994. Renc. Rech. Ruminants, 1, 177-182.
- GIBSON J.P., KENNEDY B.W., 1990. Theor. Appl. Genet., 80, 801-805.
- HOCQUETTE J.F., VERMOREL M., BOUIX J., 1992. Genet. Sel. Evol., 24, 147-169.
- LE NEINDRE P., POINDRON P., 1984. In R. JARRIGE (éd.), Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme, INRA Paris, 61-79.
- MENISSIER F., BOUIX J., 1992. INRA Prod. Anim., hors série, 11-23.
- MENISSIER F., JOURNAUX L., LALOË D., REHBEN E., LECOMTE C., BOULESTEIX I., SAPA J., 1996. Renc. Rech. Ruminants 1996, 3, 321-324.
- MENISSIER F., PETIT M., 1991. In Comm. Rech. Bov. INRA " Quelles recherches pour quel élevage ? ", note, 20 p.
- OLLIVIER L., 1981. Eléments de génétique quantitative. Masson, Paris, 152 pp.
- PHOCAS F., BLOCH C., CHAPELLE P., BECHEREL F., RENAND G., MENISSIER F., 1997. Livest. Prod. Sci., soumis pour publication.
- POIVEY J.P., TIPHINE L., BERNY F., JULLIEN E., 1995. Renc. Rech. Ruminants, 2, 453-456.
- POUTOUS M., VISSAC B., 1962. Ann. Zootech., 11, 233-256.
- RENAND G., JURIE C., ROBELIN J., PICARD B., GEAY Y., MENISSIER F., 1995. Genet. Sel. Evol., 27, 287-298.
- SAPA J., TRILLAT G., LONGY G., LE NEINDRE P., MENISSIER F., 1997. Renc. Rech. Ruminants, 4, (cette publication).
- VIGNERON P., PRUD'HON M., TOURAILLE C., VALIN C., BOUIX J., BIBE B., 1986. 11<sup>ème</sup> journées Rech. ovine et caprine, ITOVIC, Paris, 1985, 49-73.