

## **Efficacité génétique d'un noyau de sélection à objectif de croisement industriel, en races bovines allaitantes**

*F. PHOCAS , J.J. COLLEAU, F. MÉNISSIER  
INRA  
Station de Génétique Quantitative et Appliquée  
78 352 JOUY-EN-JOSAS Cedex*

**RÉSUMÉ** – Avec l'essor du croisement industriel lié à l'instauration des quotas laitiers, la création de noyaux de sélection à objectif distinct de l'objectif racial des races à viande spécialisées pourrait s'avérer intéressante tant économiquement que génétiquement. Des progrès génétiques deux à quatre fois plus importants que ceux obtenus au niveau racial (base de sélection) sont envisageables pour un objectif de croissance pré-sevrage et avec une taille de noyau relativement faible (200 vaches). Cet avantage en faveur de la création d'un noyau de sélection est conservé en cas de contrainte d'évolution génétique nulle du poids à la naissance.

## **Genetic efficiency of a selection nucleus for industrial crossing in beef cattle breeds**

*F. PHOCAS , J.J. COLLEAU, F. MÉNISSIER*

Renc. Rech. Ruminants, 1994, **1**, 183 – 186

**SUMMARY** – With the expansion of industrial crossing due to the setting up of dairy quota policy, the creation of selection nuclei with a breeding objective different from the pure-breed objective of specialized beef cattle breeds could be interesting both economically and genetically. Genetic gains twice to fourth times as large as those estimated in purebreed selection nuclei are expected for objective concerning pre-weaning growth and with a small nucleus size (200 cows). This advantage in favour of a nucleus creation is kept in case of restriction for no genetic evolution of birth weight.

## INTRODUCTION

Depuis l'instauration des quotas laitiers, le croisement industriel sur vaches laitières a connu un essor important : il représentait 16% des inséminations artificielles (IA) faites sur vaches laitières en 1983 et 25% en 1992 (UNCEIA, 1992). Les deux principales races de taureaux utilisées pour ce type de croisement sont la race *Charolaise* et la race *Limousine* avec respectivement 47% et 20% des IA de croisement sur vaches laitières. Ces IA de croisement correspondent à plus de 60% des IA réalisées par les taureaux de ces races. Aussi, l'opportunité de la création dans ces races allaitantes d'un noyau de sélection à des fins de croisement industriel est à envisager. Plusieurs questions se posent alors : quel effectif de vaches faut-il dans ces noyaux pour obtenir des progrès génétiques notablement plus importants qu'au niveau racial ? Faut-il imposer une contrainte sur l'évolution du poids à la naissance ? Est-il nécessaire d'évaluer les taureaux sur descendance avant de les sélectionner ? Faut-il laisser le noyau ouvert sur la "base raciale de sélection" (ensemble des animaux contrôlés et filiés) ? Des résultats de simulations limités à la croissance pré-sevrage sont présentés pour répondre à ces questions.

### 1. DESCRIPTION DES SCHEMAS DE SELECTION ENVISAGES

Les animaux fondateurs du noyau devraient être choisis dans la base de sélection en respectant certaines règles liées non seulement aux contraintes engendrées par la complexité des schémas de sélection en race pure (les tous meilleurs animaux ne peuvent pas forcément être pris comme fondateurs), mais aussi aux caractéristiques propres à chaque race. L'étude théorique de ces règles de choix n'a pas été faite. Une fois les animaux fondateurs choisis, deux possibilités sont envisagées pour le choix ultérieur des taureaux : le noyau est fermé ou reste ouvert sur la base raciale de sélection. Dans ce dernier cas, 90% des mâles candidats à la sélection sont alors nés dans la base raciale.

Deux tailles de noyau sont considérées : 200 ou 400 vaches, c'est-à-dire 4 ou 8 troupeaux de 50 vaches. 93% de ces vaches ont chaque année un veau né, vivant au sevrage. Leur âge est de 3 ans au premier vêlage et peut aller jusqu'à 15 ans au dernier vêlage, avec la distribution suivante selon l'âge au vêlage : 16%, 15%, 13%, 11%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2% et 1% des vaches. Chaque année, 50% des femelles sevrées sont sélectionnées comme génisses de renouvellement. De même, 3 mâles sevrés sont choisis comme taureaux de renouvellement, ce qui correspond à une pression de sélection de 4 à 2% selon la taille du noyau. Les animaux ne sont sélectionnés qu'une seule fois au cours de leur vie, au sevrage. Les taureaux ne sont utilisés qu'une année et sont âgés de 2 ans à la naissance de leurs produits. Une alternative à ce choix des reproducteurs mâles est envisagée : une sélection après contrôle de descendance hors noyau, en croisement sur vaches laitières. Les taureaux sont alors âgés de 4 ans à la naissance de leurs produits dans le noyau.

Les valeurs génétiques des candidats à la sélection pour les effets directs (seuls effets intéressants en croisement) sur le

poids à la naissance et le poids au sevrage sont estimées par la méthodologie BLUP appliquée à un modèle animal bicaractère, en limitant les relations de parenté considérées. Les performances utilisées pour évaluer un animal sont celles de : l'animal lui-même, son père, sa mère, son grand-père maternel, ses demi-frères paternels ainsi que ceux de sa mère (61 ou 30 individus selon la taille du noyau) et ses demi-frères soeurs maternels (2); les performances de 30 descendants sont en outre utilisées pour l'évaluation des mâles après contrôle de descendance.

Les candidats à la sélection sont séparés en cohortes de taille finie en fonction de l'âge de leurs parents. La sélection s'opère par troncature unique sur l'ensemble de ces cohortes afin de sélectionner les meilleurs soit sur la valeur génétique estimée pour le poids au sevrage, soit sur un indice combinant cette valeur à la valeur génétique estimée sur le poids à la naissance de manière à empêcher toute évolution du poids à la naissance au cours des générations successives de sélection. Un tel indice fait intervenir pour le poids à la naissance une pondération négative et quadruple de celle du poids au sevrage. Les paramètres génétiques utilisés ont été estimés en race *Limousine* (SHI *et al*, 1993). Les héritabilités des poids à la naissance et au sevrage sont respectivement 0.30 et 0.26 et leur évolution sous l'effet de la sélection aboutit aux valeurs : 0.29 (ou 0.30) et 0.22 (ou 0.23) pour un noyau de 200 vaches à objectif de croissance maximale (ou croissance contrainte); la corrélation génétique entre ces deux poids passe de 0.43 à 0.37 pour une croissance maximale ou à 0.47 pour une croissance contrainte. Les coefficients de détermination (CD) des valeurs génétiques estimées pour le poids au sevrage passent, quant à eux, de 0.43 à 0.38 (ou 0.39) pour une évaluation au sevrage et de 0.77 à 0.72 (ou 0.73) pour une évaluation après contrôle de descendance. Le CD de l'indice avec restriction sur le poids à la naissance est nettement plus faible que celui du poids au sevrage : la perte de précision est d'environ 25% pour l'indice restreint.

### 2. RESULTATS

Un rythme d'évolution génétique annuelle constant est atteint après 20 ans de sélection. Le cumul des progrès génétiques des 20 premières années permet d'évaluer les écarts génétiques entre stratégies de sélection. (Voir tableau 1)

#### 2.1. IMPACT DE LA TAILLE DU NOYAU ET DE LA CONTRAINTE

Un noyau de 400 vaches plutôt que de 200 permet un gain supplémentaire sur le poids au sevrage de 0.3 à 0.4 kg par an. Toutefois, un noyau de 200 vaches suffit à obtenir des progrès génétiques conséquents : 1.9 à 2.2 kg/an selon la contrainte imposée sur l'évolution génétique du poids à la naissance. De tels progrès sont supérieurs à ceux estimés en bases de sélection : 0.6 kg/an et 1.1 kg/an en races *Limousine* et *Charolaise* respectivement (Institut de l'élevage et INRA, 1994). Les progrès génétiques estimés dans ces bases de sélection sur le poids à la naissance sont de 0.03 et 0.08 kg/an. Dans le noyau, en l'absence de contrainte, le poids à la naissance évolue de 0.16 à 0.14 kg/an selon

Choix des mâles	NOYAU DE 400 VACHES				NOYAU DE 200 VACHES			
	Croissance maximale		Croissance contrainte		Croissance maximale		Croissance contrainte	
	cumul	progrès	cumul	progrès	cumul	progrès	cumul	progrès
<b>En noyau fermé</b>								
<i>au sevrage</i>	50.5	2.6	44.0	2.2	43.0	2.2	37.1	1.9
<i>sur descendance</i>	46.6	2.3	41.2	2.1	40.1	2.0	35.3	1.8
<b>En noyau ouvert</b>								
<i>au sevrage</i>	54.0	2.6	47.0	2.2	46.8	2.2	40.4	1.9
<i>sur descendance</i>	56.5	2.6	49.5	2.2	50.2	2.2	43.9	1.9

l'effectif de vaches considéré. Ainsi, avec un noyau de 200 vaches, après 20 ans de sélection pour une croissance maximale, la réponse sur le poids moyen des veaux serait de 2.8 kg, ce qui n'est pas négligeable pour les races à poids de naissance élevés. Il est possible de maîtriser l'évolution du poids à la naissance en considérant un noyau à objectif de croissance contrainte. La perte (-0.3 kg/an) de progrès génétique sur le poids au sevrage liée à la contrainte d'évolution génétique nulle du poids à la naissance peut être compensée par le doublement de la taille du noyau.

## 2.2. IMPACT DE L'OUVERTURE DU NOYAU

Après les vingt premières années de sélection, les progrès génétiques annuels en noyau ouvert sont les mêmes qu'en noyau fermé. Cependant un écart génétique en faveur du noyau ouvert se crée dans les premières années du fait de l'utilisation de taureaux nés dans la base raciale génétiquement meilleurs que les mâles nés dans le noyau. Pendant les trois premières années, les 3 taureaux sélectionnés sont issus de la base. Pour un noyau de 200 vaches, 1 taureau sur 3 est encore issu de la base de la quatrième à la sixième année de sélection. L'écart génétique (de 3 à 4 kg) est d'autant plus fort que la taille du noyau est réduite et que la contrainte est faible. L'évolution génétique de la base raciale a très peu d'impact sur l'évolution génétique du noyau ouvert : pour un progrès génétique sur le poids au sevrage passant de 0.6 à 1.5 kg/an en base raciale de sélection, l'écart génétique observé dans le noyau est de 0.8 kg au sevrage pour une croissance maximale et de 0.5 kg pour une croissance contrainte.

## 2.3. IMPACT D'UNE SÉLECTION SUR DESCENDANCE DES TAUREAUX

En noyau fermé, le meilleur progrès génétique (en espérance) est obtenu en sélectionnant les mâles au sevrage. Attendre une évaluation sur descendance fait perdre 2 ans sur l'intervalle de génération, perte qui n'est pas compensée par l'augmentation du CD des taureaux : on perd environ 0.2 kg/an de progrès génétique sans contrainte et 0.1 <kg/an sous contrainte. Toutefois, la perte de progrès est très faible. Etant donné que seulement 3 taureaux sont retenus chaque année, il est important de limiter le risque de sélectionner de mauvais taureaux.

Une sélection après contrôle sur descendance est sans doute à conseiller pour choisir des mâles connus avec un CD supérieur à 0.7 (0.6 pour l'index restreint) et non pas avec un CD de 0.4 (voire 0.3).

En noyau ouvert, le cas d'une évaluation sur descendance des taureaux de la base raciale et d'une évaluation au sevrage des mâles du noyau est plus favorable (en espérance) qu'une évaluation au sevrage des taureaux de la base : il en résulte un écart génétique de 2.5 kg à 3.5 kg selon la taille du noyau.

## CONCLUSION

D'autres études sont nécessaires pour préciser ces résultats en incluant d'autres caractères d'intérêt pour le croisement industriel (qualités de carcasse et de viande, croissance après sevrage) ainsi qu'en considérant des noyaux de sélection à rythme de reproduction accéléré (transfert embryonnaire). Cependant, il paraît déjà intéressant de créer des noyaux de sélection à objectif de croisement industriel dans les races allaitantes spécialisées fortement utilisées par IA à cette fin. Un noyau de faible taille (200 vaches) suffit pour créer un progrès génétique de 2 à 4 fois supérieur au progrès réalisé en base raciale de sélection pour le poids au sevrage.

En outre, l'introduction d'une contrainte forte sur l'évolution du poids à la naissance dans les situations où cela s'avère nécessaire est sans doute plus aisée à respecter dans un noyau qui est créé à cette fin qu'en base raciale de sélection.

La stratégie à conseiller est sans doute la création d'un noyau ouvert pendant une dizaine d'années sur la base raciale de sélection avec une sélection des femelles au sevrage et une sélection des mâles après contrôle de descendance hors noyau, en croisement sur vaches laitières : moins de 10% des IA de croisement des vaches *Prim' Holstein* avec les taureaux *Charolais* ou *Limousins* suffiraient pour assurer ce contrôle de descendance. Comme l'a montré l'initiative des années 70 en race *Limousine* (souche "alpha 16", MENISSIER, 1979), la réussite d'une telle stratégie est liée, d'une part, à un bon choix de l'objectif de sélection vis à vis de la demande des utilisateurs et, d'autre part, à une parfaite maîtrise de la sélection des femelles du noyau.

## RÉFÉRENCES

INSTITUT DE L'ELEVAGE, INRA, 1994. Répertoire des résultats de l'évaluation IBOVAL94 pour les taureaux de race à viande. Edition 94/1, C.R. n°2221

MENISSIER F, 1979. Elevage et Insémination, n°174 (nov 1979), 3-31.

SHI MJ, LALOE D, MENISSIER F, RENAND G, 1993. Genetics, Selection and Evolution **25**, 177-189

UNCEIA, 1992. Statistiques 1992.