



## Symposium sur les bovins laitiers

Le jeudi 29 octobre 2015

Centre expo COGECO, Drummondville

# ***Pro\$ : Un nouvel indice de sélection basé sur le profit au Canada***

**Brian Van Doormaal**, M.Sc., agronome, directeur général, Réseau laitier canadien

### **Collaborateurs :**

**Gerrit Kistemaker**, Ph.D., généticien, Réseau laitier canadien

**Lyndsay Beavers**, secrétaire, Réseau laitier canadien

**Pete Sullivan**, Ph.D. chercheur scientifique, Réseau laitier canadien



CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

Comité bovins laitiers

# Pro\$ : Un nouvel indice de sélection basé sur le profit au Canada

## Résumé

- Pro\$ (prononcé Pro dollars) a récemment été développé par le Réseau laitier canadien (CDN) en tant que deuxième indice national
- Les données réelles de rentabilité fournies aux producteurs par les agences de contrôle laitier au Canada ont été utilisées comme base pour calculer ce nouvel indice
- Les données utilisées sont le profit accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans chez 672 254 vaches Holstein
- Pour chaque taureau, le profit moyen des filles accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans a été calculé
- Le coefficient de détermination ( $R^2$ ) ajustée de l'équation de Pro\$ était de 0,6221
- Depuis août 2015, Pro\$ est disponible dans les races Holstein et Jersey et est exprimé en dollars en tant qu'écart par rapport à la moyenne de la race.

## Introduction

L'amélioration génétique des bovins laitiers comporte l'évaluation de nombreux caractères qui, au Canada, incluent actuellement des mesures de la production, de la conformation, de la santé du pis, de la reproduction, de la performance au vêlage, de l'aptitude à la traite et de la longévité, alors que de nouveaux caractères se profilent à l'horizon. Depuis maintenant des décennies, la publication d'un indice de sélection génétique national combinant d'importants caractères en une seule valeur pour classer les animaux dans chaque race font partie des services d'évaluation génétique. Depuis 1991, l'Indice de profit à vie (IPV) est publié en tant qu'indice officiel pour toutes les races de bovins laitiers. Au fil du temps, plusieurs facteurs ont changé, ce qui a mené au développement d'un deuxième indice de sélection national au Canada, nommé Pro\$ (Pro dollars). La principale force motrice derrière le développement de Pro\$ inclut (a) une forte proportion de producteurs laitiers reconnaissent maintenant que la sélection génétique affecte la rentabilité des vaches et des troupeaux, (b) les producteurs laitiers veulent comprendre la génétique en termes économiques et (c) un seul indice de sélection national ne répond plus aux besoins de tous les producteurs laitiers au Canada même s'ils ont tous un objectif de sélection visant à maximiser la rentabilité des vaches.

## Données et méthodes

### *Définir la rentabilité des vaches*

Les entreprises de contrôle laitier au Canada, notamment CanWest DHI et Valacta, fournissent conjointement à leurs clients, sur une base annuelle, les valeurs de rentabilité des vaches qui sont aussi résumées dans un Rapport sommaire de rentabilité du troupeau qui inclut des références nationales. La rentabilité des vaches est calculée au premier vêlage (coûts d'élevage) ainsi qu'au deuxième, troisième et quatrième vêlage pour chaque vache qui atteint cette étape dans sa vie productive. Dans le cas des vaches qui ont atteint un cinquième vêlage, ou un vêlage subséquent, le profit accumulé est présenté comme une seule valeur de rentabilité à vie.

L'équation de profit utilisée pour calculer les valeurs de rentabilité des vaches du contrôle laitier considère seulement les revenus associés à la vente du lait et les dépenses primaires afférentes. Le Tableau 1 indique chaque poste de revenus et de dépenses inclus dans l'équation de profit et fournit les valeurs économiques utilisées dans la race Holstein en 2014. Le personnel du contrôle laitier effectue une mise à jour annuelle de ces valeurs, en consultation avec des économistes externes, en se basant sur le paiement du lait, la tarification des composants et le système de gestion de l'offre dans chaque province

ainsi que sur le coût réel des données de production tirées des troupeaux dans la base de données d'Agritel au Québec (<http://agritel.gcaq.ca>).

Pour les dépenses d'élevage des génisses, un coût de base associé à l'âge au premier vêlage de 730 j (24 m) est utilisé en plus d'une déviation de 3,55 \$/j (1,53 \$/j pour les coûts indirects plus 2,02 \$/j pour les coûts d'alimentation d'entretien d'une génisse Holstein) pour l'âge au premier vêlage dévié de cette valeur de base.

Une fois qu'un animal a vêlé pour la première fois, il a la possibilité de commencer à engendrer des revenus qui, au Canada, sont basés sur un paiement pour chaque kg de gras, de protéine et d'autres solides produits ainsi que sur une déduction pour l'expédition de la portion fluide du lait (Tableau 1).

**Tableau 1. Valeurs économiques pour le calcul de la rentabilité des vaches (Holstein, 2014)**

<i>Dépenses d'élevage des génisses :</i>	
Coûts de base jusqu'à 730 j (\$)	2560
Coûts indirects (\$/j)	1,53
Coûts d'alimentation d'entretien (\$/j)	2,02
<i>Revenus de la vente du lait :</i>	
Gras (\$/kg)	9,91
Protéine (\$/kg)	9,76
Autres solides (% de kg de lait)	5,53
Autres solides (\$/kg)	1,90
Déduction pour fluide (\$/kg de lait)	0,042
<i>Dépenses pour les vaches:</i>	
Entretien – vaches en lactation et tarées (\$/j)	2,02
Indirects – vaches en lactation (\$/j)	6,10
Indirects – vaches tarées (\$/j)	1,53
Coûts alim. marginaux (\$/kg gras)	1,93
Coûts alim. marginaux (\$/kg protéine)	2,67
Coût opportunité du quota (\$/kg gras)	2,43

Pour les dépenses des vaches, des coûts d'entretien de base (2,02 \$/j chez les Holstein) sont considérés à la fois pour les vaches en lactation et les vaches tarées alors que les coûts indirects sont plus élevés pour les vaches en lactation (6,10 \$/j) que pour les vaches tarées (1,53 \$/j). Des coûts d'alimentation marginaux sont inclus et sont basés sur des coûts alloués par kg de gras (1,93 \$) et par kg de protéine (2,67 \$) produits par la vache. Compte tenu du système de gestion de l'offre, un coût d'opportunité du

quota est aussi considéré du côté des dépenses de l'équation de profit et il est calculé en fonction du kg de gras produit (2,43 \$/kg).

Dans un effort visant à définir la rentabilité à vie d'une façon qui reflète la capacité d'une vache d'être rentable pendant une série de cycles de production et de reproduction, la rentabilité des vaches accumulée au quatrième vêlage, telle qu'elle est calculée par le contrôle laitier, a initialement été considérée. En examinant la distribution des vaches Holstein par âge au quatrième vêlage, on a constaté que l'éventail était très large alors que certaines vêlaient avant l'âge de 5 ans et que d'autres atteignaient ce stade de reproduction après l'âge de 7 ans. Pour cette raison, une nouvelle définition de la rentabilité des vaches a été établie, soit le profit accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans (72 mois). Le fait de sélectionner un âge fixe accorde plus d'importance à la performance reproductive de chaque vache ainsi qu'à sa performance en production par rapport à la définition du profit selon un nombre fixe de vêlages. En général, à l'âge de 6 ans, la plupart des vaches auront eu la possibilité de compléter quatre cycles d'insémination et de gestation suivis d'un vêlage puis d'une lactation, et durant cette période elles auront aussi été à risque d'être éliminées pour différentes autres raisons.

#### *Calcul du profit jusqu'à 6 ans*

Les relevés de lactation et d'élimination, et les généalogies de 690 553 vaches Holstein nées de janvier 2005 à septembre 2008, permettant à chaque animal d'avoir atteint l'âge de 6 ans, ont été extraits de la base de données du Réseau laitier canadien (CDN). Après un traitement de données identifiant les vaches avec un père connu et ayant vêlé pour la première fois entre 18 et 42 mois, 672 254 vaches ont été analysées. Pour chaque vache, les variables suivantes ont été retenues et/ou calculées :

- Date de naissance et âge au premier vêlage
- Âge lors de l'élimination si elle a été retirée du troupeau avant l'âge de 6 ans
- Nombre total de jours en lactation à partir du premier vêlage jusqu'à l'âge de 6 ans, ou jusqu'à l'élimination
- Total des kg de lait, de gras et de protéine produits jusqu'à l'âge de 6 ans ou jusqu'à l'élimination

Puisque les vaches pouvaient être en lactation lorsqu'elles ont atteint l'âge de 6 ans, une procédure d'interpolation a été utilisée pour estimer les kg de lait, de gras et de protéine produits pendant cette lactation jusqu'au moment d'atteindre l'âge de 6 ans, basée sur les rendements cumulatifs lors du jour du test le plus proche avant et suivant les jours en lait (JEL) à l'âge de 6 ans. La méthodologie d'interpolation utilisait la forme de la courbe de lactation moyenne chez les Holstein au Canada entre le JEL lors du jour du test le plus proche de chaque côté du JEL à l'âge de 6 ans. Une fois que le total des kg de lait, de gras et de protéine jusqu'à l'âge de 6 ans a été estimé, le profit accumulé jusqu'à 6 ans a été calculé au moyen des valeurs économiques indiquées dans le Tableau 1. Pour les vaches retirées du troupeau avant d'avoir atteint l'âge de 6 ans, le profit accumulé jusqu'à l'âge de l'élimination a été considéré comme le profit jusqu'à 6 ans.

#### *Analyse de régression*

En jumelant le profit accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans de chaque vache à l'identification du père, le profit moyen des filles à l'âge de 6 ans a été calculé. Les pères ayant au moins 100 filles avec des données de profit ont été retenus en vue d'une analyse. En raison de la probabilité d'une utilisation non aléatoire dans les troupeaux de taureaux qui ont d'abord été éprouvés à l'extérieur du Canada avec une importation subséquente de semence, 174 taureaux ayant été éprouvés au Canada après l'âge de 6 ans ont été exclus, laissant un total de 830 taureaux pour l'analyse finale.

Une analyse de régression à caractères multiples en deux étapes a été effectuée. Dans la première étape, la valeur d'élevage estimée (VÉE ou épreuve) du père pour les caractères suivants a été utilisée comme variable d'entrée pour prévoir le profit moyen des filles jusqu'à l'âge de 6 ans :

- Rendements en Lait, en Gras et en Protéine
- Système mammaire, Pieds et membres, Puissance laitière et Croupe en tant que les quatre principaux caractères de conformation de la carte de pointage
- Cote de cellules somatiques
- Fertilité des filles
- Cote de condition de chair
- Vitesse de traite
- Tempérament de traite
- Aptitude au vêlage
- Aptitude des filles au vêlage

Comme les différentielles de gras et de protéine sont des fonctions (ratios) des caractères de rendement, elles ont été exclues comme variables d'entrée. Similairement, puisque les principaux caractères de conformation de la carte de pointage sont une fonction des caractères de conformation linéaire associés à chaque section de la carte de pointage, l'inclusion des caractères de la carte de pointage et des caractères linéaires est redondante. Puisque certains caractères de conformation linéaire ont un optimum intermédiaire pour la sélection génétique, ce qui exigerait à la fois un terme linéaire et quadratique (non-linéaire) pour l'analyse de régression, et compte tenu de l'attention des producteurs vis-à-vis des principaux caractères de la carte de pointage, ceux-ci ont été inclus en tant que variables d'entrée sélectionnées pour représenter la contribution des caractères de conformation dans la prévision du profit jusqu'à l'âge de 6 ans. L'épreuve du père pour la conformation en général a été exclue comme variable d'entrée en raison de sa forte corrélation avec les principaux caractères de la carte de pointage sélectionnés et du fait que les scores de classification finaux des vaches pour la conformation en général sont déterminés selon une fonction mathématique des évaluations de la vache pour chacun des quatre principaux caractères de la carte de pointage. Les sept caractères fonctionnels inclus comme variables d'entrée dans la première étape de l'analyse de régression comprennent des caractères qui ont été évalués depuis plusieurs années au Canada. Un caractère clé exclu de la 1<sup>re</sup> étape de l'analyse a été la Durée de vie qui est l'évaluation génétique de la longévité au Canada. Similaires aux précieux arguments associés à l'inclusion de caractères hautement corrélés, les évaluations de la Durée de vie reflètent la façon dont les filles d'un père survivent jusqu'au quatrième vêlage, ce qui est grandement influencé par l'aptitude des filles à avoir de bons résultats pour les différents caractères fonctionnels déjà inclus dans la 1<sup>re</sup> étape de l'analyse de régression. L'exclusion de la Durée de vie force l'analyse de régression à estimer l'impact de chacun des autres caractères fonctionnels directement sur le profit moyen des filles du père jusqu'à l'âge de 6 ans.

L'équation de régression résultant de la 1<sup>re</sup> étape, basée sur les épreuves des taureaux pour les 14 caractères, a été appliquée au groupe des 830 taureaux dans l'analyse de régression pour calculer un profit moyen prévu des filles (Profit prévu). Pour chaque taureau, la différence entre le profit moyen réel des filles jusqu'à l'âge de 6 ans moins le Profit prévu a été calculée et désignée comme Profit résiduel de la 1<sup>re</sup> étape. L'analyse de régression de la deuxième étape a utilisé l'épreuve du père pour seulement la Durée de vie ou la Conformation comme variables d'entrée pour prévoir le Profit résiduel de la 1<sup>re</sup> étape. Cette deuxième analyse visait à vérifier l'importance d'inclure chacun de ces deux caractères « composés » après avoir déjà inclus les 14 caractères inclus dans l'analyse de la 1<sup>re</sup> étape. S'il est important, le coefficient de régression résultant pour chaque caractère spécifique pourrait simplement être ajouté à l'équation de régression à 14 caractères de la 1<sup>re</sup> étape pour en tirer l'équation de prévision finale utilisée pour calculer le nouvel indice de sélection basé sur le profit, Pro\$.

#### *Réponse attendue*

Pendant la période où l'IPV a été utilisé comme principal indice de sélection génétique au Canada, la formule a fait l'objet de mises à jour régulières, à la fois par l'ajout de nouveaux caractères et par la modification du poids relatif appliqué à chaque caractère. En général, en dehors de la recherche effectuée il y a quelques années pour évaluer les valeurs économiques des caractères de production, les décisions concernant des changements à la formule d'IPV ont été plus intuitifs qu'analytiques. Avant d'en arriver à

une nouvelle formule d'IPV, l'analyse portait sur le taux réalisé de progrès génétique par caractère dans la population de vaches pendant la période précédente de cinq ou dix ans ainsi que sur le mérite génétique moyen de chaque caractère chez les taureaux les mieux classés pour l'indice proposé.

La nouvelle approche utilisant une analyse de régression pour calculer la formule Pro\$ élimine toute discussion sur les caractères à inclure et les poids assignés à chaque caractère. De plus, le concept visant à présenter la réponse génétique par caractère attendue de la sélection basée sur l'indice a été favorisée par rapport à l'importance accordée aux poids relatifs sur chaque caractère inclus dans l'indice. Le logiciel facilement disponible pour évaluer la réponse de l'indice de sélection à caractères multiples a été utilisé pour calculer la réponse attendue dans les unités standards par caractère pour chaque gain d'unité standard pour l'indice (van der Werf, 2014). Comme données d'entrée, ce programme informatique exige la liste des caractères d'entrée, l'unité d'expression (unités réelles ou standards) et la valeur économique (poids relatifs ou coefficients de régression) par caractère ainsi que la matrice de corrélation sous-jacente parmi tous les caractères inclus.

## Résultats et discussion

Le Tableau 2 présente les moyennes statistiques générales associées au calcul du profit accumulé jusqu'à 6 ans chez les Holstein sélectionnées nées de 2005 à 2008, basées sur les valeurs économiques de 2014. L'âge moyen au premier vêlage pour ces données était 26,7 m, donnant un coût d'élevage moyen de 2 861 \$. Sur l'ensemble, dans ces données, 28,6 % des vaches étaient encore dans le troupeau à l'âge de 6 ans (2 191 j) et, compte tenu du maximum pour ces vaches, la moyenne des jours de vie pour accumuler le profit pour toutes les vaches était de 1 688 j. Le total des jours en lait et de tarissement se chiffrait respectivement à 753 et 115, pour un rendement moyen total de lait, de gras et de protéine de 22 869 kg, 874 kg et 739 kg, respectivement. Dans ce groupe de vaches, la moyenne des revenus et des dépenses après le premier vêlage s'élevait respectivement à 17 320 \$ et 12 308 \$. La déduction des coûts d'élevage et des dépenses après le premier vêlage des revenus engendrés par les vaches a donné un profit accumulé moyen jusqu'à 6 ans de 2 151 \$ pour ce groupe de vaches.

**Tableau 2. Statistiques moyennes pour les vaches Holstein incluses dans le calcul du profit accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans (N = 672 254)**

Âge au premier vêlage (mois)	26,7
Vaches atteignant l'âge de 6 ans (%)	28,6
Jours pour le profit à 6 ans (max. 2191 j)	1 688
Total des jours en lactation	753
Total des jours de tarissement	115
Total de lait (kg)	22 869
Total de gras (kg)	874
Total de protéine (kg)	739
Coûts d'élevage (\$)	2 861
Revenus des vaches (\$)	17 320
Dépenses des vaches (\$)	12 308
Profit accumulé jusqu'à 6 ans (\$)	2 151

Le Tableau 3 présente le coefficient de détermination ( $R^2$ ) ajusté résultant des différentes analyses de régression effectuées en utilisant les épreuves de taureaux pour différents caractères pour prévoir le profit moyen des filles à l'âge de 6 ans.

Le modèle initial de 14 caractères pour l'analyse de régression de la 1<sup>re</sup> étape a donné lieu à un  $R^2$  ajusté de 0,5778. Le modèle visant à vérifier l'importance de l'ajout de la Durée de vie, selon sa valeur dans la prévision du Profit résiduel de la 1<sup>re</sup> étape, a donné un  $R^2$  ajusté de 0,0818 ( $P < 0,0001$ ), alors que le même test pour la Conformation n'a pas été concluant avec un  $R^2$  ajusté de 0,0003 ( $P = 0,6340$ ). L'équation de prévision finale pour Pro\$, qui combinait ainsi les coefficients de régression de l'analyse de la 1<sup>re</sup> étape et la régression incluant la Durée de vie pour prévoir le Profit résiduel de la 1<sup>re</sup> étape, a donné lieu à un  $R^2$  ajusté de 0,6221. La précision de cette prévision est inférieure au  $R^2$  ajusté de 0,6717 obtenue lorsque les 14 caractères inclus dans la 1<sup>re</sup> étape et la Durée de vie ont été directement utilisés pour prévoir le profit moyen des filles jusqu'à l'âge de 6 ans. Bien que cette réduction de 7,4 % dans la précision de la prévision soit normalement jugée importante, l'application de l'équation Pro\$ pour classer les taureaux, à la fois les vieux et les jeunes, ainsi que les génisses et les vaches signifie que le  $R^2$  ajusté n'est pas le principal critère. En examinant les listes des animaux les mieux classés, les utilisateurs s'attendent à ce qu'ils soient non seulement supérieurs pour la Durée de vie, mais aussi pour les différents caractères fonctionnels qui contribuent grandement à la longévité, particulièrement à la Cote de cellules somatiques et à la Fertilité des filles.

**Tableau 3. Coefficient de détermination ( $R^2$ ) ajusté pour différentes analyses de régression utilisées pour calculer l'équation Pro\$ (N=830 taureaux)**

Modèle	$R^2$ ajusté
1 <sup>re</sup> étape incluant 14 caractères	0,5778
2 <sup>e</sup> étape incluant la Durée de vie pour prévoir le « Profit résiduel de la 1 <sup>re</sup> étape »	0,0818
2 <sup>e</sup> étape incluant la Conformation pour prévoir le « Profit résiduel de la 1 <sup>re</sup> étape »	0,0003
Régression de l'équation Pro\$ sur le profit moyen des filles jusqu'à 6 ans	0,6221
Utilisation directe de 14 caractères dans la 1 <sup>re</sup> étape ainsi que la Durée de vie	0,6717

Un autre facteur lié à la meilleure façon d'inclure la Durée de vie dans l'équation Pro\$ découle du fait que les 830 taureaux éprouvés inclus dans l'analyse de régression ont tous des données réelles de survie des filles dans leur épreuve de Durée de vie, mais que l'équation Pro\$ sera aussi appliquée aux jeunes taureaux dont l'évaluation pour la Durée de vie sera principalement fondée sur la prévision indirecte basée sur les autres caractères fonctionnels et différents caractères de conformation.

L'équation Pro\$ définie sur la base du groupe de 830 taureaux Holstein a utilisé des épreuves de taureaux normalisées comme variables d'entrée. Ainsi, les coefficients de régression Pro\$ peuvent être appliqués à d'autres races laitières utilisant des évaluations génétiques normalisées. Puisque les valeurs Pro\$ sont échelonnées de façon à ce que chaque différence de point entre deux taureaux équivaille à une différence de 1 \$ CA dans le profit moyen attendu par fille jusqu'à l'âge de 6 ans, l'application de la formule Pro\$ Holstein à d'autres races exige aussi les paramètres d'échelonnage appropriés (moyenne et variance).

Pour l'expression de Pro\$ dans chaque race, une base mobile pour les vaches est utilisée de façon à ce que le Pro\$ moyen soit fixé à 0 pour les vaches nées pendant une période de trois ans remontant à sept ans de l'année actuelle (années de naissance 2007 à 2009 pour 2015). Depuis la publication des évaluations génétiques d'août 2015, Pro\$ est publié dans les races Holstein et Jersey. Pour les autres races au Canada, la formule d'IPV a été modifiée de façon à maximiser la corrélation avec Pro\$ plutôt que d'introduire Pro\$ comme deuxième indice de sélection génétique national, en plus de l'IPV.

Le Tableau 4 compare la réponse attendue par caractère chez les Holstein pour Pro\$ et la nouvelle formule d'IPV en vigueur en août 2015, dont le nouveau nom est Indice de performance à vie. Six caractères, soit la Durée de vie, l'Aptitude des filles au vêlage, la Croupe, le Rendement en gras, la Résistance à la mammite et la Fertilité des filles ont essentiellement des réponses attendues égales avec les deux indices nationaux. Les différences dans la réponse à la sélection en faveur de Pro\$ sont plus élevées pour le Rendement en lait et la Cote de condition de chair mais favorable aussi pour le Rendement en protéine, le Tempérament de traite, la Cote de cellules somatiques, la Vitesse de traite et l'Aptitude au vêlage. Les caractères pour lesquels la réponse devrait être plus élevée avec la sélection en fonction de l'IPV plutôt Pro\$ sont les Pieds et membres, la Puissance laitière, la Conformation, le Système mammaire et les différentielles de Gras et de Protéine.

**Tableau 4. Réponse génétique par caractère attendue de la sélection pour Pro\$ par rapport à l'IPV chez les Holstein (unités standards)**

Caractère	Pro\$	IPV*	Diff.
Lait	0,60	0,51	0,09
Condition de chair	0,09	0,02	0,07
Rendement en protéine	0,73	0,68	0,05
Tempérament de traite	0,10	0,05	0,05
Cote cellules somatiques	0,46	0,41	0,05
Vitesse de traite	0,03	-0,02	0,05
Aptitude au vêlage	0,22	0,19	0,03
Durée de vie	0,64	0,62	0,02
Aptitude des filles au vêlage	0,25	0,24	0,02
Croupe	0,23	0,22	0,01
Rendement en gras	0,68	0,67	0,01
Résistance à la mammite	0,31	0,32	-0,01
Fertilité des filles	0,11	0,13	-0,02
Différentielle de protéine	0,07	0,15	-0,07
Différentielle de gras	0,12	0,20	-0,07
Système mammaire	0,55	0,63	-0,08
Conformation	0,56	0,66	-0,11
Puissance laitière	0,19	0,30	-0,11
Pieds et membres	0,48	0,59	-0,11

*\*Nouvelle formule d'IPV en vigueur en août 2015 et renommée Indice de performance à vie.*



Le Tableau 5 présente la même comparaison que le Tableau 4, mais pour la race Jersey. Même si des coefficients de régression identiques ont été utilisés pour Pro\$ dans les races Holstein et Jersey, la réponse attendue par caractère varie d'une race à l'autre en raison de différences dans la structure de corrélation entre les caractères. De plus, la formule d'IPV dans les races Holstein et Jersey est substantiellement différente pour coïncider avec les différents objectifs de la race. Chez les Jersey, les caractères pour lesquels il y a peu de différence dans la réponse de sélection des deux indices sont les Pieds et membres, la Croupe, le Système mammaire, l'Aptitude au vêlage, la Conformation et le Rendement en lait. Les différences dans la réponse de sélection en faveur de Pro\$ sont plus grandes pour la Durée de vie et la Fertilité des filles, mais sont aussi importantes pour d'autres caractères fonctionnels, notamment la Cote de cellules somatiques, l'Aptitude des filles au vêlage, la Cote de condition de chair, la Résistance à la mammite, la Vitesse de traite et le Tempérament de traite. La réponse attendue pour l'IPV est sensiblement plus élevée que celle de Pro\$ pour la Protéine et le Gras, à la fois pour les différentielles et les rendements, ainsi que pour la Puissance laitière.

**Tableau 5. Réponse génétique par caractère attendue de la sélection en fonction de Pro\$ par rapport à l'IPV chez les Jersey (unités standards)**

Caractère	Pro\$	IPV*	Diff.
Durée de vie	0,27	0,04	0,23
Fertilité des filles	0,24	0,03	0,22
Cote cellules somatiques	0,52	0,41	0,11
Aptitude des filles au vêlage	0,24	0,14	0,10
Condition de chair	-0,29	-0,38	0,09
Résistance à la mammite	0,18	0,09	0,09
Vitesse de traite	0,15	0,07	0,07
Tempérament de traite	0,14	0,09	0,05
Pieds et membres	0,12	0,11	0,01
Croupe	0,15	0,14	0,01
Système mammaire	0,38	0,38	0,00
Aptitude au vêlage	-0,22	-0,21	-0,01
Conformation	0,32	0,33	-0,01
Lait	0,53	0,54	-0,01
Rendement en protéine	0,65	0,74	-0,09
Puissance laitière	0,14	0,24	-0,10
Rendement en gras	0,66	0,78	-0,11
Différentielle de gras	0,13	0,26	-0,13
Différentielle de protéine	0,15	0,33	-0,18

*\*Nouvelle formule d'IPV en vigueur en août 2015 et renommée Indice de performance à vie.*

### Classement en fonction de Pro\$ vs l'IPV

Pro\$ et le nouvel IPV qui sont entre en vigueur en août 2015 ont une corrélation entre les taureaux éprouvés de 0,957 chez les Holstein et de 0,925 chez les Jersey. De telles corrélations sont généralement considérées comme étant très élevées, mais un important reclassement parmi les meilleurs animaux, qui est observable pour les utilisateurs des évaluations génétiques, pourrait encore se produire. Le Tableau 6 indique le pourcentage de taureaux, soit éprouvés ou jeunes taureaux, qui sont communs dans les listes des meilleurs selon l'IPV chez les Holstein et les Jersey et qui figurent parmi les 15, 50, 100 et 250 meilleurs taureaux selon Pro\$. Les évaluations officielles d'avril 2015 ont été utilisées pour calculer Pro\$ ainsi que les valeurs d'IPV basées sur la formule en vigueur dans chaque race depuis août 2015.

**Tableau 6. Pourcentage de taureaux hautement classés (éprouvés vs jeunes) en commun pour Pro\$ et l'IPV dans les races Holstein et Jersey**

Meilleurs « N » pour Pro\$	% en commun avec l'IPV*			
	Holstein		Jersey	
	Éprouvés	Jeunes	Éprouvés	Jeunes
15	66,7%	33,3%	60,0%	26,7%
50	66,0%	60,0%	76,0%	46,0%
100	77,0%	50,0%	83,0%	54,0%
250	78,8%	60,8%	94,8%	72,0%

*\*Nouvelle formule d'IPV en vigueur en août 2015 appliquée aux évaluations officielles d'avril 2015.*

Parmi les taureaux éprouvés hautement classés pour Pro\$ dans chaque race, il existe d'importants chevauchements avec l'IPV, puisque les deux tiers et 60 % sont communs parmi les 15 meilleurs pour Pro\$ dans les races Holstein et Jersey. Le pourcentage en commun augmente plus rapidement chez les Jersey par rapport aux Holstein (94,8 % vs 78,8 %) alors que le nombre de meilleurs taureaux Pro\$ en inclut 250, surtout en raison du nombre relativement limité de taureaux Jersey éprouvés au Canada (N=541) par rapport aux Holstein (N=9 531).

Chez les jeunes taureaux génomiques, le degré de reclassement entre Pro\$ et l'IPV est plus significatif que chez les taureaux éprouvés, ce qui est attendu en raison de la gamme plus restreinte dans le seuil supérieur pour chaque indice. Puisque les jeunes taureaux génomiques représentent actuellement environ 60 % de la part de marché sur le plan des ventes de semence au Canada, la différence dans le classement en fonction de Pro\$ par rapport à l'IPV devrait donner lieu à l'utilisation d'un groupe génétiquement plus diversifié de jeunes taureaux génomiques populaires, ce qui pourrait aider à contrôler le taux d'augmentation des niveaux moyens de consanguinité de la population femelle dans chaque race.

## Conclusions

Les données réelles de rentabilité des vaches, basées sur les valeurs économiques utilisées par les agences de contrôle laitier pour fournir de l'information de gestion aux clients partout au Canada, ont été utilisées pour développer Pro\$ en tant que nouvel outil de sélection génétique basé sur le profit. Une analyse de régression des épreuves Holstein comportant 15 caractères pour 830 taureaux en vue de prévoir le profit moyen des filles accumulé jusqu'à l'âge de 6 ans a été effectuée, résultant en un coefficient de détermination ( $R^2$ ) ajusté de 0,6221. L'utilisation d'une analyse de régression pour calculer la contribution de chaque caractère (coefficient de régression) dans l'équation Pro\$ tient compte des corrélations entre les caractères. L'équation Pro\$ obtenue basée sur les données Holstein peut être appliquée aux autres races avec les facteurs d'échelle appropriés pour maintenir l'échelle d'expression de façon à ce que chaque point de différence dans les valeurs Pro\$ entre les taureaux équivaille à une différence attendue de 1 \$ CA dans le profit accumulé par fille jusqu'à l'âge de 6 ans. La réponse attendue par caractère résultant de la sélection en fonction de Pro\$ ou de l'IPV varie selon la structure de corrélation sous-jacente parmi les caractères dans chaque race.

Depuis août 2015, Pro\$ est disponible en tant que deuxième indice de sélection génétique national dans les races Holstein et Jersey alors que les autres races ont choisi de modifier la formule d'IPV, en vigueur en août 2015, qui reflète les résultats de recherche associés à Pro\$. Même si les corrélations entre Pro\$ et l'IPV sont élevées (0,957 chez les Holstein et 0,925 chez les Jersey), le reclassement dans la liste des meilleurs taureaux éprouvés et des jeunes taureaux génomiques est important pour l'industrie et devrait aider à réduire le taux d'augmentation des niveaux de consanguinité dans les populations Holstein et Jersey au Canada.

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent aux partenaires du contrôle laitier, CanWest DHI et Valacta, qui nous ont fourni des détails concernant le calcul des valeurs de rentabilité des vaches que leurs clients utilisent aux fins de gestion du troupeau. Un merci spécial au D<sup>r</sup> Robert Moore de Valacta et du Contrôle laitier canadien pour le temps et l'aide qu'il nous a accordés.

## Références

van der Werf, J., 2014. Programme informatique intitulé Indice de sélection à multiples caractères – Version de 20 caractères. Accès en septembre 2014.  
<http://www.personal.une.edu.au/~jvanderw/software.htm>.

