

Définition de l'objectif de sélection dans les races bovines laitières

J.J. COLLEAU, D. REGALDO
INRA DGA SGQA, 78352 Jouy en Josas cedex
Institut de L'Elevage DGICP, 75595 Paris cedex 12

RESUME – On décrit l'approche adoptée pour redéfinir à partir de juin 2001 les index de synthèse utilisés pour la sélection des races laitières en France. Celle-ci a pour objectif de quantifier séparément l'incidence de chaque caractère génétique considéré sur un critère d'efficacité économique global défini au niveau du troupeau : le rapport *marge nette hors travail/coût total hors travail*. Elle a pour effet de réintroduire la production de matière grasse dans l'INEL (Index économique laitier) et surtout de justifier un poids conséquent dans l'ISU (Index de synthèse UPRA) pour trois caractères fonctionnels (numération cellulaire, fertilité et longévité fonctionnelle). Les critères de morphologie sont maintenus mais avec un poids nettement diminué. L'utilisation des ces index devrait supprimer l'ensemble des évolutions génétiques défavorables liées aux anciens index de synthèse et améliorer notablement l'efficacité économique de la sélection.

Setting up the breeding goal of French dairy breeds

J.J. COLLEAU, D. REGALDO
INRA DGA SGQA, 78352 Jouy en Josas cedex
Institut de L'Elevage DGICP, 75595 Paris cedex 12

SUMMARY- This paper describes the methodological approach followed for constructing the new synthetic indices, used within French dairy breeds since June 2001. Its purpose is to quantify the separate impact of each genetic trait upon the overall economical farm efficiency defined by the ratio *labour-free income over labour-free cost*. It restores some emphasis to fat yield within INEL (acronym for INdex Economique Laitier) the total dairy index, and most of all shows that a substantial weight within ISU (acronym for Index de Synthèse UPRA), the overall index, should be given to three functional traits (somatic cell counts, fertility and functional longevity). Type traits are still included in the overall objective but with a lower weight. Using these new indices is expected to remove all the unfavourable genetic trends incurred with the old ones and to improve the economic efficiency of selection.

INTRODUCTION

Jusqu'à une date très récente, la sélection des races bovines laitières en France s'effectuait sur deux grandes familles de caractères : d'une part les caractères laitiers synthétisés en un INDEX de valeur Economique Laitière (INEL), d'autre part une série de caractères de morphologie, sans lien direct clair avec l'efficacité économique. L'Index de Synthèse Upra (ISU) pondérait alors les deux sources d'information. Les grands absents étaient évidemment les caractères fonctionnels qui, à l'instar de la morphologie, concernent l'adaptabilité de l'animal mais la quantifient avec des critères en prise directe sur l'économie.

L'information correspondante existant dans les troupeaux contrôlés a été progressivement prise en charge dans l'indexation nationale et quatre index nouveaux ont vu le jour : longévité fonctionnelle (c'est à dire non liée au niveau laitier) et numération cellulaire (1997), fertilité (1998), difficultés de naissance et de vêlage (2000). Les détails peuvent être trouvés dans les compte-rendus des précédentes journées des 3R (Ducrocq, 1997 ; Rupp et Boichard, 1997 ; Boichard *et al*, 1998 ; Ducrocq et Mathevon, 2000). Une valorisation optimale de cette nouvelle information par les créateurs de progrès génétique au sein des programmes de sélection et par les utilisateurs de cette génétique, exige qu'on puisse proposer de nouveaux index de synthèse ISU, intégrant explicitement les index fonctionnels. La présente communication résume la démarche, commencée début 2000, qui a abouti en juin 2001 à la redéfinition officielle de l'INEL et de l'ISU dans les races bovines laitières. L'accent est mis sur la méthodologie utilisée de manière à faire comprendre l'origine, quelquefois complexe, des coefficients de pondération adoptés. Les responsables de la sélection dans les races Holstein, Montbéliarde et Normande ont été associés et ont pris les décisions ou choix finaux au sein des Upra. Les orientations envisagées ont été également discutées avec des représentants de la filière 'lait' : FNPL, FNCL, FNIL, ONILAIT.

1. METHODOLOGIE GENERALE

1.1. PERSPECTIVE ET CRITÈRE ÉCONOMIQUE

La perspective économique adoptée lors de la redéfinition de l'INEL en 1993 (Colleau *et al*, 1994) était la prise en considération du quota 'lait' modulé par les variations du taux butyreux par rapport à la référence, situation résumée par l'expression 'quota matière grasse'. Dans ce cadre, la pondération des composantes laitières était reliée à leur influence sur la marge nette au niveau d'un troupeau, mais sous la contrainte quota, qui peut entraîner des modulations d'effectif. La redéfinition de l'objectif global de sélection n'aura un impact économique qu'après 2005 et surtout 2008 (à cause du long intervalle de génération chez les bovins) alors que l'UE n'a pas encore établi de façon ferme les règlements du marché agricole qui prévaudront à cette époque. Après discussion générale, l'approche 'quota matière grasse par exploitation' n'a pas été maintenue. On a par ailleurs choisi de considérer non plus la marge nette (HTR c'est à dire hors travail, précisément pour chiffrer la rémunération du travail) mais la rentabilité des coûts correspondants c'est à dire le rapport :

$$\text{marge nette HTR/coût total HTR}$$

Il convient de se représenter la signification d'un tel critère pour la sélection. En effet, on peut montrer analytiquement que les pondérations économiques affectées à chaque caractère sont alors les mêmes qu'on aurait eues en posant en quelque sorte un quota 'coût total' au niveau de l'exploitation. Il n'a pas, bien sûr, d'existence légale mais correspond au potentiel d'investissement de l'éleveur, qui est toujours limitant.

1.2. MODÉLISATION DE LA CARRIÈRE DANS UN TROUPEAU

Il s'agit essentiellement de modéliser la carrière d'une femelle reproductrice et de ses descendants immédiats. En 1993, il ne s'agissait que de la production laitière par lactation. On s'appuie alors sur des données provenant de fermes choisies par les Upra parmi celles des Réseaux

d'Élevage : 6, 4, 3 cas-types pour les races Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement.

On découpe chaque troupeau en classes d'âge (veaux de 8 jours, génisses en élevage, vaches de différents âges, vaches de réforme, voire bœufs et taurillons), chacune étant caractérisée par un effectif, des recettes (lait, viande, génisses d'élevage), des coûts de structure ou opérationnels (alimentaires notamment). Les besoins alimentaires en énergie ont été calculés en fonction du poids supposé. Ainsi, la méthodologie des Réseaux d'Élevage permettant de connaître les apports de fourrages et concentrés, on estime par différence la contribution de l'herbe pâturée. Par ailleurs, on dispose des rendements en UF par ha et des coûts par UF des fourrages conservés et de l'herbe pâturée, ainsi que du prix de l'UF de concentré. Les autres coûts opérationnels (frais vétérinaires, d'insémination et de contrôle laitier, autres frais délevage), sont partagés entre les différentes catégories d'animaux. Si nécessaire, les charges de structure sont partagées entre les cultures de vente et les productions animales : elles incluent l'amortissement du matériel et des bâtiments ainsi que les frais financiers. Les charges de structure animales affectées aux génisses, bœufs ou taurillons sont évaluées forfaitairement et celles affectées aux vaches s'en déduisent par différence.

On ne tient pas compte de la démographie observée dans ces troupeaux, peu informative, et on lui substitue la démographie moyenne nationale au sein de chaque race . Celle-ci est obtenue à partir des calculs intermédiaires aboutissant à l'indexation 'longévité fonctionnelle' (LGF). Il convient de signaler qu'elle intègre totalement les pratiques de réforme des éleveurs telles qu'elles sont, optimales ou pas, et que les pondérations économiques sont donc calculées dans ce contexte. Par ailleurs, le prix de vente (d'achat) des génisses amouillantes est un prix d'opportunité calculé de telle façon que l'efficacité économique par unité de temps entre la naissance et la vente soit la même que pendant la vie productive.

1.3. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE D'UN CARACTÈRE.

Les caractères zootechniques couplés au modèle économique ont été au nombre de 7. En production laitière, on a considéré la quantité de matière grasse (MG), la quantité de matière protéique (MP) et le 'vecteur' non utile (Lait-MG-MP). Les caractères fonctionnels sont en notation abrégée *Cel* (numération cellulaire), *Fer*

(Fertilité), *LGF* (longévité fonctionnelle). A noter que le caractère LGF, comme dans l'indexation du même nom, n'est pas en fait une longévité mais une variable sous-jacente qui commande la longévité au travers d'un risque instantané de réforme. Par ailleurs, le poids adulte noté *Fmt* (comme format) a été introduit bien qu'il ne soit pas directement indexé.

Une variation pour un seul de ces caractères peut avoir une action sur un ou plusieurs compartiments du troupeau (cf plus loin) et donc engendrer une variation du critère économique global. Le poids économique d'un caractère est la limite du rapport de cette dernière à une petite variation du caractère.

En pratique, on part d'un troupeau avec ses niveaux génétiques initiaux pour les 7 caractères et on introduit ensuite dans le troupeau une génisse qui y effectue une carrière complète (ce qui modifie les effectifs restants s'il y a une contrainte). Cette génisse est de niveau variable pour un seul des 7 caractères (distribution normale autour d'une moyenne) . La modification génétique sur laquelle on s'appuie pour chiffrer l'impact économique du caractère en question est l'écart 'moyenne génisse - moyenne troupeau'. Les critères économiques globaux sont en général des fonctions compliquées et non linéaires des variables élémentaires. C'est pourquoi, il faut considérer toute la plage de variation génétique pour le caractère en question et non la seule moyenne.

1.4. SPÉCIFICITÉS DES PONDÉRATIONS SUIVANT LES CARACTÈRES

La longévité fonctionnelle est un caractère d'importance économique majeure. En effet, l'allongement de la carrière d'une femelle a deux effets positifs : il permet d'alléger l'amortissement des charges de la phase élevage et de bénéficier d'une

proportion plus importante de lactations adultes. Ces deux effets sont toutefois tempérés s'il y a une contrainte globale au niveau du troupeau, comme la contrainte de coût total constant : l'allongement de la carrière amène alors à réviser à la baisse les effectifs annuels rentrant en première lactation.

Cependant, les réformes étant progressives, la longévité fonctionnelle est un caractère d'expression tardive, ce qui est gênant pour la sélection. C'est pourquoi, il est préférable de reporter une partie du poids économique de la longévité sur un certain nombre de caractères qui lui sont liés et qui s'expriment rapidement. La réaffectation s'effectue en fonction directe de cette liaison génétique.

Caractères laitiers

Le poids économique attribuable aux caractères laitiers a une double origine. L'effet direct de ces variables est de modifier l'efficacité de chaque lactation, au travers des recettes et coûts par lactation et leur effet indirect est de modifier la longévité (il s'agit alors d'une longévité non fonctionnelle). Les facteurs de correction de la longévité pour les classes de niveau laitier, trouvés lors de l'indexation LGF, montrent bien que la durée de vie s'allonge (de manière non linéaire) avec le niveau laitier.

Pour déterminer le poids économique total des variables laitiers, la génisse fictive introduite varie donc non seulement pour celles-ci mais aussi pour le profil moyen de carrière correspondant (établi d'après les facteurs de correction de l'indexation LGF).

Cel (numération cellulaire)

Le poids économique a ici une triple origine. Cette variable a un effet direct sur le prix du lait au travers d'un barème de pénalités (on a pris celui de Basse-Normandie). Par ailleurs, la corrélation génétique de l'ordre de 0.4 indique que les vaches à numération plus élevée sont réformées plus vite, très probablement parce qu'elles sont davantage atteintes par les mammites cliniques. En effet, il existe une corrélation génétique très forte (0.70) entre la numération cellulaire et la propension aux mammites cliniques. Ce qui veut dire aussi que la variable va contrôler une partie des coûts.

Pour déterminer le poids économique total de la variable, la génisse fictive introduite voit donc son niveau génétique pour *Cel* s'exprimer simultanément au travers des pénalités laitiers, du profil moyen de carrière et du nombre de traitements contre les mammites.

Vu que l'index publié change le signe de la variable pour que les index positifs soient en réalité favorables, on fait de même *in fine* pour le poids économique.

Fer (Fertilité)

Le poids économique a aussi une triple origine. Cette variable a un effet direct sur les frais d'insémination en vue d'une gestation. Le premier effet indirect s'exerce au travers des courbes de survie puisqu'il existe une corrélation de 0.4 avec LGF. Le second effet indirect s'exerce par le biais de l'intervalle entre vêlages. Toutes choses étant égales par ailleurs, on considère que l'allongement de l'intervalle entre vêlages alourdit l'incidence des charges fixes en comparaison à une référence annuelle.

Pour déterminer le poids économique total de la variable, la génisse fictive introduite varie donc simultanément pour le profil moyen de carrière, pour le nombre d'IA par gestation et l'intervalle entre vêlages.

LGF (Longévité fonctionnelle)

Le poids économique doit être évalué en raisonnant à niveaux constants des variables laitiers, de *Cell* et de *Fer*.

C'est donc une fraction du poids économique total de LGF, qui est calculé en introduisant une génisse fictive ne variant que par LGF. Cette fraction est la par de la variabilité génétique de LGF qui n'est pas expliquée par les deux variables *Cel* et *Fer*.

Fmt (Format)

Le format agit directement sur le produit 'viande' du troupeau (veaux de 8 jours et vaches de réforme) et sur les besoins alimentaires d'entretien (et de croissance dans le jeune âge).

2 RESULTATS DU MODELE

Pour la simplicité, nous ne montrons qu'une partie des résultats obtenus : ceux avec la contrainte de coût constant et une réduction de 15% du prix du lait et de 20% du prix de la viande, puisque ces réductions sont en projet.

Le résultats du tableau 1 montrent les valeurs économiques trouvées pour les variables laitiers. Les valeurs un peu plus fortes de la race Montbéliarde tiennent au meilleur système de paiement de la matière protéique et à une liaison plus forte entre production laitière et longévité.

Tableau 1
Valeur économique de composants laitiers

	MP (F/kg)	MG (F/kg)	Vecteur (F/kg)	INEL (F/ σ_g)
Holstein	30.3 à 37.6	10.7 à 15.7	-0.20 à -0.02	704 à 934
Montbéliarde	35.0 à 37.0	10.1 à 14.2	-0.27 à 0.03	1070 à 1295
Normande	30.3 à 31.1	9.5 à 12.1	-0.09 à 0.00	714 à 846

σ_g = écart-type génétique

Comme on pouvait s'y attendre, après l'abandon de la contrainte de quota MG, la quantité de matière grasse retrouve un certain intérêt économique. Au tableau 2, les mêmes poids sont exprimés d'une autre manière : ils sont rapportés à ceux de la MP et le poids négatif du vecteur est transformé en poids positif pour le TP. Le poids relatif de la MG est alors partout de 0.3-0.4 (au lieu de 0 dans l'INEL 1993) et le poids du TP est faible, nettement plus petit que la valeur 3 considérée dans l'INEL 1993.

Tableau 2
Pondération de la MG et du TP dans l'INEL optimal

	MP (kg)	MG (kg)	TP (g/Kg)
Holstein	1	0.34 à 0.42	0.1 à 1.7
Montbéliarde	1	0.29 à 0.42	-0.2 à 1.8
Normande	1	0.31 à 0.39	0.0 à 0.4

Le tableau 3 montre les valeurs économiques des caractères non laitiers non par unité de base mais par unité d'écart-type génétique, ce qui permet de les comparer plus facilement. C'est d'ailleurs l'unité choisie pour la publication des index correspondants.

Tableau 3
Valeur économique des caractères fonctionnels (en F/ σ_g)

	Cel	Fer	LGF	Fmt
Holstein	117 à 199	178 à 253	110 à 203	18 à 85
Montbéliarde	241 à 303	266 à 346	291 à 366	-11 à -27
Normande	148 à 175	169 à 180	122 à 148	0 à 34

Les variations entre races et entre cas-types intra race sont quelquefois substantielles. Cependant, du point de vue de la sélection, le classement des reproducteurs n'est influencé que par les rapports de poids. Le tableau 4 montre les poids rap-

portés à celui de l'écart-type génétique de la combinaison laitière (INEL 'local') trouvée plus haut.

Tableau 4
Pondérations relatives de l'ISU optimal

	Cel	Fer	LGF	Fmt
Holstein	0.17 à 0.23	0.25 à 0.30	0.16 à 0.23	0.02 à 0.09
Montbéliarde	0.23 à 0.26	0.27 à 0.30	0.28 à 0.31	-0.02 à 0
Normande	0.20 à 0.21	0.21 à 0.25	0.16 à 0.18	-0.02 à 0.05

On note que le poids de chaque caractère fonctionnel est assez comparable, voisin de la zone 0.20-0.25, et que le poids du format est pratiquement nul. Les variations interraciales sont assez faibles. Dans toutes les races, on a intérêt à améliorer les caractères fonctionnels, même si leur niveau génétique moyen est très différent.

3 OBJECTIF DEFINITIF

La synthèse morphologique (définie par chaque Upra) a été introduite explicitement dans l'objectif : ce qui revient à reconnaître qu'elle est en relation avec la pénibilité du travail (notamment en salle de traite), indépendamment du temps de travail (non considéré, cf plus haut). De ce fait, les poids ont été ajustés de telle manière que les réponses en morphologie après utilisation du nouvel ISU soient voisines des réponses actuelles.

Par ailleurs, les valeurs du modèle ont été infléchies légèrement en fonction des réponses désirées à la sélection.

L'INEL 2001 a été configuré de manière à avoir une légère réponse positive sur les deux taux. Une dégradation n'aurait pas été souhaitable mais l'industrie laitière ne pense pas pouvoir valoriser une augmentation de la concentration du lait. L'INEL 2001 est donc proportionnel à MP + 0.2 MG + 0.5 TB + 1 TP. En race Holstein et Montbéliarde, les poids des fonctionnels dans l'ISU (tableau 5) sont ceux du modèle après simplification. En race Normande, on a préféré privilégier *Cel* et réduire l'effort sur LGF, vu les réponses déjà observées.

Tableau 5
Pondérations relatives de l'ISU 2001

	INEL 2001	Cel	Fer	LGF	MO
Holstein	1 50%	0.25 12.5%	0.25 12.5%	0.25 12.5%	0.25 12.5%
Montbéliarde	1 50%	0.25 12.5%	0.25 12.5%	0.25 12.5%	0.25 12.5%
Normande	1 51%	0.25 13%	0.20 10%	0.15 8%	0.35 18%

On note l'inflexion majeure: les variables laitières ne pèsent plus que pour 50% au lieu de 59% à 70% précédemment. Le poids de la morphologie baisse de moitié: il est de 12% à 18% au lieu de 25% à 35% (sans dommage notable pour les réponses correspondantes, en raison de liaisons génétiques substantielles entre certains postes de morphologie et les caractères fonctionnels).

4 REPONSES GENETIQUES ATTENDUES

Le tableau 6 montre les conséquences de l'utilisation du nouvel ISU. On voit que l'introduction des caractères fonctionnels freine un peu le progrès génétique en production laitière et production de MP (sauf en race Normande). En revanche, le progrès génétique en MG augmente, ce qui est logique. Les

progrès génétiques sur les deux taux sont positifs mais faibles à modérés.

Tableau 6 Réponses à la sélection sur ISU
(2001 et 2000) : 10% supérieurs des taureaux nés de 1991 à 1994. Index 2001-3

	Holstein		Montbéliarde		Normande	
	2001	2000	2001	2000	2001	2000
Lait (Kg)	684	700	661	673	642	584
MG (Kg)	29.4	24.2	28.0	28.0	27.6	22.9
MP (Kg)	24.4	26.2	24.8	26.0	22.8	22.3
TB (%)	0.19	-0.40	0.23	0.17	-0.09	-0.43
TP (%)	0.33	0.49	0.37	0.46	0.16	0.40
<i>Cel</i> (σ_g)	0.39	-0.17	0.21	-0.19	0.30	0.01
<i>Fer</i> (σ_g)	0.01	-0.38	-0.02	-0.19	0	-0.23
LGF (σ_g)	0.41	0.25	0.26	0.05	0.61	0.51
MO (σ_g)	0.30	0.44	0.49	0.51	0.09	0.21

Dans toutes les races, la dégradation génétique en fertilité et cellules liée à l'ancien ISU disparaît pour faire place respectivement à un maintien et à une amélioration. En morphologie, les progrès génétiques antérieurs sont à peu près maintenus comme prévu. Finalement, le profil génétique des reproducteurs retenus par le nouvel ISU est beaucoup plus équilibré qu'avec l'ancien. Il faut ajouter qu'il correspond à une meilleure efficacité économique. Ainsi, pour le critère global défini au paragraphe 1, la supériorité du nouvel index varie de 15% (Normande) à 25% (Holstein, Montbéliarde).

Signalons que l'ISU 2001 du tableau 6 intégrait déjà des index élémentaires à méthodologie améliorée pour LGF, *Cel* et *Fer* selon la méthode présentée dans cette session même par Ducrocq et al (2001).

CONCLUSION

L'utilisation des nouveaux index, surtout le nouvel ISU, va remettre la sélection de nos races laitières dans un sens biologiquement et économiquement plus correct. Cependant, le réalisme impose à tous pour la suite, d'être toujours attentif d'une part à l'évolution du contexte économique et des règles de maîtrise de la production, d'autre part aux évolutions génétiques pour les postes importants. Les programmes de sélection sont complexes et coûteux : ils doivent être orientés correctement en permanence.

Boichard D., Barbat A., Briend M., 1998. Renc.Rech.Ruminants, 5, 103-106.

Colleau J.J., Regaldo D., Gastinel P.L., 1994. INRA Prod.Anim., 7, 151-167.

Colleau J.J., Mocquot J.C., Barillet F., Astruc J.M., Manfredi E., Piacere A., 1997. Renc.Rech.Ruminants, 4, 163-170.

Ducrocq V., 1997. Renc.Rech.Ruminants, 4, 215-218.

Ducrocq V., Mathevon M., 2000. Renc.Rech.Ruminants, 7, 165-168.
Ducrocq V., Boichard D., Barbat A., Larroque H., 2001. Renc.Rech.Ruminants, 8, cette publication.

Rupp R., Boichard D., 1997. Renc.Rech.Ruminants, 4, 211-214.