



Genetic Selection to Reduce Methane Emissions

Sélection génétique en vue de la réduction des émissions de méthane

Hinayah Rojas de Oliveira

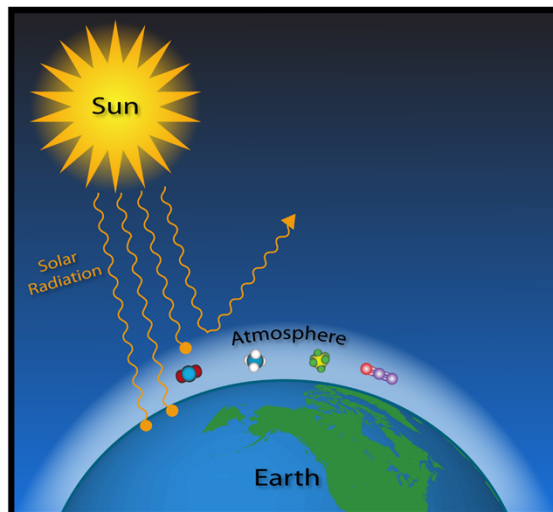
Open Industry Session / Session ouverte de l'industrie
12/10/2022



1

Gaz à effet de serre et changement climatique

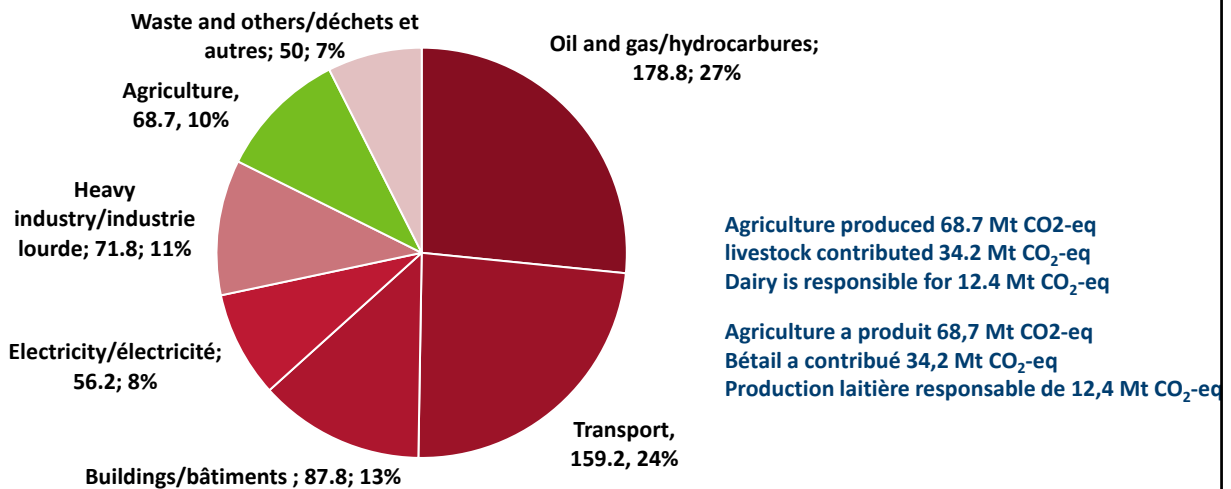
Greenhouse gases and climate change



<https://www.nps.gov/cajo/learn/nature/greenhouse-gasses.htm>

2

GHG by Canadian economic sector 2020 *megatons of carbon dioxide equivalent*
GES par secteur économique canadien 2020 *mégatonnes d'équivalent CO₂*



Adapted from: www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/environmental-indicators/greenhouse-gas-emissions

3

3

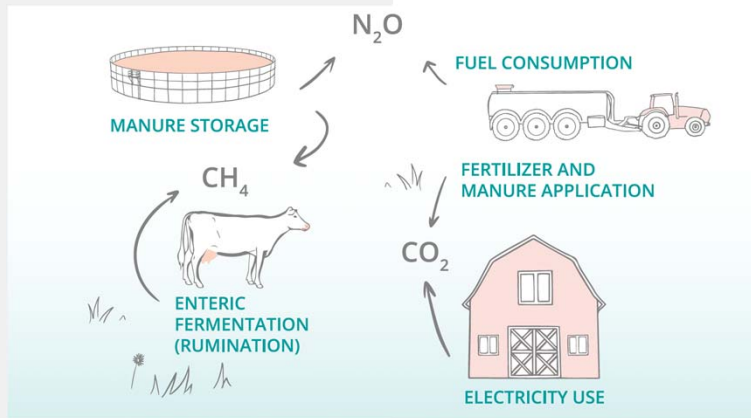
Gaz à effet de serre dans l'industrie laitière

Greenhouse gases in the dairy industry



➤ Principalement méthane (CH₄), oxyde de diazote (N₂O) et dioxyde de carbone (CO₂)

➤ Mainly methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), and carbon dioxide (CO₂)



(Dairy Farmers of Canada)

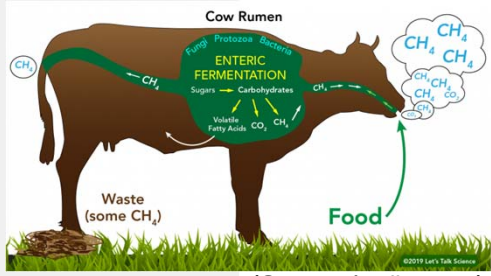
4

| Méthane | Methane |
|----------------|----------------|
|----------------|----------------|



- Au Canada, la production moyenne de méthane par vache est d'environ 150 kg par lactation
- Méthane: ~28 fois le potentiel de réchauffement climatique du CO₂ (Myhre et al., 2013)

- In Canada, the average methane produced per cow is ~150 kg per lactation
- Methane: ~28 times the global warming potential of CO₂ (Myhre et al., 2013)



(©2019 Let's Talk Science)

5

| La durabilité environnementale | Environmental sustainability |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
|---------------------------------------|-------------------------------------|




- **Le changement climatique est une préoccupation mondiale!**
- Le Canada s'est joint à d'autres pays pour appuyer l'Engagement mondial sur le méthane :
Réduire les émissions de 30 % d'ici 2030
- Les Producteurs laitiers du Canada s'engagent à atteindre l'objectif de **zéro émission nette** de gaz à effet de serre à l'échelle de la ferme d'ici 2050


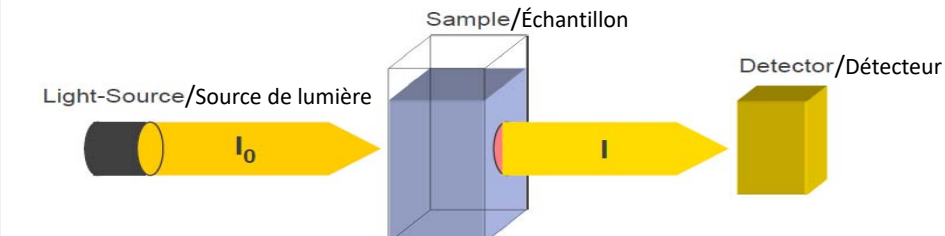
- **Climate change is a global concern!**
- Canada joined other countries in endorsing the Global Methane Pledge:
Reduce emissions by 30% by 2030
- Dairy Farmers of Canada are committed to reaching **net-zero** greenhouse gas emissions from farm-level by 2050

Lactanet:
Genomic evaluation of methane emission!
Évaluation génomique des émissions de méthane!

6

| Sélection en vue de la réduction des émissions de méthane | Selection for reduced methane emission  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Solution permanente et cumulative pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ➤ Principaux défis : <ul style="list-style-type: none"> - Le méthane est très cher et difficile à mesurer - Seuls quelques animaux avec des phénotypes - Les producteurs ne sont pas disposés à sacrifier les caractères de production | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Permanent and cumulative solution to reduce greenhouse gas emissions ➤ Main challenges: <ul style="list-style-type: none"> - Methane is very expensive and difficult to measure - Only a few animals with phenotypes - Producers are not willing to sacrifice production traits |

7

| La solution | Solution  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Évaluation génomique des émissions de méthane au même niveau de production laitière ➤ Méthane prédit à l'aide des données de spectroscopie infrarouge moyen (MIR) du lait | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Genomic evaluation of methane emission at the same level of milk production ➤ Methane predicted using milk mid infrared (MIR) spectroscopy data |
|  <p>The diagram illustrates the process of mid-infrared (MIR) spectroscopy. It shows a yellow arrow representing light from a 'Light-Source/Source de lumière' with intensity I_0 passing through a 'Sample/Échantillon' (represented by a blue cube). The light that passes through the sample is labeled with intensity I and is captured by a 'Detector/Détecteur' (represented by a yellow cube).</p> | |

8

Pourquoi les données MIR?

Why milk MIR data?



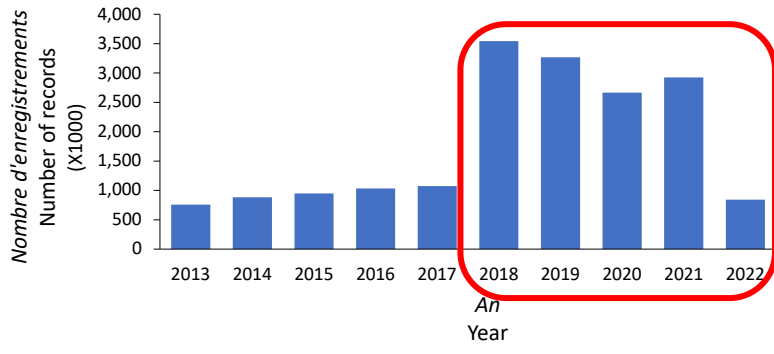
- Sens biologique, grand potentiel et disponibilité

- Biological sense, great potential, and availability

~13M données
~1,6M vaches



~137K sont
génomées



~13M records
~1,6M cows



~137K are
genotyped

9

Traitement des données MIR du lait

Processing of the milk MIR data



1^{re} étape :

Identification des
sous-ensembles

2^e étape :

Contrôle de
qualité

3^e étape :

Normalisation

4^e étape :

Prétraitement

Step 1:

Identification
of subsets

Step 2:

Quality
control

Step 3:

Standardization

Step 4:

Pre-
treatment

10

| Prédiction du méthane | Prediction of methane |
|---|---|
| <p>➤ Algorithme d'apprentissage automatique Population de formation (données MIR lait + méthane collectées)</p> <p>Précision de prédiction de 0,68</p> <p>Milk MIR spectra Spectres MIR du lait</p> <p>Corrélation génétique avec le méthane collecté : 0,85</p> | <p>➤ Machine learning algorithm Training population (Milk MIR data + collected methane)</p> <p>Prediction accuracy of 0.68</p> <p>Predicted methane Méthane prédit</p> <p>Genetic correlation with collected methane: 0.85</p> |

11

| Évaluation génomique du méthane prédit | Genomic evaluation of predicted methane |
|---|---|
| <p>➤ Évaluation génomique en une seule étape des émissions de méthane au même niveau de production laitière</p> <p>Genotype, Pedigree, Phenotype</p> <p>GEBV CH4</p> | <p>➤ Single-step genomic evaluation of methane emission at the same level of milk production</p> <p>Genotype, Pedigree, Phenotype</p> <p>GEBV ECM</p> |
| <p>Two-trait model Modèle à deux caractères</p> <p>Recursive approach Approche récursive</p> <p>GEBV for "methane efficiency" VÉEG pour « l'Efficiency du méthane »</p> | |


12

| Évaluation génomique du méthane prédit (CH ₄) | | Genomic evaluation of predicted methane (CH ₄) | | | | |
|--|--------|--|--------|--------|----------------|----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Seules des vaches canadiennes en première lactation ➤ 120 à 185 JEL | | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Only first lactation Canadian cows ➤ 120 to 185 DIM | | | | |
| 669 118 données 466 817 vaches | | 669,118 records 466,817 cows | | | | |
| | G | HTD | PE | R | h ² | r _g |
| ECM | 9.17 | 10.91 | 5.69 | 6.44 | 0.28 | - |
| CH ₄ | 445.13 | 721.82 | 161.21 | 468.58 | 0.25 | 0.11 |
| Methane Efficiency Efficience du méthane | 440.18 | 727.72 | 160.82 | 458.15 | 0.25 | 0.00 |


13

| Évaluation génomique de l'Efficienc e du méthane | | Genomic evaluation of Methane Efficiency | |
|--|--------------------------------|--|-------------------|
| ➤ Fiabilités moyennes par groupe | | ➤ Average reliabilities per group | |
| Category/Catégorie | | N | REL (SD) |
| Cows with records Vaches avec relevés | - Non genotyped/non génotypées | 410,707 | 54.6 (5.4) |
| | - Genotyped/génotypées | 56,110 | 85.7 (1.8) |
| Cows without records Vaches sans relevés | - Non genotyped/non génotypées | 714,828 | 23.9 (13.9) |
| | - Genotyped/génotypées | 24,101 | 72.1 (2.3) |
| Young bulls Jeunes taureaux | | 1,657 | 72.5 (1.2) |
| Official bulls Taureaux officiels | | 1,932 | 95.6 (2.6) |

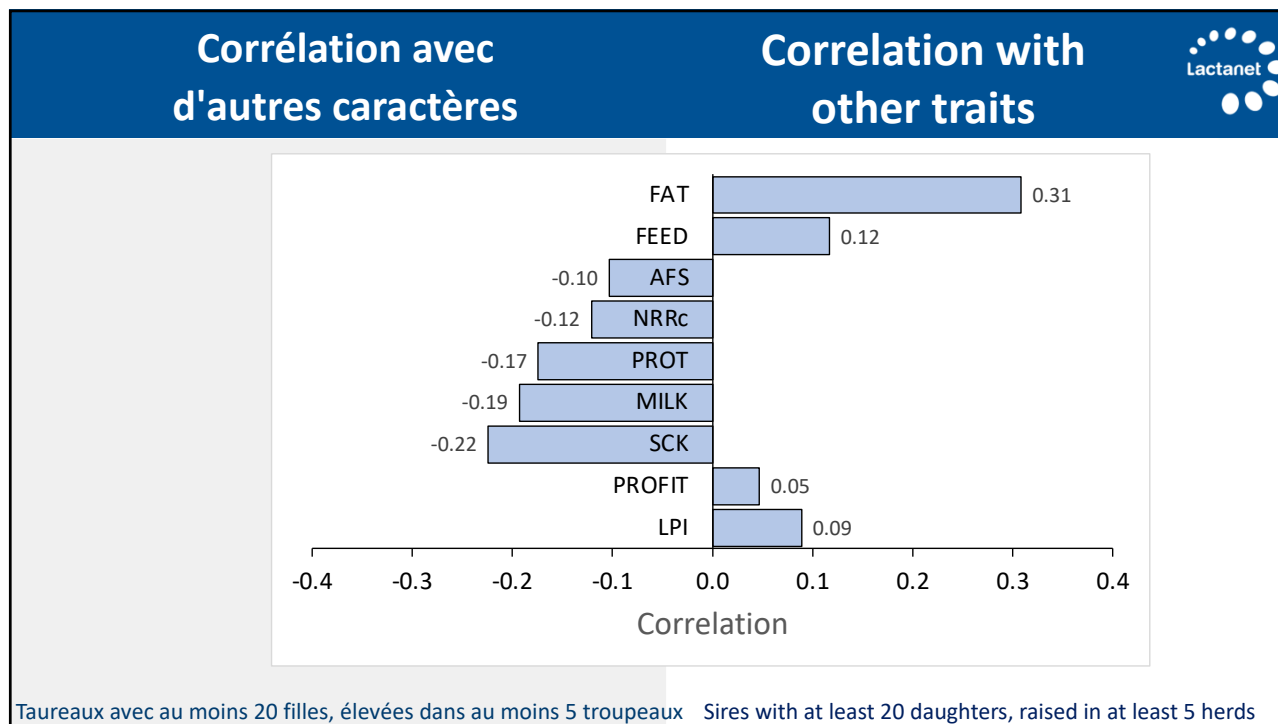
14

| Méthane prédit vs méthane collecté | | Predicted vs. Collected Methane | |  | |
|---|--|---------------------------------|-------------|---|--|
| Category/Catégorie | | N | REL (SD) | | |
| Official bulls Taureaux officiels | | 1,932 | 95.6 (2.6) | | |
| (Pedigree-based) (basé sur la généalogie) | Predicted methane <i>Méthane prédit</i> | 134 | 93.0 (4.0) | 466,817 vs. 482 | |
| | Collected methane <i>Méthane collecté</i> | 134 | 25.4 (14.3) | | |
| (At least 2 daughters with collected methane) (Au moins 2 filles avec du méthane collecté) | | | | | |

15

| Méthane prédit vs méthane collecté | | Predicted vs. Collected Methane | |  | |
|---|--|---------------------------------|-------------|---|--|
| Category/Catégorie | | N | REL (SD) | | |
| Official bulls Taureaux officiels | | 1,932 | 95.6 (2.6) | | |
| (Pedigree-based) (basé sur la généalogie) | Predicted methane <i>Méthane prédit</i> | 29 | 97.9 (2.3) | 466,817 vs. 482 | |
| | Collected methane <i>Méthane collecté</i> | 29 | 46.6 (10.5) | | |
| (At least 5 daughters with collected methane) (Au moins 5 filles avec du méthane collecté) | | | | | |

16



17

Messages à retenir

Take-home messages

- L'évaluation génomique des émissions de méthane fonctionne et est prête
- Prédire le méthane à l'aide des données MIR du lait s'est avéré une excellente alternative à court terme
- Sélectionner pour *l'efficacité du méthane* permettra de sélectionner pour réduire les émissions de méthane sans sacrifier les caractères de production
- L'efficacité du méthane n'est pas fortement corrélée à aucun autre caractère (mais une attention au gras est nécessaire)

- Genomic evaluation of methane emission is working and ready
- Predict methane using milk MIR data has been proved to be a key short-term alternative
- Select for *methane efficiency* will allow to select for reduced methane emission without sacrifice the production traits
- Methane efficiency is not strongly correlated with any other trait (but attention with fat is needed)

Together we can help Canada to reduce GHG emissions!
Ensemble, nous pouvons aider le Canada à réduire les émissions de GES!

18