



# Utilisation de la génétique pour réduire les émissions de méthane

Francesca Malchiodi  
Semex - Université de Guelph

## UN TRAVAIL D'ÉQUIPE

Hinayah Oliveira  
Saranya Narayana  
Filippo Miglior  
Allison Fleming  
Janusz Jamrozik  
Gerrit Kistemaker  
Hannah Sweett  
Brian Van Doormaal



Christine Baes  
Flavio Schenkel  
Saeed Shadpour

*Et tous les étudiants gradués et post-doctoraux qui, chaque jour, trois fois par jour, ont collecté les données de CH<sub>4</sub> depuis 2016*



Francesca Malchiodi  
Mike Lohuis  
Jay Shannon



Dagnachew  
Hallemariam  
Graham Plastow  
Paul Stothard

## ENGAGEMENT MONDIAL SUR LE MÉTHANE

149 signataires travaillent collectivement pour réduire d'au moins 30 % sous les niveaux de 2020 les émissions mondiales de méthane dans tous les secteurs d'ici 2030

## PRODUCTEURS LAITIERS DU CANADA

Objectif : que le secteur des fermes laitières atteigne la carboneutralité d'ici 2050, avec comme jalon important l'an 2030

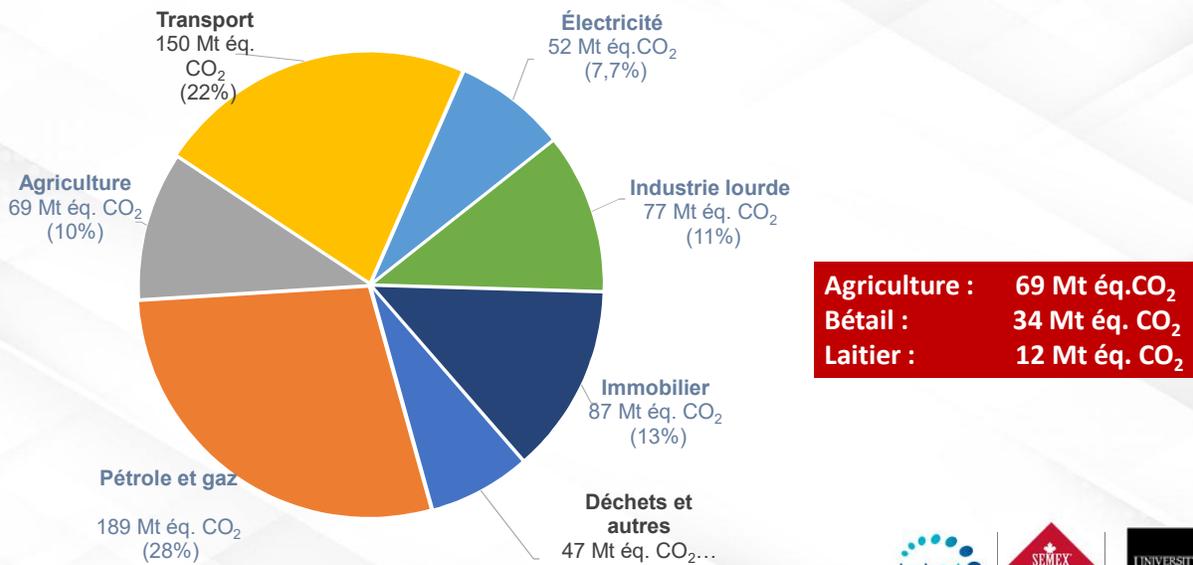
## PLATEFORME MONDIALE DES PRODUITS LAITIERS

Organisations de premier plan, dont plusieurs des plus grandes compagnies laitières dans le monde, parmi les premières à appuyer la nouvelle initiative climatique mondiale 'Pathways to Dairy Net Zero'



Atténuation climatique - La nécessité d'être compétitif dans le secteur de la consommation

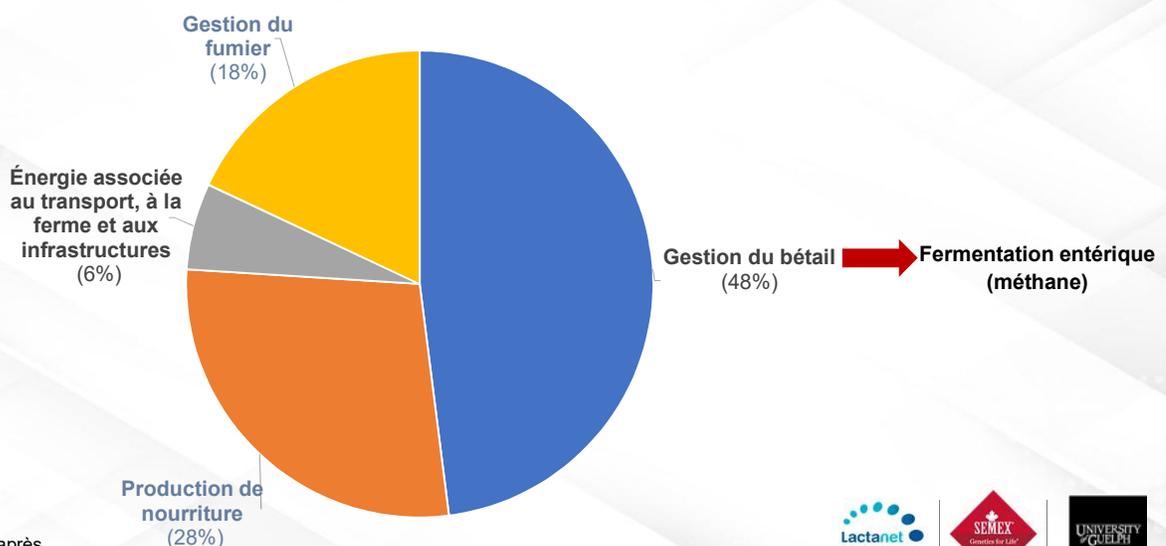
## Émissions de GES au Canada par secteur économique (2021)



Source : D'après [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2022/eccc/En81-4-2020-1-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/eccc/En81-4-2020-1-eng.pdf)



## Portrait environnemental de la production de 1 kg de lait canadien (2016)



Source : d'après [https://www.dairyfarmers.ca/content/download/6327/56092/version/2/file/LCA\\_ExecutiveSummary.pdf](https://www.dairyfarmers.ca/content/download/6327/56092/version/2/file/LCA_ExecutiveSummary.pdf).





# L'animal joue un rôle clé

19 à 24 % expliqué par la génétique de l'hôte (vache)

7 à 13 % expliqué par le microbiote du rumen

La génétique de l'hôte et la composition de la communauté microbienne du rumen combinées expliquent 31 à 34 % de la variance totale des émissions de CH<sub>4</sub>

Difford et coll. 2018; Zhang et coll. 2020



## La boîte à outils génétiques de Lactanet



Efficacité alimentaire  
Avril 2021



Besoins de maintenance corporelle  
Avril 2023



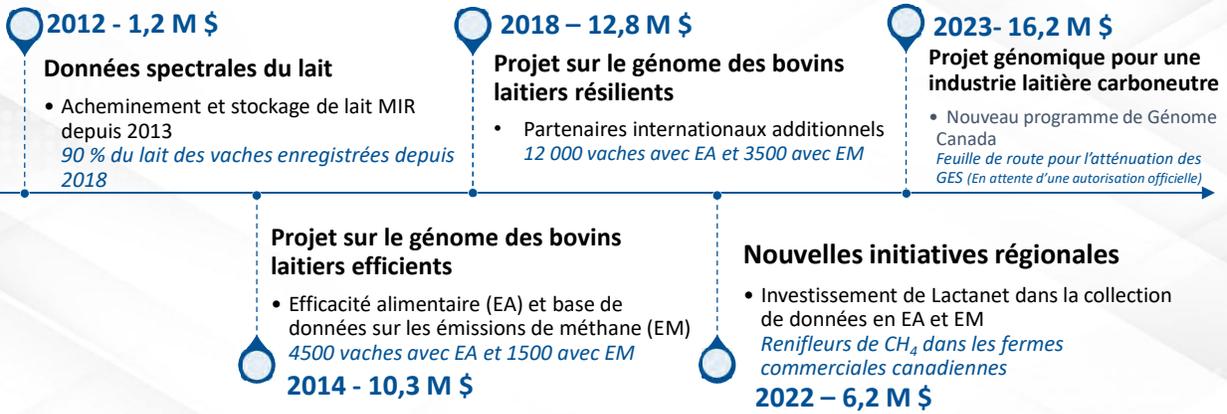
Effizienz du méthane  
Avril 2023

Réduisent les coûts alimentaires

Réduit les émissions de méthane



## Bâtir la capacité des traits environnementaux avec le temps



Depuis 2013, plusieurs projets (4,2 M \$) de génotypage avec puces de moyenne-haute densité -> plus de 45 000 vaches



## Méthane recueilli

- Par l'Université de Guelph et l'Université de l'Alberta grâce à deux projets internationaux :



- Divers protocoles de collecte à l'aide du système GreenFeed (C-Lock Inc., Rapid City, SD)
- Émissions de méthane de plus de 500 vaches mesurées avec le système Greenfeed





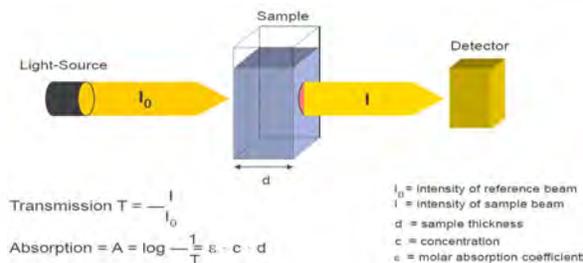
Échantillon de lait collecté à la ferme



Échantillon de lait analysé en laboratoire

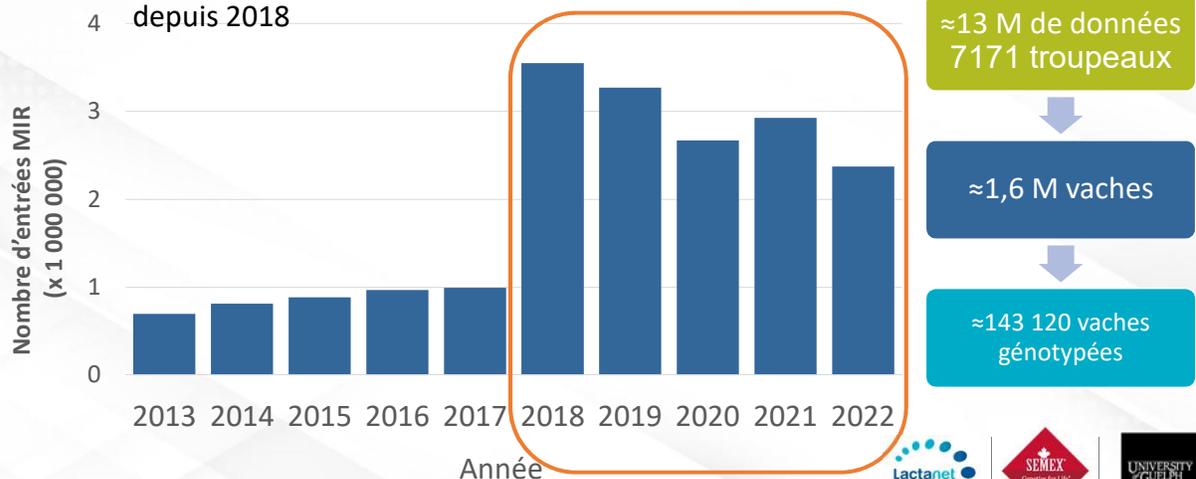
La spectroscopie MIR est déjà utilisée pour déterminer les composants du lait, tels que les pourcentages de gras et de protéine, mais aussi le BHB dans des échantillons de lait

## PRÉDICTION DES ÉMISSIONS CH<sub>4</sub> GRÂCE AUX DONNÉES MIR



## Investissement en lait MIR par Lactanet

- Potentiel et disponibilité élevés
- Données lait MIR de **90 % des vaches laitières enregistrées** depuis 2018



# Analyses CH<sub>4</sub> à l'Université de Guelph

## Un résultat clé

- Recherche menée par Flavio Schenkel, Saeed Shadpour et Christine Baes
- Implication étroite de Filippo Miglior, conseiller principal chez Lactanet pour les initiatives génétiques stratégiques
- **Les données spectrales MIR du lait d'une vache peuvent être utilisées pour prédire avec précision sa production de méthane**



J. Dairy Sci. 105:8272–8285  
<https://doi.org/10.3168/jds.2021-21176>

© 2022, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.  
This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Predicting methane emission in Canadian Holstein dairy cattle using milk mid-infrared reflectance spectroscopy and other commonly available predictors via artificial neural networks**

Saeed Shadpour,<sup>1</sup> Tatiane C. S. Chud,<sup>1</sup> Dagnachew Hailemariam,<sup>2</sup> Graham Plastow,<sup>2</sup> Hinayah R. Oliveira,<sup>1</sup> Paul Stothard,<sup>2</sup> Jan Lassen,<sup>3</sup> Filippo Miglior,<sup>1,4</sup> Christine F. Baes,<sup>1</sup> Dan Tulpan,<sup>1</sup> and Flavio S. Schenkel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centre for Genetic Improvement of Livestock, Department of Animal Biosciences, University of Guelph, Guelph, Ontario, N1G 2W1, Canada

<sup>2</sup>Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, T6G 2P5, Canada

<sup>3</sup>Center for Quantitative Genetics and Genomics, Aarhus University, Tjele, 8830, Denmark

<sup>4</sup>Lactanet Canada, Guelph, Ontario, N1K 1E5, Canada



# Prédiction de CH<sub>4</sub> avec les données MIR



- Perceptron multicouche, un réseau neuronal artificiel basé sur le modèle de régularisation Bayesian
- 241 données spectrales MIR utilisées pour la prédiction
- Émissions moyennes journalières de méthane collectées de 496 vaches (entre 5 à 305 j) provenant de deux troupeaux

**Exactitude de prédiction :  
0,70**



## Prédiction de CH<sub>4</sub> pour la sélection génétique

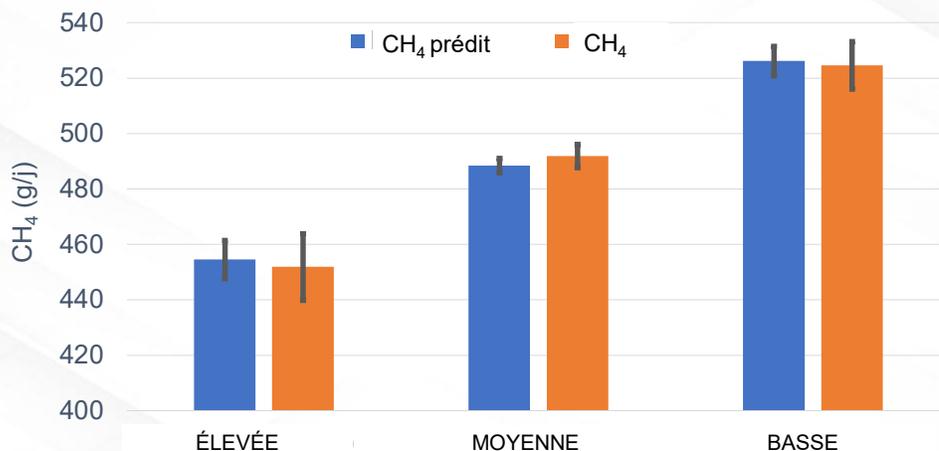
**23 %**  
Héritabilité (moyennement élevée)

**70 %**  
Fiabilité

**92 %**  
Corrélation génétique  
entre le méthane recueilli  
et celui prédit par MIR



## CH<sub>4</sub> moyen recueilli et prédit par VÉEG



## Prédiction de CH<sub>4</sub> pour la sélection génétique

**23%**  
Héritabilité (moyennement élevée)

**70%**  
Fiabilité

**92%**  
Corrélation génétique entre le méthane recueilli et celui prédit par MIR

Corrélation génétique défavorable avec le rendement en gras



## Évaluation génomique pour l'efficacité du méthane

La production de CH<sub>4</sub> prédite est génétiquement indépendante des rendements en lait, gras et protéine via la régression linéaire

L'efficacité du méthane aide à réduire la production de méthane du troupeau sans nuire aux niveaux de production



## Expression de l'efficacité du méthane (taureaux officiels)

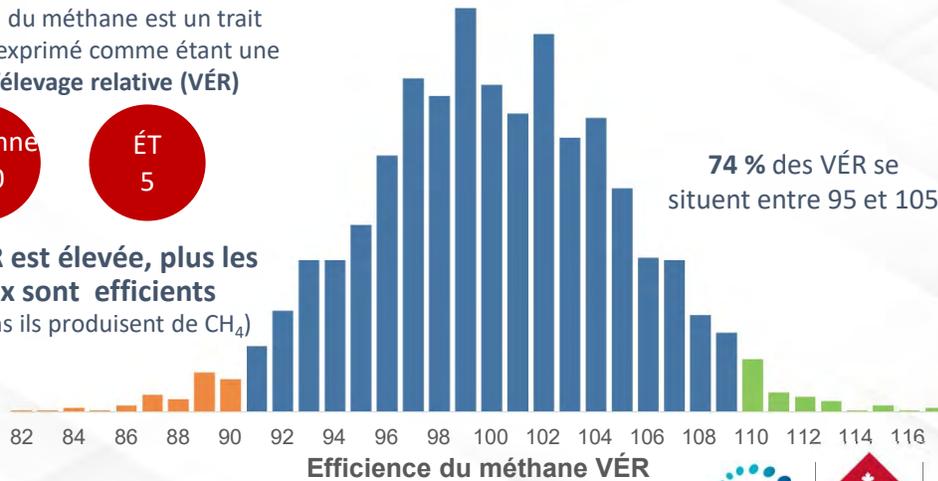
L'efficacité du méthane est un trait fonctionnel exprimé comme étant une valeur d'élevage relative (VÉR)

moyenne  
100

ÉT  
5

Plus la VÉR est élevée, plus les animaux sont efficaces  
(c.-à-d. moins ils produisent de CH<sub>4</sub>)

74 % des VÉR se situent entre 95 et 105



## Interprétation

Réduire la production de CH<sub>4</sub> par la sélection d'une efficacité du méthane élevée sans influencer les traits de la production

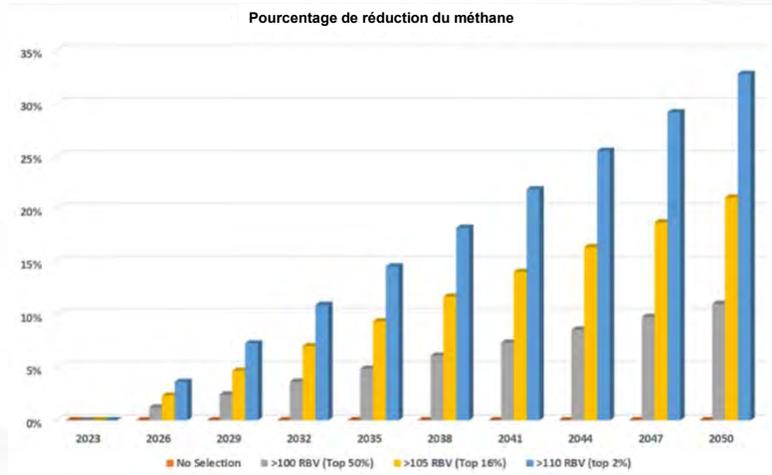
↑ 5 points de la VÉR du taureau pour l'EM, les filles devraient produire 3 kg CH<sub>4</sub> de moins par année

Diminution de 1,5 % des émissions de CH<sub>4</sub> par vache par année

Les propriétaires de troupeau effectuant une sélection pour l'EM peuvent obtenir une réduction de 20 à 30 % des émissions de CH<sub>4</sub> de leur troupeau d'ici 2050



# RÉDUIRE LE MÉTHANE DE 20 À 30 % D'ICI 2050



EFFET DE LA SÉLECTION GÉNÉTIQUE



**Methane Efficiency**

**Distribution**

Metric	Value	Change
Average ME (Herd)	100.5	-0.3%
Average ME (Top 10%)	107.8	-4.7%

Overall Change - Methane Emissions  
0-12 vs 12-36 (mos)      0-12 vs > 36 (mos)

## Surveillez votre troupeau

**L'apport de preuves génétiques de l'efficacité du méthane montre les progrès du troupeau**

Les résultats génomiques des vaches et génisses permettent la sélection et l'analyse comparative des vaches



### Canadian dairy cows among first in world bred to belch less methane

New genetics could help reduce one of the biggest sources of potent greenhouse gas



A Holstein cow stands in a pasture at a dairy farm near Calgary in this file photograph.

### Climate-friendly cows bred to belch less methane



### Lower-burp cows to be bred with methods based on U of G research

### Canada can now breed for methane efficient dairy cows




Environment

## The climate-friendly cows bred to belch less methane

By Rod Nickel  
August 6, 2023 7:39 PM EDT - Updated 2 months ago

## Prix de l'innovation et de l'action climatique Sommet mondial du lait de la FIL

**Lactanet** @Lactanet\_Canada · Oct 17

Lactanet et Semex remportent le prix en matière d'innovation dans la lutte aux changements climatiques ! Nommés par @dfc\_plc, @Lactanet\_Canada et @Semex ont été reconnus pour avoir développé l'évaluation génétique de l'efficacité du méthane au Canada.

[bit.ly/3Q0HUgv](https://bit.ly/3Q0HUgv)



**Lactanet** @Lactanet\_Canada · Oct 17

Lactanet et Semex remportent le prix en matière d'innovation dans la lutte aux changements climatiques ! Nommés par @dfc\_plc, @Lactanet\_Canada et @Semex ont été reconnus pour avoir développé l'évaluation génétique de l'efficacité du méthane au Canada.

[bit.ly/3Q0HUgv](https://bit.ly/3Q0HUgv)



## Prochaine stratégie

La prédiction MIR vise actuellement les vaches Holstein de 1<sup>re</sup> parité, entre 120 à 185 jél

### Objectifs :

- Améliorer la prédiction MIR du lait
  - Augmenter le n<sup>bre</sup> de données CH<sub>4</sub> avec GreenFeed (CB, QC et AB)
  - Installer des renifleurs de CH<sub>4</sub> (MooLogger) sur les fermes robotisées à travers le Canada
    - ✓ Inclure les vaches Jersey et Ayrshire, en plus des Holstein
    - ✓ Multiples parités
    - ✓ Lactation complète
    - ✓ Différents systèmes d'alimentation et de gestion
- Évaluation génomique améliorée
  - Utiliser les prédictions améliorées du lait MIR + CH<sub>4</sub> du système GreenFeed et des renifleurs



## Résumé

- L'industrie laitière canadienne dispose d'un portfolio de traits à sélectionner génétiquement en vue d'une meilleure durabilité environnementale
- La prédiction des émissions de CH<sub>4</sub> à l'aide des données du lait MIR a fait ses preuves comme outil et alternative rapide à la collecte de CH<sub>4</sub>
- L'efficacité du méthane permet de réduire les émissions de CH<sub>4</sub> sans affecter les niveaux de production
- L'industrie canadienne investit et (co)dirige plusieurs projets de recherche dans le but d'atteindre la carboneutralité



# Remerciements

