



Lactanet Open Industry Session / Session ouverte de l'industrie

2024/02/26

  @BaesC1

## Le point sur le « Projet Génome Laitier Résilient » Update on the “Resilient Dairy Genome Project”

C. F. Baes, F. Schenkel, G. Kistemaker, K. Parker-Gaddis, R. Baldwin, A. Butty, J. Burchard, O. González-Recio, J. Lassen, M. VandeHaar, D. Segelke, J. Pryce, R. Tempelman, F. Peñagaricano, K. Weigel, J. Koltes, F. Miglior, RDGP Consortium Partners, FARR Consortium Partners



1

1

### 2013-2026 – Canadian applied research initiatives *Initiatives canadiennes de recherche appliquée*

2013-2017 NSERC & Dairy Cluster 2 (\$1.2M)  
*CRNSG & Grappe de recherche laitière 2*

#### MIR Projects/Projets

- Milk MIR pipeline and storage since 2013  
90% of milk recorded cows since 2018  
*Pipeline/stockage du lait MIR depuis 2013  
90% des vaches laitières enregistrées depuis 2018*

2019-2024 Genome Canada / Génome Canada  
(\$12.8M)

#### Resilient Dairy Genome Project

- Additional international partners  
12,000 cows with FE and 3,500 with ME  
*Partenaires internationaux supplémentaires  
12 000 vaches avec EA et 3 500 avec EM*

#### Efficient Dairy Genome Project

- Feed Efficiency & Methane Emission database  
4,500 cows with FE and 1,500 with ME  
*Base de données sur l'efficacité alimentaire (EA) et les émissions de méthane (EM)  
4 500 vaches avec EA et 1 500 avec EM*

2015-2020 Genome Canada / Génome Canada  
(\$10.3M)

2

2

## Introduction

Qu'est-ce qu'un animal résilient?

- un animal capable de s'adapter rapidement aux conditions changeantes,
- sans compromettre sa productivité, sa santé ou sa fertilité,
- tout en devenant plus économe en ressources,
- et en réduisant son fardeau environnemental.

## Introduction

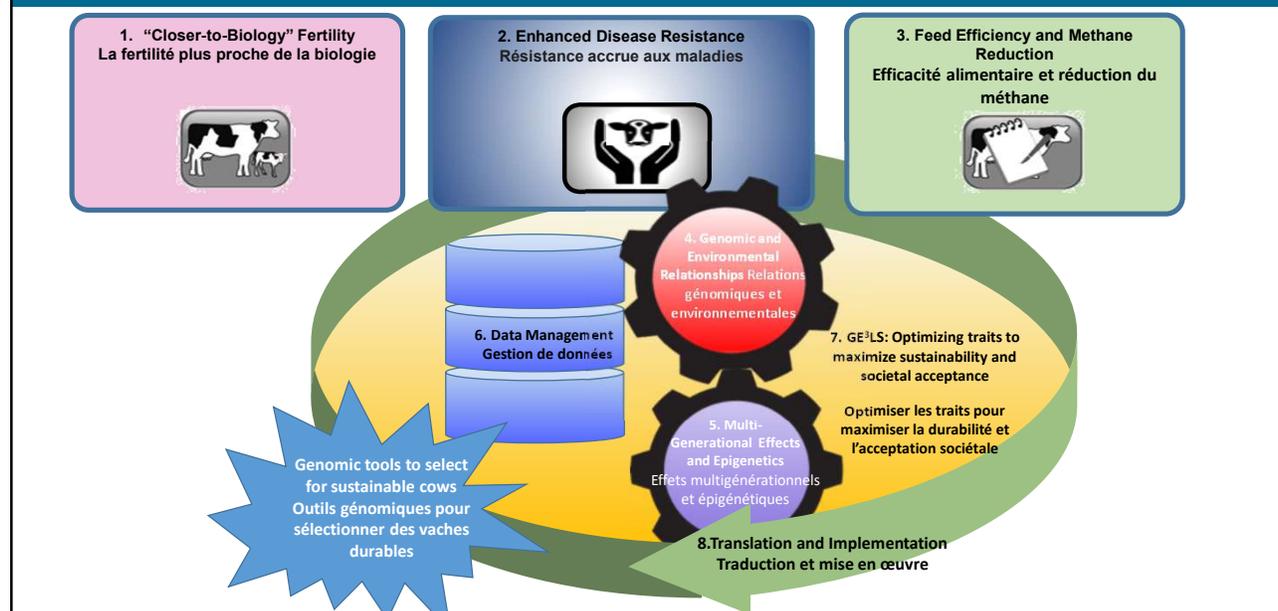
What is a resilient animal?

- an animal able to adapt rapidly to changing conditions,
- without compromising its productivity, health or fertility,
- while becoming more resource-efficient,
- and reducing its environmental burden.

3

3

## The Resilient Dairy Genome Project



4

## 1. La fertilité plus proche de la biologie



## 1. Closer to biology fertility



- Phénotypes standardisés basés sur des capteurs automatisés
- Facteurs physiologiques affectant l'expression œstrale et la survie de l'embryon
- Marqueurs génomiques de l'expression de l'œstrus et de la fertilité

- Standardized phenotypes based on automated sensors
- Physiological factors affecting estrous expression and embryo survival
- Genomic markers of estrus expression and fertility

5

5

## 1. La fertilité plus proche de la biologie



## 1. Closer to biology fertility

- Une distance ano-génital (DAG) plus courte a des corrélations favorables avec des résultats de reproduction positifs:
  - + Gestation / insémination
  - - recrutement folliculaire
  - - âge à la première conception
  - - Concentration d'androgène
- Collecte de phénotypes simple et rapide
- Hypothèse physiologique
  - Exposition aux androgènes in utero



- Shorter Ano-genital distance (AGD) has favorable correlations with positive reproduction outcomes:
  - + Pregnancy / insemination
  - - follicular recruitment
  - - age at first conception
  - - Androgenous concentration
- Quick and simple phenotype collection
- Physiological Hypothesis
  - In utero androgen exposure

6

6

2. Résistance accrue aux maladies	2. Enhanced Disease Resistance
 UNIVERSITY of GUELPH	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troubles de la fertilité dans les analyses génomiques de routine (Lactanet, décembre 2020)</li> <li>• Vérifier si la santé des veaux peut être améliorée par la sélection génomique</li> <li>• Vérifier si la susceptibilité à la leucose peut être améliorée par la sélection génomique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertility disorders in routine genomic analyses (Lactanet, Dec 2020)</li> <li>• Investigating if calf health can be improved by genomic selection</li> <li>• Investigating if Leukosis susceptibility can be improved by genomic selection</li> </ul>
7	

7

2. Résistance accrue aux maladies	2. Enhanced Disease Resistance			
 UNIVERSITY of GUELPH				
Dataset	Calf Traits/ Caractères du veau	Single trait h <sup>2</sup>	Multiple trait h <sup>2</sup>	Genetic correlation / Corrélation génétique
1% Data	Diarrhea / Diarrhée	0.043	0.044	
	Respiratory problems / maladies respiratoires	0.027	0.043	0.53 (0.07)
5% Data	Diarrhea	0.060	0.066	
	Respiratory problems / maladies respiratoires	0.037	0.071	0.62 (0.07)
All heritability standard errors < 0.01 / Toutes les erreurs types d'héritabilité < 0,01				
8				

8

## 2. Résistance accrue aux maladies

Analyse génomique du syndrome spastique

Informations de 742 troupeaux collectées par Lactanet

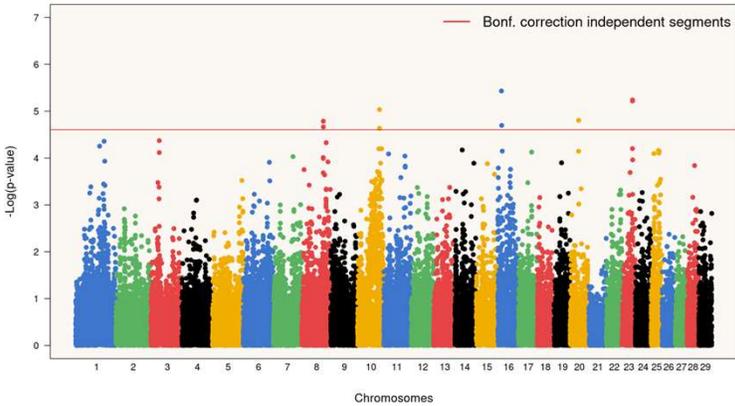


UNIVERSITY of GUELPH

## 2. Enhanced Disease Resistance

Genomic analysis of spastic syndrome

Information on 742 herds collected by Lactanet



9

9

## 3. Efficacité alimentaire et réduction du méthane

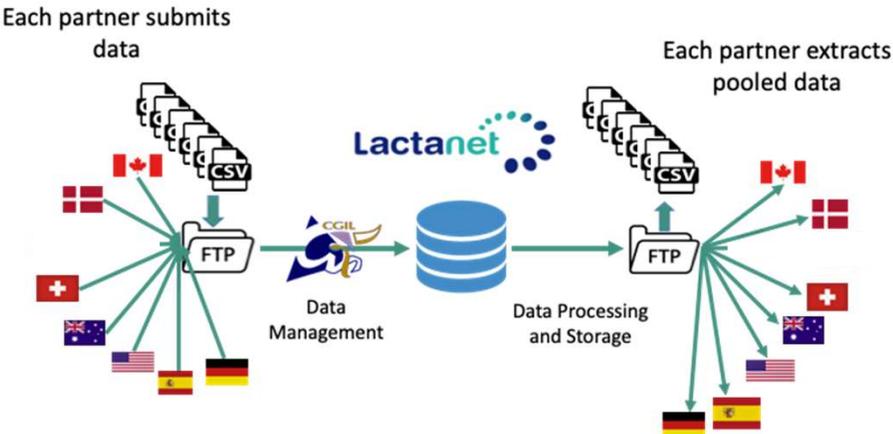
• Élargir la population de référence



UNIVERSITY of GUELPH Lactanet

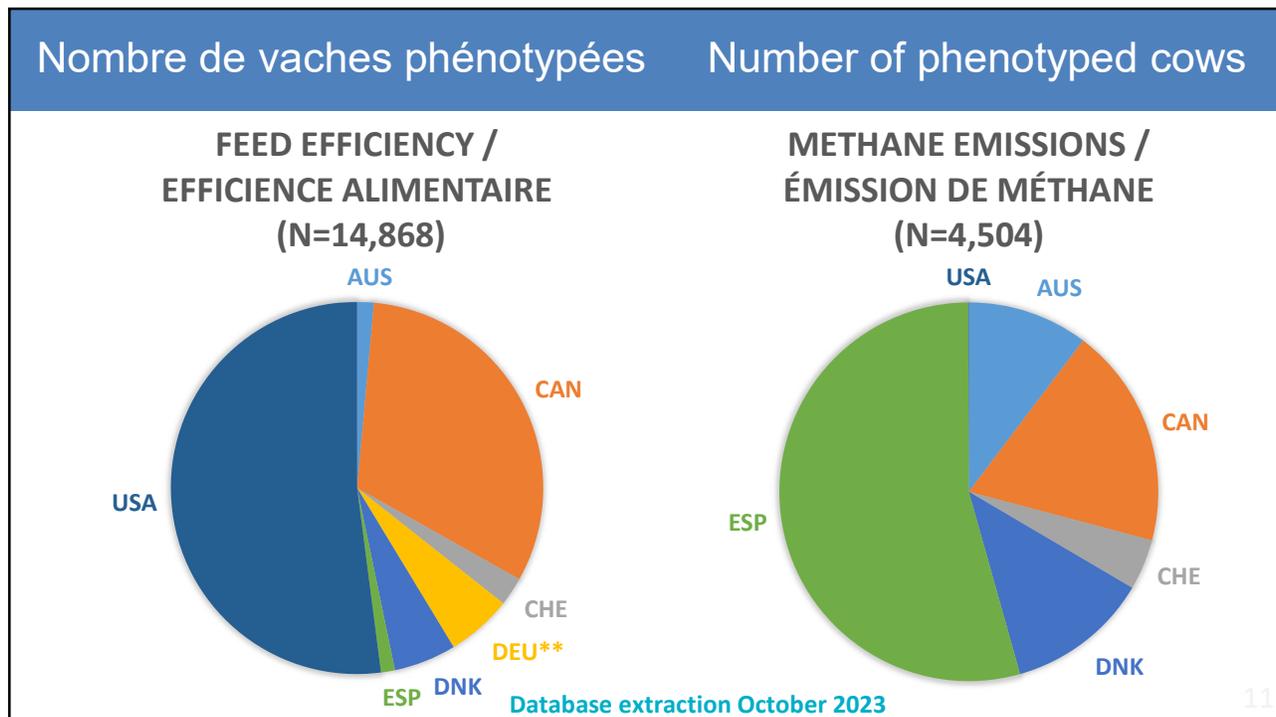
## 3. Feed Efficiency and Methane Reduction

• Enlarging the reference population



10

10



11

### 3. Efficience alimentaire et réduction du méthane



### 3. Feed Efficiency and Methane Reduction

	Energy Corrected Milk	Metabolic Body Weight	Dry Matter Intake	Feed Efficiency	Methane Production	Rumination Time
Lait corrigé pour l'énergie	<b>0.28 (0.07)</b>	-0.04 (0.21)	0.57 (0.16)	0.20 (0.26)	0.74 (0.13)	0.49 (0.11)
Poids corporel métabolique	-0.03 (0.04)	<b>0.43 (0.11)</b>	0.37 (0.21)	0.34 (0.28)	0.68 (0.10)	-0.24 (0.13)
Apport de matière sèche	0.34 (0.03)	0.21 (0.04)	<b>0.23 (0.07)</b>	0.93 (0.04)	0.83 (0.11)	0.21 (0.13)
Efficience alimentaire	0.05 (0.03)	0.07 (0.04)	0.94 (0.004)	<b>0.15 (0.07)</b>	0.63 (0.17)	-0.01 (0.17)
Production de méthane	0.37 (0.06)	0.45 (0.07)	0.46 (0.05)	0.26 (0.08)	<b>0.36 (0.12)</b>	-0.53 (0.24)
Temps de rumination	0.25 (0.07)	-0.17 (0.08)	0.20 (0.07)	0.08 (0.09)	-0.09 (0.06)	<b>0.45 (0.14)</b>

Lopes et al., 2024

12

4. Relations génétiques et environnementales	4. Genetic and Environmental Relationships
 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres génétiques et prédiction des VÉE des traits de résilience</li> <li>• GWAS multi-traits et méta-analyse pour identifier les régions génomiques ayant des effets pléiotropes sur les traits de résilience</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetic parameters and prediction of EBVs of resilience traits</li> <li>• Multi-trait GWAS and meta-analysis to identify genomic regions with pleiotropic effects on resilience traits</li> </ul>
13	

13

Data Source (Activity)/ Source de données	Trait/ Caractère	Stage of Implementation/ Stade d'implémentation	Year of Implementation/ Année d'implémentation
1.3	Estrous Activity / Activité œstrus	Study / Étude	
1.3	Estrous Intensity / Intensité de l'oestrus	Study / Étude	
1.3	Estrous Interval / Intervalle d'oestrus	Study / Étude	
1.3	Size and Position Score / Score de taille et de position	Study / Étude	
1.3	Ano-Genital distance / Distance ano-génitale	Study / Étude	
2.1	Retained Placenta / rétention placentaire	Implemented / Mis en œuvre	2020
2.1	Metritis / Métrite	Implemented / Mis en œuvre	2020
2.1	Cystic Ovaries / Ovaires kystiques	Implemented / Mis en œuvre	2020
2.2	Johne's Disease / Paratuberculose	Study / Étude	
2.2	Leukosis / Leucose	Under review / à l'étude	
2.3	Respiratory Disease / Maladie respiratoire	Study / Étude	
2.3	Diarrhea / diarrhée	Study / Étude	
2.3	Metabolizable Energy Intake (Calves) / Apport énergétique métabolisable (veaux)	Study / Étude	
3.1	Dry Matter Intake / Apport de matière sèche	Implemented / Mis en œuvre	2021
3.2	Methane Emissions / Émissions de méthane	Implemented / Mis en œuvre	2023
3.2	Body Maintenance Requirements / Besoins de maintenance corporelle	Implemented / Mis en œuvre	2023

14

## 5. Effets multigénérationnels et épigénétiques



- Quantifier l'effet de l'environnement initial (c'est-à-dire la production des vaches) SUR la résilience des filles
- Enquête de signature épigénétique sur des animaux phénotypés de façon précise

## 5. Multigenerational and epigenetic effects

- Quantify effect of early environment (i.e., cow's production) on resilience of daughters
- Survey for epigenetic signature on precisely phenotyped animals

15

15

## 6. Gestion de données



- Gestion de la base de données du projet
- Analyse des données de séquence du génome entier pour les variantes, les génotypes et les annotations fonctionnelles
- Intégration dans le navigateur génomique des résultats du GWAS, des signatures épigénétiques et des variations de séquence annotées

## 6. Data Management

- Management of project database
- Whole-genome sequence data analysis for variants, genotypes, functional annotations
- Genome browser integration of GWAS findings, epigenetic signatures, & annotated sequence variation

16

16

7. Durabilité et acceptation sociale	7. Sustainability and social acceptance
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résultats au niveau de la ferme suite à la sélection des caractères de résilience</li> <li>• Résultats au niveau du marché suite à la sélection des caractères de résilience</li> <li>• Acceptation publique des produits laitiers selon différentes stratégies de sélection</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farm level outcomes from selection of resilience traits</li> <li>• Market level outcomes from selection of resilience traits</li> <li>• Public acceptance of dairy under different breeding strategies</li> </ul>

17

8. Traduction et implémentation	8. Translation and Implementation
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place des évaluations des troubles de la fertilité (réalisé en 2020)</li> <li>• Évaluations de l'efficacité alimentaire (2022)</li> <li>• Évaluations du méthane (2023)</li> <li>• Développer un indice de résilience</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implement fertility disorder evaluations (done 2020)</li> <li>• Feed efficiency evaluations (2022)</li> <li>• Methane evaluations (2023)</li> <li>• Develop resiliency index</li> </ul>

18

Livrables scientifiques	Scientific deliverables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 publications évaluées par des pairs</li> <li>• 75 présentations invitées</li> <li>• 155 séminaires, présentations de conférences, résumés et affiches</li> <li>• 73 étudiants bénévoles du premier cycle</li> <li>• Guelph: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 thèses de MSc complétées <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 en cours</li> </ul> </li> <li>• 3 thèses de PhD complétées <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 en cours</li> </ul> </li> <li>• 5 chercheurs postdoctoraux</li> </ul> </li> <li>• 43 contributions TV, radio et médias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 peer-reviewed publications</li> <li>• 75 invited presentations</li> <li>• 155 seminars, conference presentations, abstracts and posters</li> <li>• 73 undergraduate student volunteers</li> <li>• Guelph: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 MSc Theses completed <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 in progress</li> </ul> </li> <li>• 3 PhD Theses completed <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 in progress</li> </ul> </li> <li>• 5 postdoctoral researchers</li> </ul> </li> <li>• 43 TV, radio and media contributions</li> </ul>

19

19

Leadership en durabilité	Sustainability Leadership
<p><b>Efficiency Alimentaire en 2021</b></p> <p><b>Besoins de maintenance corporelle en 2023</b></p> <p><b>Efficiency du Méthane en 2023</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Première mondiale</b> d'offrir des évaluations de méthane pour augmenter l'efficience environnementale <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Économies</b> sur les coûts d'alimentation et d'énergie animale</li> <li>➤ Baisse importante de la production de méthane</li> <li>➤ Les deux objectifs <b>sans impact sur la production</b></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Des avantages tangibles pour les producteurs, l'industrie, les consommateurs et la société</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stratégies d'atténuation Génétique + Alimentaire: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carboneutralité d'ici 2050</li> <li>➤ Diminution de 6,7T eq CO<sub>2</sub></li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Feed Efficiency evaluation in 2021</b></p> <p><b>Body Maintenance Requirement in 2023</b></p> <p><b>Methane Efficiency evaluation in 2023</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>World first</b> to offer methane evaluations to increase environmental efficiency <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Savings</b> in feed and animal energy costs</li> <li>➤ Sizeable <b>decrease in methane</b> production</li> <li>➤ Both goals <b>without impacting production</b></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Tangible benefits to producers, industry, consumers and society</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Genetics + Nutrition mitigation strategies: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ GHG Net-zero by 2050</li> <li>➤ Decrease of 6.7Mt CO<sub>2</sub>eq</li> </ul> </li> </ul>

20




2023 International Dairy Federation Innovation in Climate Action Award awarded to Lactanet and Semex  
 Le Prix de l'innovation en action climatique de la Fédération internationale du lait 2023 décerné à Lactanet et Semex



2023 University of Guelph Innovation of the Year Award awarded to team  
 Le prix Innovation de l'année 2023 de l'Université de Guelph décerné à notre équipe

<1>

21

2023-2027 – Canadian applied research initiatives  
*Initiatives canadiennes de recherche appliquée*

**2022-2026 Alberta, Quebec, Ontario (\$6.2M)**

**Regional Initiatives/Initiatives Régionales**

- Lactanet investing in FE and ME collection CH4 sniffers in Canadian commercial farms  
*Lactanet investit dans la collecte de données d'EA et d'EM*  
*Capteurs de CH4 dans des fermes canadiennes commerciales*

---

**Dairy NetZero ICT / Lait net zéro**

- Roadmap for greenhouse gas emission reduction  
*Feuille de route pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre*

**2023-2027 Genome Canada / Génome Canada (\$16M)**

**Leveraging Genomics to Achieve Dairy Net-Zero**  
 Christine Baes, Filippo Miglior, Rachel Gervais, Paul Stothard  
 + National and International Partners

**Interdisciplinary Challenge Team Competition**  
 Start: 2023  
 Project Duration: 4 years





22

22

Objectifs	Goals
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidation des données existantes sur les émissions de méthane (incluant les bovins de boucherie)</li> <li>• Estimer les émissions des animaux et des troupeaux</li> <li>• Quantifier les réductions potentielles de GES grâce à des stratégies génétiques et nutritionnelles</li> <li>• Améliorer les évaluations génomiques du CH4</li> <li>• Comprendre les attitudes/comportements du public à l'égard des réductions d'émissions</li> <li>• Développer et mettre en œuvre des outils de suivi et d'analyse comparative du CH4 dans les troupeaux</li> <li>• Élaborer une feuille de route pour l'atténuation du CH4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidation of existing methane emissions data (including beef)</li> <li>• Estimate animal and herd-level emissions</li> <li>• Quantify potential GHG reductions through genetic and nutrition strategies</li> <li>• Enhance CH4 genomic evaluations</li> <li>• Understand public attitudes/behaviours to emissions reductions</li> <li>• Develop and implement CH4 herd monitoring and benchmarking tools</li> <li>• Develop a roadmap for CH4 mitigation</li> </ul>

23

23

<p><b>Christine Baes</b> Professor and Canada Research Chair, University of Guelph</p>	<p><b>Rachel Gervais</b> Professor, Université Laval</p>	<p><b>Fawn Jackson</b> Chief Sustainability Officer, Dairy Farmers of Canada</p>	<p><b>Ermias Kebreab</b> Professor and Associate Dean, University of California Davis</p>	<p><b>Filippo Miglior</b> Senior Advisor, Lactanet Canada</p>	<p><b>Michael von Massow</b> Professor, University of Guelph</p>	
<p><b>Jennifer Ellis</b> Professor University of Guelph</p>	<p><b>Doug MacDonald</b> Section Head, Environment and Climate Change Canada</p>	<p><b>Francesca Malchiodi</b> Director, Genetics &amp; Analytics Semex</p>	<p><b>Caeli Richardson</b> Plant and Animal Geneticist AbacusBio</p>	<p><b>Debora Santschi</b> Director, Innovation, Lactanet Canada</p>	<p><b>Flavio Schenkel</b> Professor University of Guelph</p>	<p><b>Paul Stothard</b> Professor, University of Alberta</p>

24

## Partenaires internationaux      International Partners

**Methane data on:**  
16K dairy cows  
13K beef and  
beef x dairy cows

25

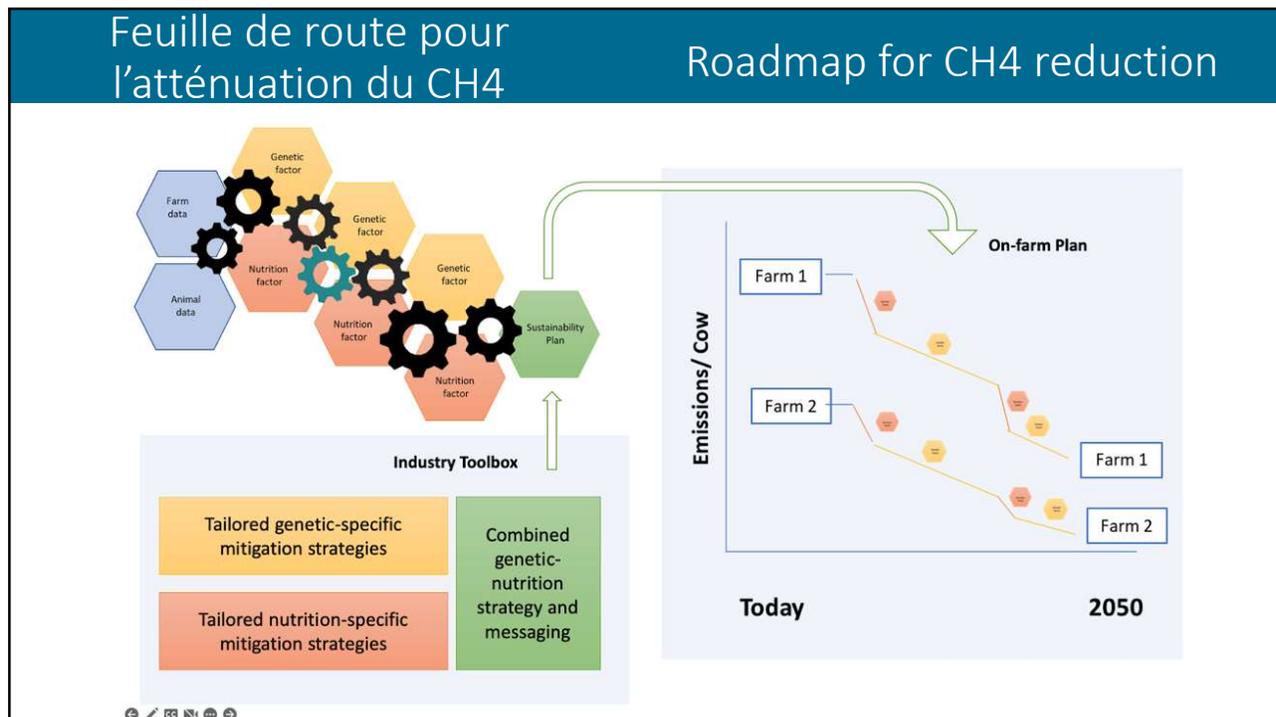
25

### Leveraging Genomics to Achieve Dairy Net-Zero: Proposal Activities

### Tirer parti de la génomique pour atteindre la production laitière nette zéro: Activités proposées

26

26



27

Avantages sociaux et économiques	Social and Economic Benefits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producteurs laitiers canadiens               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des coûts d'alimentation animale et réduction des émissions de méthane                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction de 55 % d'ici 2050, équivalent à 338 M\$ à 50 \$/tonne de CH<sub>4</sub></li> <li>• ~100 M\$ d'économies nettes (réduction d'inefficacité)</li> </ul> </li> <li>• Une chance de s'autoréglementer avant le gouvernement</li> <li>• Image améliorée</li> </ul> </li> <li>• La société canadienne               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution de l'impact environnemental de la production laitière</li> </ul> </li> <li>• Entreprises canadiennes (AI, Lactanet, Contrôle laitier)               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des revenus/ventes à l'échelle nationale et internationale</li> <li>• Le Canada à l'avant-garde mondiale de l'élevage animal avancé</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canadian dairy producers               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction of feed costs and cutback in Methane Emissions                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• 55% reduction by 2050, equivalent to \$338M at \$50/tonne of CH<sub>4</sub></li> <li>• ~\$100M in net savings (reduced inefficiency)</li> </ul> </li> <li>• A chance to self-regulate before the government does</li> <li>• Improved image</li> </ul> </li> <li>• Canadian society               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreased environmental impact of dairying</li> </ul> </li> <li>• Canadian companies (AI, Lactanet, DHI)               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Increased revenue/sales nationally and internationally</li> <li>• Canada at the global forefront of advanced livestock breeding</li> </ul> </li> </ul>

28

28

## Remerciements

## Acknowledgements

29

Merci de votre attention!  
Thank you for listening!

Questions?

[cbaes@uoguelph.ca](mailto:cbaes@uoguelph.ca)

[www.resilientdairy.ca](http://www.resilientdairy.ca)

30