



Single-Step Genomic Evaluations in Canada: Current Progress and Future Plans

**Évaluations génomiques en une
seule étape au Canada: Progrès
actuels et Projets futurs**

Allison Fleming



Le système canadien d'évaluation génétique

- Lactanet calcule des évaluations génétiques pour plus de 100 caractères et indices pour les sept races laitières du Canada
- Ces évaluations combinent plusieurs sources d'informations
 - La généalogie
 - les données de performance des animaux
 - les facteurs environnementaux tels que le troupeau, l'âge, etc.
 - les informations génomiques (pour certains caractères propres à chaque race)
- Les différents caractères peuvent s'appuyer sur des modèles statistiques et des méthodologies sous-jacents différents

The Canadian Genetic Evaluation System

- Lactanet calculates genetic evaluations for over 100 traits and indexes across Canada's seven dairy breeds
- Evaluations combine several sources of information
 - Pedigree
 - Animal performance records
 - Environmental factors like herd, age, etc
 - Genomic information (some breed-traits)
- Different traits may use different underlying statistical models and methodology

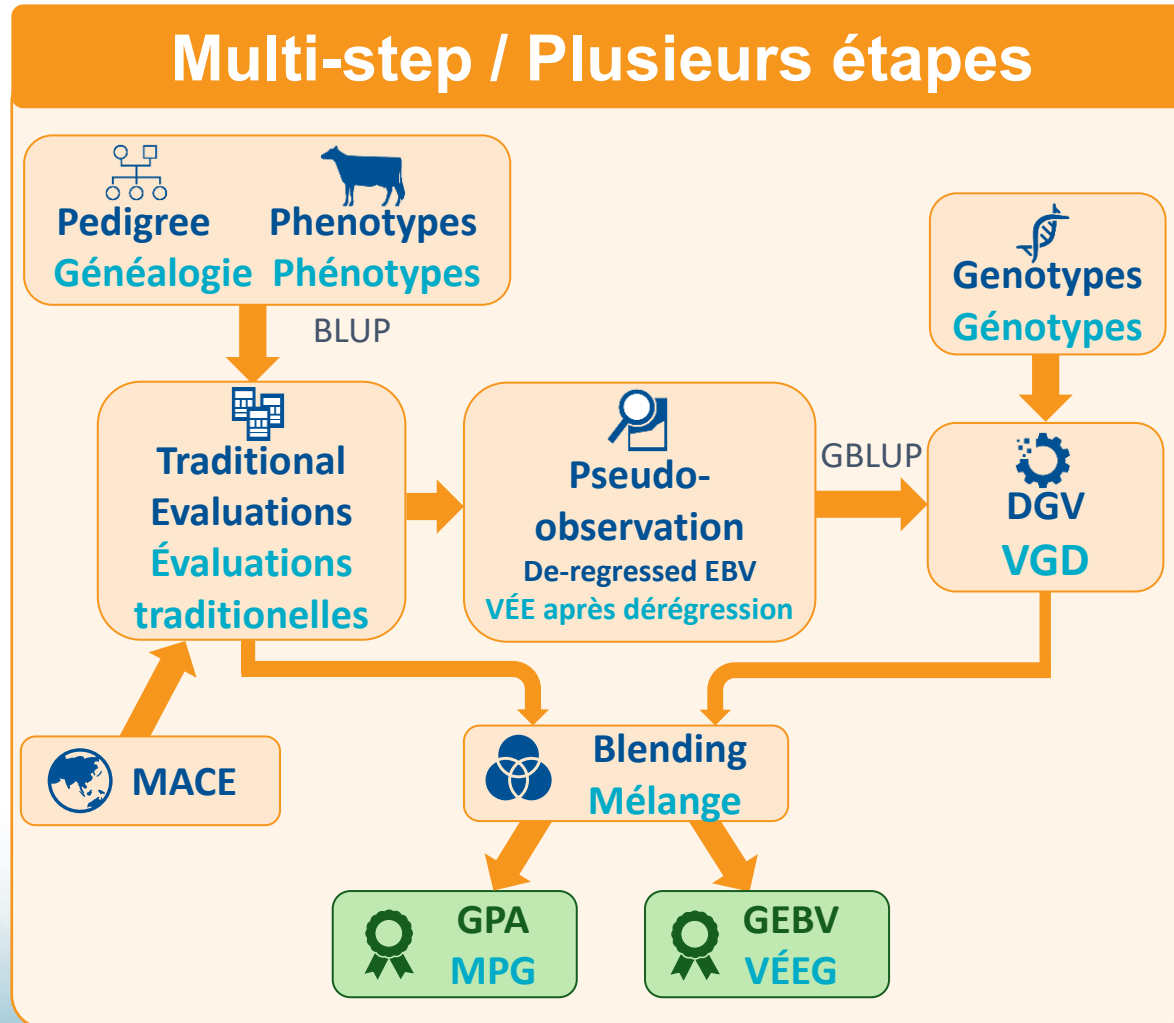
Méthode en une seule étape

- Approche de Misztal et al. (2009) et de Christensen et al. (2010)
- Intègre la généalogie, les phénotypes et les génotypes dans un même modèle
 - Évaluation simultanée des animaux génotypés et non génotypés
 - Combine les relations de parenté et les relations génomiques
- La tendance génétique et les valeurs génétiques tendent à être moins surestimées
- Réduction du biais et meilleure prise en compte de la présélection génétique

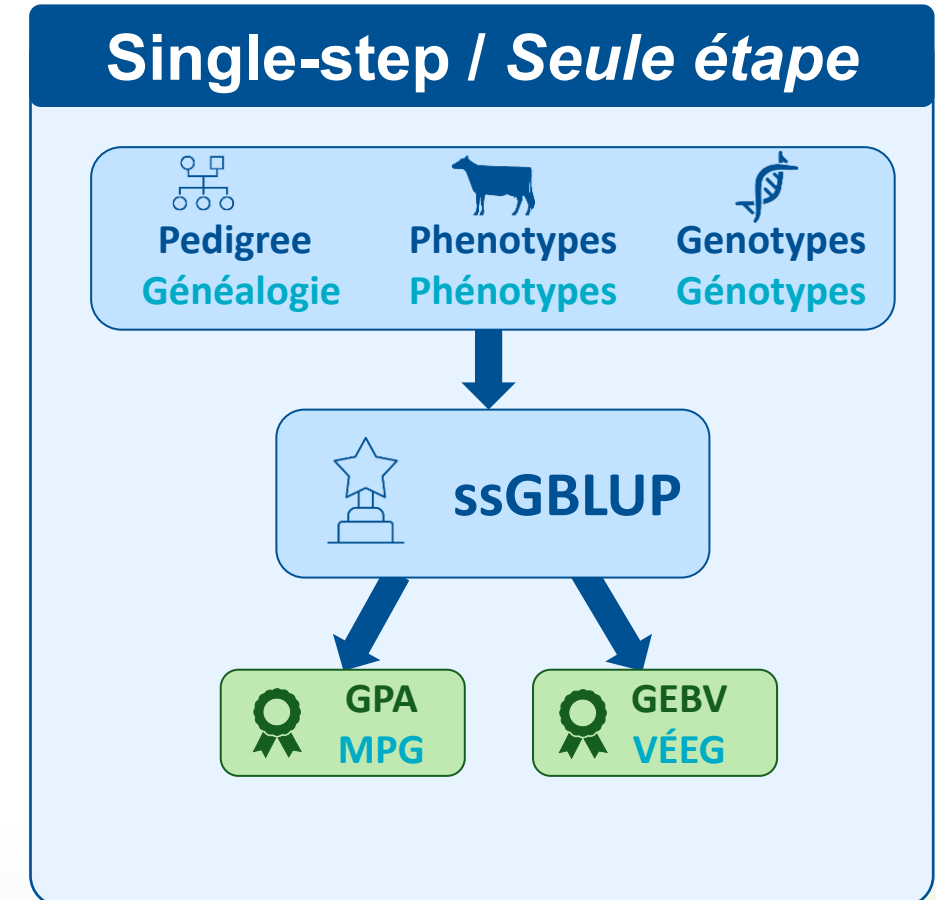
Single-Step Method

- Approach of Misztal et al (2009) and Christensen et al (2010)
- Integrates pedigree, phenotypes and genotypes within the same model
 - Simultaneous evaluation of genotyped and non-genotyped animals
 - Combines pedigree and genomic relationships
- Genetic trend and breeding values tend to be less inflated
- Reduced bias and better handling of genetic pre-selection

Plusieurs étapes vs Une seule étape



Multi-step vs single-step



Le système canadien d'évaluation génétique

APPROCHE TRADITIONNELLE EN PLUSIEURS ÉTAPES

- Production
- Conformation
- Durée de vie
- Performance de reproduction
- Mammite clinique
- Maladies métaboliques
- Tempérament de traite
- Vitesse de traite

APPROCHE EN UNE SEULE ÉTAPE

- Santé des onglons
- Troubles de fertilité
- Efficacité alimentaire
- Efficacité du méthane
- Santé des veaux
- Besoins d'entretien corporel

The Canadian Genetic Evaluation System

MULTI-STEP

- Production
- Type
- Herd Life
- Reproductive Performance
- Clinical Mastitis
- Metabolic Disease
- Milking Temperament
- Milking Speed

SINGLE-STEP

- Hoof Health
- Fertility Disorders
- Feed Efficiency
- Methane Efficiency
- Calf Health
- Body Maintenance Requirements



Stratégie en une seule étape pour les nouveaux caractères

- Sous la direction du Dr Janusz Jamrozik
- Depuis la dermatite numérique en 2017, une méthodologie en une seule étape a été utilisée pour tous les nouveaux systèmes d'évaluation des caractères mis en place
 - Bénéfique pour les caractères ayant des phénotypes et des génotypes limités ou une faible héritabilité
 - Les caractères les plus récents ne font actuellement pas l'objet d'une évaluation Interbull ou pour lesquels on n'inclut pas MACE

Single-Step Strategy for Novel Traits

- Led by Dr. Janusz Jamrozik
- Starting with Digital Dermatitis in 2017, single-step methodology has been used for all newly implemented trait evaluation systems
 - Beneficial for traits with limited phenotypes and genotypes and low heritability
 - Most recent traits currently are not Interbull evaluated traits or traits we do not include MACE

Recherches antérieures

- Recherche menée en collaboration avec l'Université de Guelph (Guarini, 2018)
 - Reproduction et aptitude à la traite
 - Intégration des données MACE
- Des recherches antérieures de Lactanet ont exploré l'application d'une méthode en une seule étape (Jamrozik, 2019)
 - Performances de vêlage
 - Cela aurait entraîné la perte des indices MACE
 - Mammites et maladies métaboliques
 - Résultats variables et parfois mauvais
 - Le manque de données, ainsi que les méthodes de mise à l'échelle et de validation, pourraient en être les raisons

Past Research

- Research collaborating with University of Guelph (Guarini, 2018)
 - Reproductive and workability
 - Integration of MACE data
- Past research at Lactanet explored the application of single-step (Jamrozik, 2019)
 - Calving performance
 - Would have resulted in the loss of MACE proofs
 - Mastitis and metabolic disease
 - Varying and some poor results
 - Limited data, scaling and validation methods could be reasons

Travaux en cours

Méthodologies en une seule étape

- Sous la direction des Dr. Janusz Jamrozik et Dr. Liuhong Chen
- Plusieurs approches existent pour les modèles en une seule étape et la résolution de modèles
- Travaux portant sur la transition d'un système existant en une seule étape, passant d'une méthode utilisant une approximation (APY) à une matrice de relations exacte
 - Réalisation de mises à jour, de tests et d'évaluations de l'impact attendu
 - Mise en œuvre prévue en 2027
 - Peut se faire en une seule fois ou au fur et à mesure que les éléments sont prêts

Current Work

Single-Step Methodologies

- Led by Drs. Janusz Jamrozik and Liuhong Chen
- Several approaches exist for single step and solving models
- Working on transition of existing single-step system from method using an approximation (APY) to exact relationship matrix
 - Performing updates, testing and evaluating expected impact
 - Expecting implementation in 2027
 - May be at once or as ready

Activités actuelles

- Production -

- Sous la direction du Dr Andrei Kudinov
- Le transfert du modèle canadien jour du test du système de production vers la suite de programmes MiX99 est désormais achevé
 - Amélioration de l'efficacité
 - Finalisation de l'analyse de l'impact pour les taureaux et les vaches de toutes les races
 - Mise en œuvre prévue en 2027
- Permet la poursuite des recherches
 - Appliquer la procédure en une seule étape
 - Intégration des données CLé relatives pour les données de gras et de protéine issues des capteurs

Current Work

- Production -

- Led by Dr. Andrei Kudinov
- Work has been completed moving the production system Canadian test-day model into the MiX99 suite of programs
 - Improved efficiency
 - Finalizing examining impact for bulls and cows of all breeds
 - Expected 2027 implementation
- Allows for continued research
 - Implementation of single-step
 - Integration of eDHI fat and protein records from sensors

Travaux en cours

- Conformation -

- Sous la direction du Dr Pete Sullivan
- Mise en place d'évaluations des caractères de conformation
- Tests et intégration de MACE requis

- Vitesse de traite -

- Sous la direction du Dr Colin Lynch
- Utilisant une nouvelle source de données (HO)
- Système existant pour toutes les races

Current Work

- Type -

- Led by Dr. Pete Sullivan
- Set up type trait evaluations
- Testing and MACE integration needed

- Milking Speed -

- Led by Dr. Colin Lynch
- Utilizing new data source (HO)
- Existing system for all breeds

Travaux en cours

- Résistance à la mammite -

- Dirigé par le Dr Liuhong Chen
 - Travaille également sur la résistance aux maladies métaboliques
- Conversion des anciens programmes
- Mise à niveau vers la dernière approche en une seule étape
- Comparaison en cours entre les évaluations génomiques en une seule étape et en deux étapes
- Poursuite de l'examen des programmes connexes pour la prédiction des VÉEG des candidats et l'estimation de la fiabilité

Current Work

- Mastitis Resistance -

- Led by Dr. Liuhong Chen
 - Also working on Metabolic Disease Resistance
- Converted legacy programs
- Upgraded to the latest single-step approach
- Currently comparing single-step and two-step genomic evaluations
- Continuing review of related programs for GEBV prediction of candidates and reliability approximation

Travaux en cours

- Résistance à la mammite-

- Lors de l'essai en une seule étape d'août 2026
 - 5 125 taureaux officiels pour la résistance à la mammite chez les génisses (MRh)
 - 6 826 taureaux officiels chez les vaches (MRc)

Current Work

- Mastitis Resistance -

- In the August 2026 single-step test run
 - 5,125 official bulls for Mastitis Resistance in heifers (MRh)
 - 6,826 official bulls in cows (MRc)

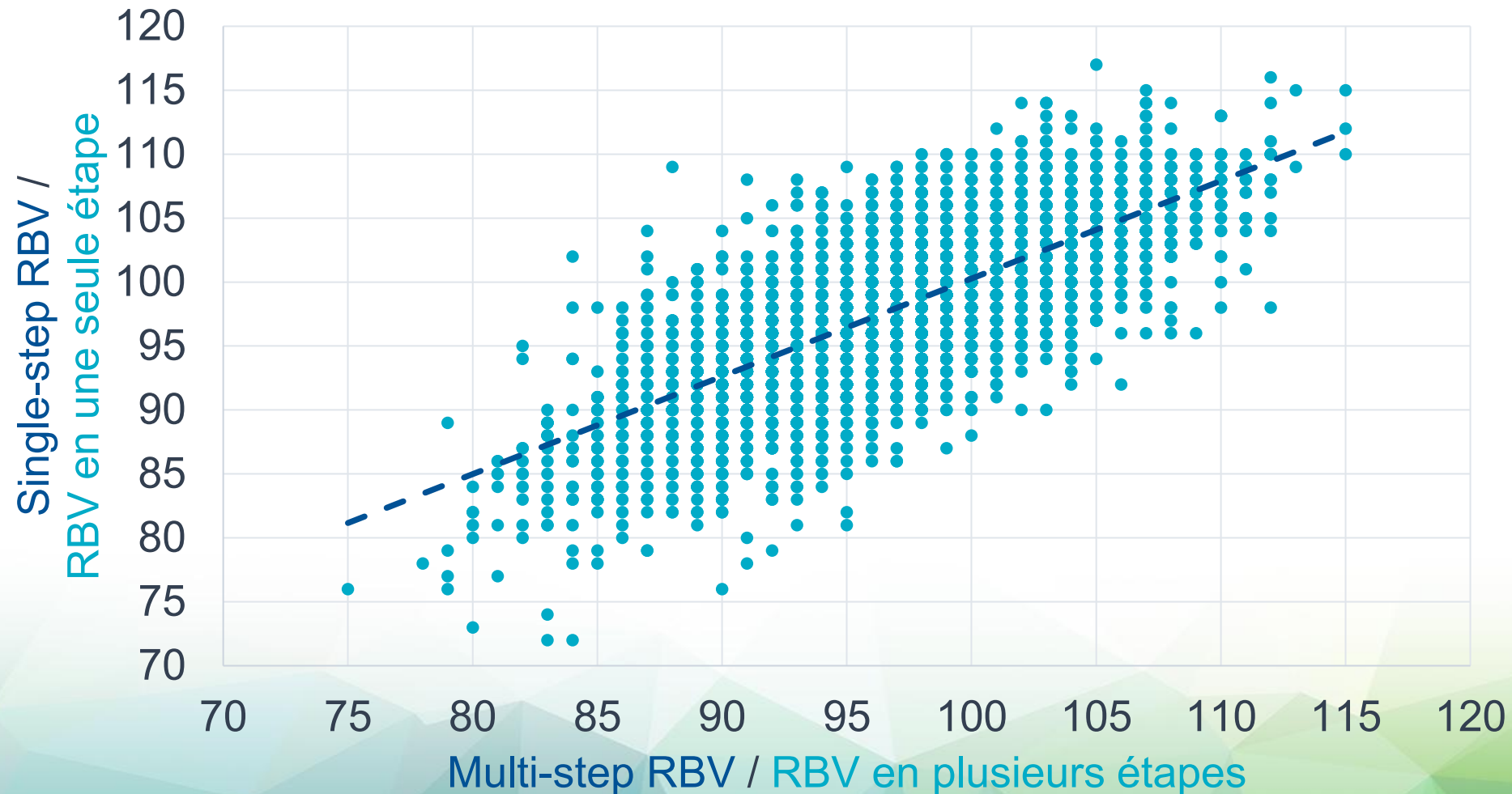
Trait	Method Méthode	N	Average Moyenne	SD	Min	Max
MRh	Multi-Step En plusieurs étapes	5,125	97.7	5.6	75	115
	Single-Step En une seule étape	5,125	98.5	5.8	72	117
MRc	Multi-Step En plusieurs étapes	6,826	98.5	4.8	78	116
	Single-Step En une seule étape	6,826	98.4	5.3	72	116

Une étape vs plusieurs étapes

Jeunes vaches RM

Single-Step vs Multi-Step

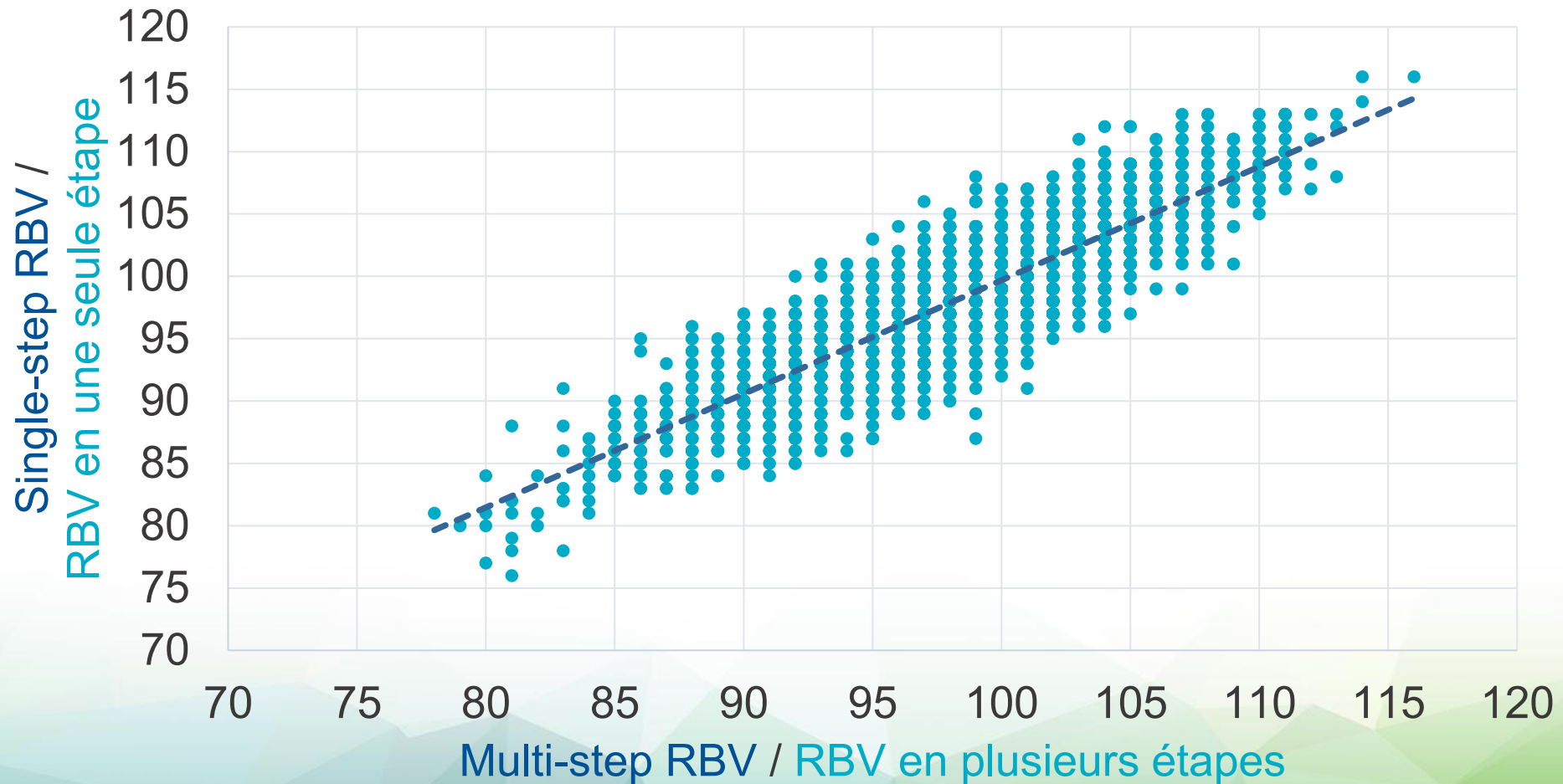
MR heifers



Procédé en une seule étape ou en plusieurs étapes

Single-Step vs Multi-Step MR Cows

Vaches MR

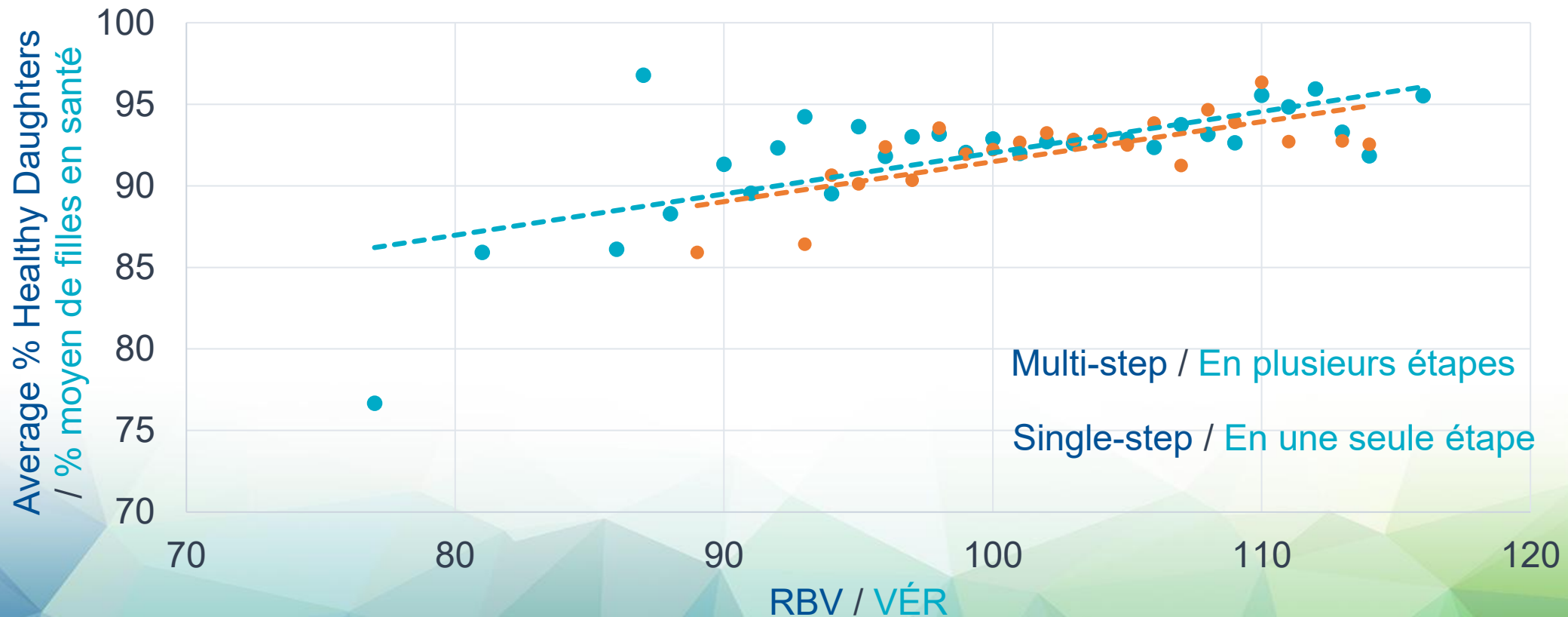


Travaux de validation

- En examinant les taureaux pour lesquels aucune donnée sur les filles n'était disponible en août 2022, mais qui en compteraient au moins 20 en août 2026
- 482 taureaux pour le MRc

Validation Work

- Looking at bulls with no daughter data in August 2022 with at least 20 in August 2026
- 482 bulls for MRc



Défis à relever

- Stratégie de validation idéale
- Intégration des données MACE
 - Appliquer les méthodes et la stratégie
 - Manque de temps pour intégrer les derniers résultats MACE lors des publications officielles
- Nombre important de données et de génotypes pour certains caractères
 - Potentielle troncature des données
 - Affinements du modèle
- Des modifications et mises à jour supplémentaires sont-elles nécessaires pour certains caractères et modèles ?

Remaining Challenges

- Ideal validation strategy
- Integration of MACE records
 - Implement methods and strategy
 - Not enough time to integrate newest MACE results at official releases
- Large numbers of records and genotypes for some traits
 - Potential data truncation
 - Model refinements
- Are additional changes and updates required for any traits and model?

Prochaines étapes et plan d'action

- Finaliser la mise à niveau de la méthodologie des systèmes « en une seule étape » existants
- Poursuivre la validation des résultats « en une seule étape » pour la mammite et les maladies métaboliques
 - Définir les caractères existants à faire passer au système « en une seule étape »
 - Intégrer le modèle MACE pour la mammite
- Poursuivre les travaux de transition des systèmes restants et résoudre les difficultés rencontrées
- Afin de minimiser les changements et les perturbations, il est recommandé de mettre en œuvre simultanément les principaux groupes de caractères (à savoir la production et le type)

Next Steps and Plan

- Complete the upgrade of existing single-step systems' methodology
- Continue validation of Mastitis and Metabolic Disease single-step results
 - First set existing traits to transition to single-step
 - Incorporate MACE for mastitis
- Continue work in transitioning remaining systems and solving challenges
- To minimize change and disruption, recommend implementing major trait groups at the same time (i.e. production and type)

Sommaire

- Depuis 2017, toutes les nouvelles évaluations génétiques chez Lactanet utilisent des méthodes en une seule étape
- Des travaux sont en cours pour faire passer les systèmes existants en plusieurs étapes à des systèmes en une seule étape
 - Cela prendra du temps
- Les méthodes en une seule étape sont généralement aussi ou plus précises que celles en plusieurs étapes, et réduisent les biais
- Amélioration de l'efficacité dans le calcul des évaluations génétiques.

Summary

- Since 2017 all newly implemented genetic evaluations at Lactanet utilize single-step methods
- Work has been underway to move existing multi-step systems to single-step
 - Will take time
- Single-step generally as or more accurate than multi-step, reduce bias
- Improved efficiencies in calculating genetic evaluations



Thank you
Merci

