Genetic Selection for Methane Efficiency (ME) in Holsteins

Sélection génétique en vue de l'Efficience du méthane (EM) chez les Holstein

Filippo Miglior

Open Industry Session / Session ouverte de l'industrie
23/02/2023

1

Présentation précédente 1

SOI juin 2022 – Hinayah Rojas de Oliveira

- La prédiction de la production de méthane (CH4) basée sur des données MIR du lait a été affinée
- Le CH4 prédit à partir des données MIR du lait est héréditaire

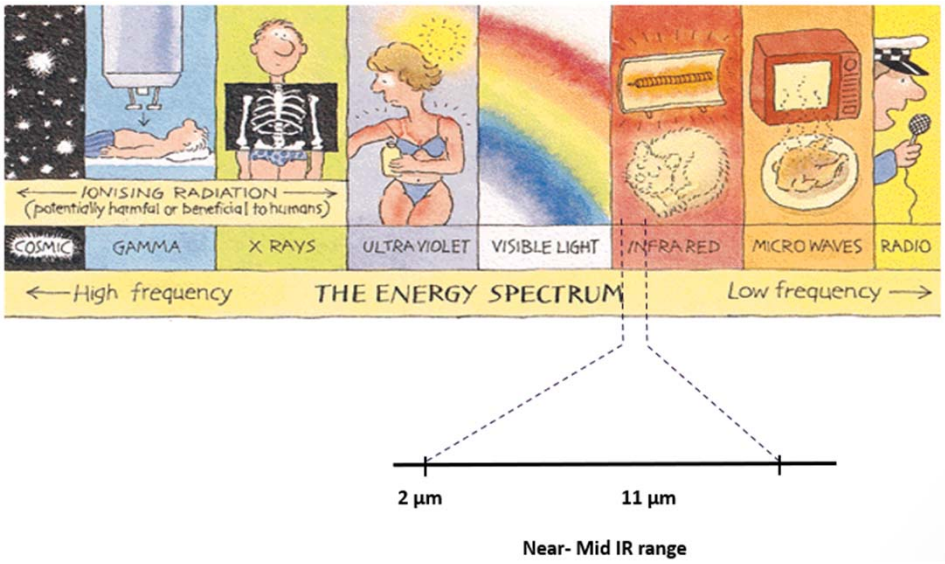
Previous Presentation #1

OIS June 2022 – Hinayah Rojas de Oliveira

- Refined the prediction of methane (CH4) production based on milk MIR data
- CH4 predicted from milk MIR data is heritable

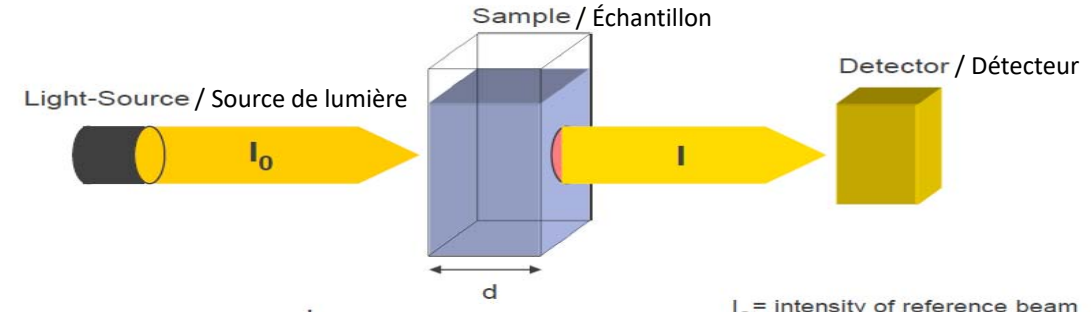
2

Qu'est-ce que l'infrarouge moyen ? / What is mid-infrared?



3

Comment mesurer le MIR dans un échantillon de lait ? / How to Measure MIR in a Milk Sample?



$$\text{Transmission } T = \frac{I}{I_0}$$

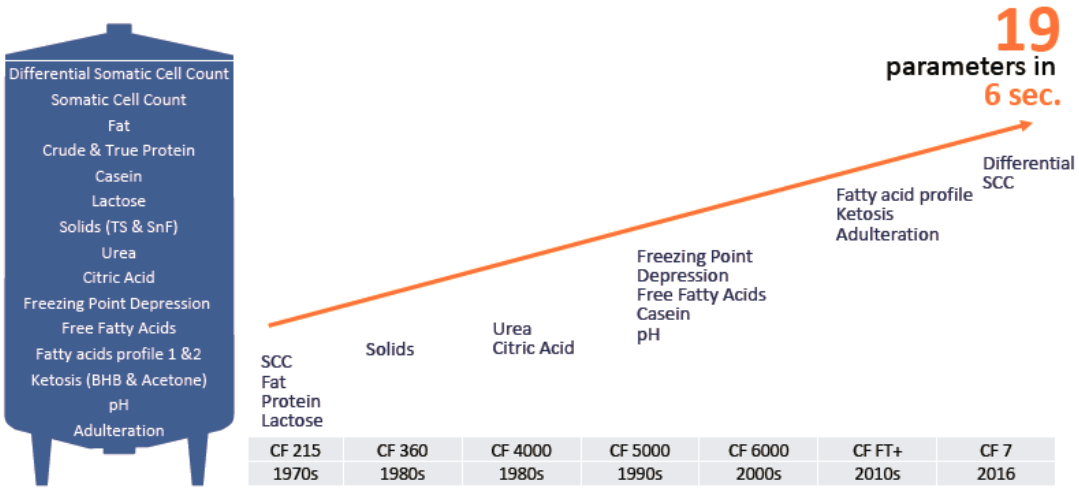
$$\text{Absorption} = A = \log \frac{1}{T} = \varepsilon \cdot c \cdot d$$

I_0 = intensity of reference beam
I = intensity of sample beam
d = sample thickness
c = concentration
ε = molar absorption coefficient

4

La valeur connue des données MIR du lait

The Known Value of Milk MIR Data



5

Présentation précédente 2

SOI octobre 2022 – Hinayah Rojas de Oliveira

- Modèle d'évaluation génomique à deux caractères
  - CH4 prédit
  - Lait corrigé en énergie (LCE)
- Les évaluations de l'Efficience du méthane étaient toujours corrélées avec le gras
  - Sujet discuté par le Conseil d'évaluation génétique (GEB)
- Le LCE n'est pas le meilleur puits d'énergie à utiliser avec le CH4 prédit
- Poursuite des travaux pour utiliser les caractères individuels de la production laitière comme puits d'énergie

Previous Presentation #2

OIS October 2022 – Hinayah Rojas de Oliveira

- Two-trait genomic evaluation model
  - Predicted CH4
  - Energy Corrected Milk (ECM)
- Methane Efficiency evaluations were still correlated to Fat
  - Discussed by the Genetic Evaluation Board (GEB)
- ECM not the best energy sink to use with predicted CH4
- Further work to use individual milk production traits as energy sinks

6

Données utilisées pour l'évaluation génétique

CH4 prédit du MIR du lait

- Holstein en première lactation
- Entre 120 et 185 jours en lactation

- Relevés : 737 319
- Vaches : 514 348
- Pères : 10 368

- Vaches génotypées : 63 486
- Taureaux génotypés : 7 631
- Animaux génotypés : 128 566

Data Used for Genetic Evaluation

Milk MIR predicted CH4

- First lactation Holsteins
- Between 120 and 185 days in milk

- Records: 737,319
- Cows: 514,348
- Sires: 10,368

- Genotyped cows: 63,486
- Genotyped sires: 7,631
- Genotyped animals: 128,566

7

Évaluation en une seule étape de l'Efficience du méthane

Modèle animal à quatre caractères

- Méthane (CH4, g/j), Lait (kg/j), Gras (kg/j), Protéine (kg/j)
- Fixe : Âge au vêlage, JEL, Année-saison du vêlage
- Aléatoire : Troupeau-jour du contrôle, EP, Animal

Efficience du méthane (EM) :

- CH4 génétiquement indépendant des rendements en lait, gras et protéine
  - Par régression linéaire (reparamétrage récursif)

Methane Efficiency single-step evaluation

Four-trait animal model

- Methane (CH4, g/d), Milk (kg/d), Fat (kg/d), Protein (kg/d)
- Fixed: Age at calving, DIM, Year-Season of calving
- Random: Herd-Test-Date, PE, Animal

Methane Efficiency (ME):

- CH4 genetically independent of Milk, Fat and Protein yields
  - Via linear regression (recursive re-parameterization)

8

Paramètres génétiques — Genetic Parameters

- Héritabilités sur la diagonale
- Corrélations génétiques au-dessus de la diagonale, corrélations phénotypiques en dessous

- Heritabilities on diagonal
- Genetic correlations above diagonal, phenotypic correlations below

	CH4/Méthane	Milk/Lait	Fat/Gras	Protein/Protéine
CH4/Méthane	0.23	-0.13	0.38	-0.11
Milk/Lait	-0.06	0.38	0.48	0.83
Fat/Gras	-0.18	0.66	0.27	0.71
Protein/Protéine	0.01	0.90	0.74	0.28

9

Efficience du méthane par rapport à la production de méthane — Methane Efficiency vs. Methane Production

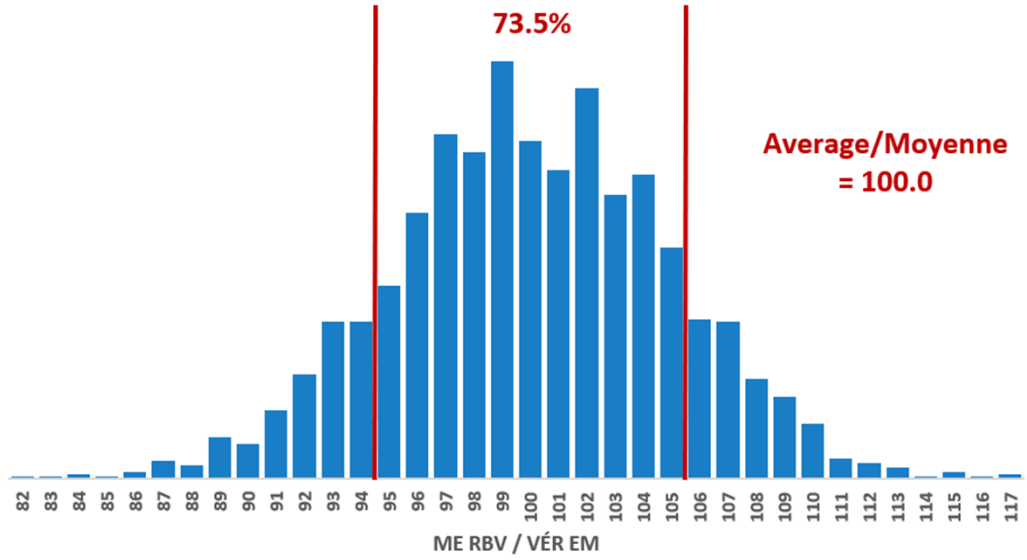
- Corrélation génétique de 75 % entre l'Efficience du méthane et la production de méthane
- Efficience du méthane non corrélée génétiquement avec les caractères de production laitière

- 75% genetic correlation between Methane Efficiency and methane production
- Methane Efficiency not genetically correlated with milk production traits

	Milk/Lait	Fat/Gras	Protein/Protéine
Methane Production Production de méthane	-0.13	0.38	-0.11
Methane Efficiency Efficience du méthane	0.00	0.00	0.00

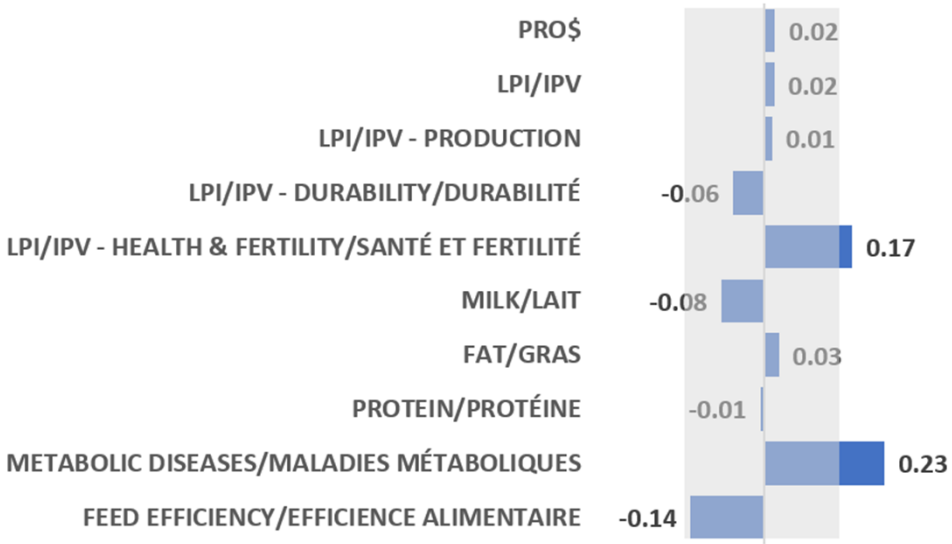
10

Distribution pour l'EM (≈2 000 taureaux officiels)
ME Distribution (≈2,000 Official Sires)



11

Corrélations avec l'Efficience du méthane
Correlations with Methane Efficiency



12

Les meilleurs et les pires taureaux éprouvés pour l'EM

Best and Worst Proven Bulls for ME

Best Bulls / Meilleurs taureaux

REGISTERED NAME	ME	LPI	Pro$
PROGENESIS HEISENBERG	117	2849	1517
VOGUE FIRECRACKER-ET	117	3234	1949
SYNERGY ALTAPARQUET-ET	116	2953	1398
S-S-I MILLINGTON TOTEM-ET	115	3406	2324
STE ODILE PLEASE P	115	2491	317
WESTCOAST TICKET	115	3025	1664
MR TANGOSTAR-ET	114	2565	464
DE-SU KING R RULER 13999-ET	113	2565	691
BOLDI V ALPHORN	113	2655	677
GLEN-D-HAVEN ALTABUCK-ET	113	2863	1065
PEN-COL MATCHLESS-ET	113	2666	805
ELSBERND ALTAHOMERIC-ET	113	2578	361

Worst Bulls / Pires taureaux

REGISTERED NAME	ME	LPI	Pro$
WEBB-VUE MCCUTCHN CHROME-ET	82	2841	918
BRABANTDALE VIGILANT	83	2959	1281
PLUSHANSKI FARSANO-ET	84	2077	-653
SANDY-VALLEY CABRIOL-ET	84	3028	1486
MR TROY NOCHE-ET	85	2604	673
STANTONS MOTIVATOR	86	2731	951
PROGENESIS DISTANCE	86	2880	1109
DE-SU BOWMAN-ET	86	2352	41
MR AMERICA YOUTH-ET	87	2778	1226
PEAK ALTAHISTORIC-ET	87	3133	2012
MR BLONDIN WARRIOR-RED-ET	87	2618	393
BLUMENFELD ZEBRA-ET	87	3133	2241
RIVERDOWN UNSTOPABULL	87	2573	565
SILVERRIDGE V IMAX	87	3262	2458
BOMAZ ALTABLOOMBERG-ET	87	2651	709
MR LEANINGHOUSE AMMO-P-ET	87	2457	194

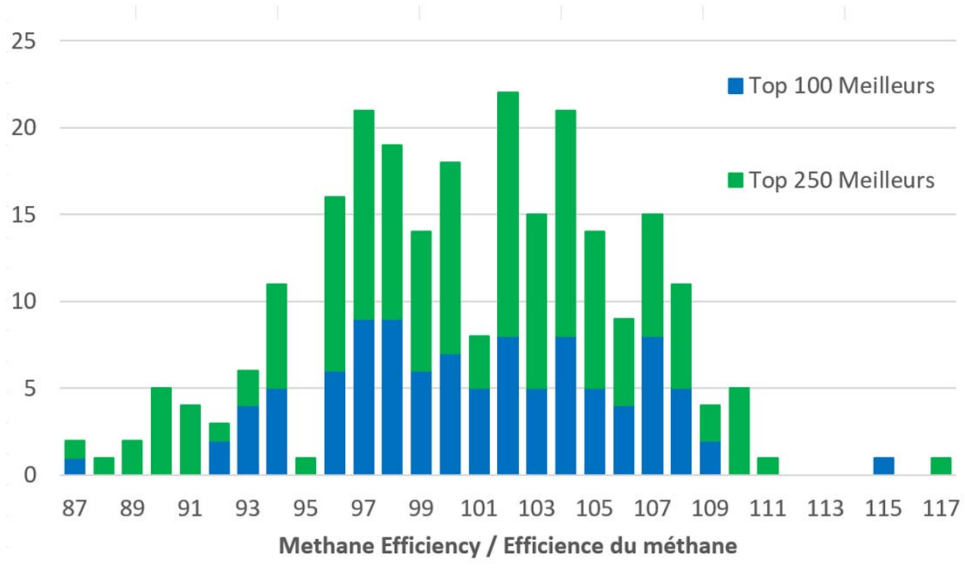
13

Distribution pour l'EM

(Meilleurs taureaux selon l'IPV)

ME Distribution

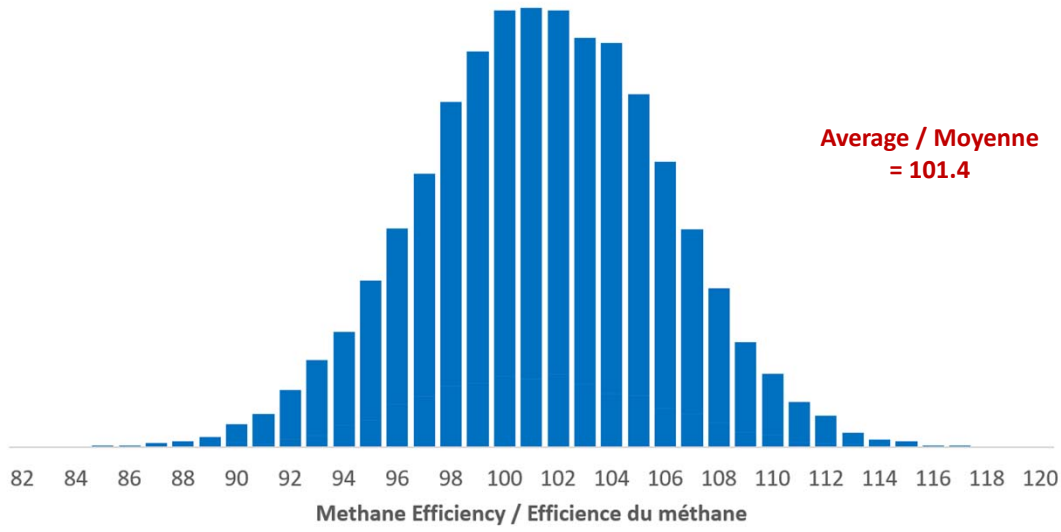
(Top LPI Sires)



14

Distribution pour l'EM
(Taureaux génomique – nés en 2022)

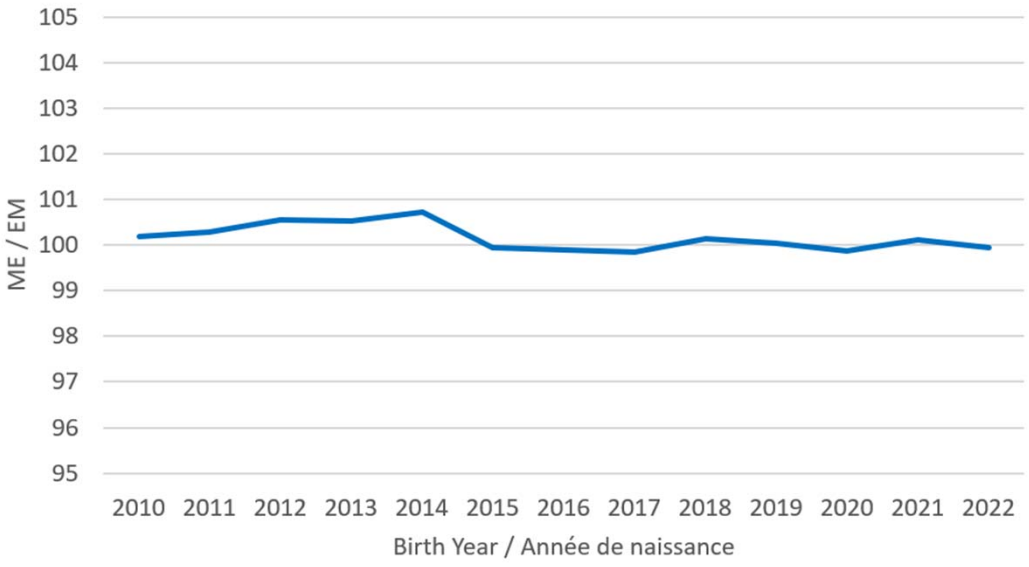
ME Distribution
(Genomic Bulls – Born in 2022)



15

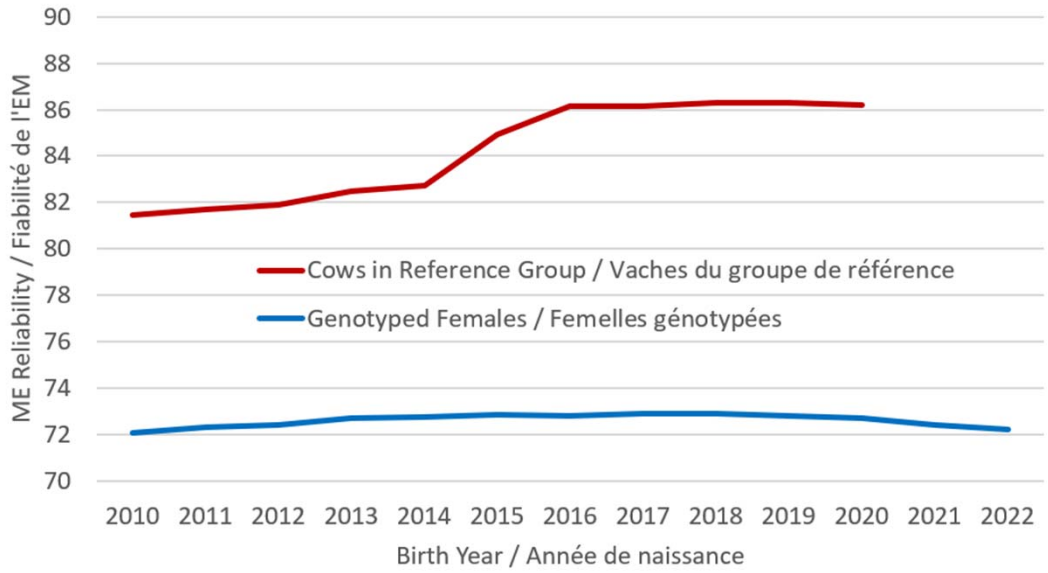
Tendance génétique (femelles génotypées)

Genetic Trend (Genotyped Females)



16

Fiabilité de l'EM (femelles génotypées) / ME Reliability (Genotyped Females)

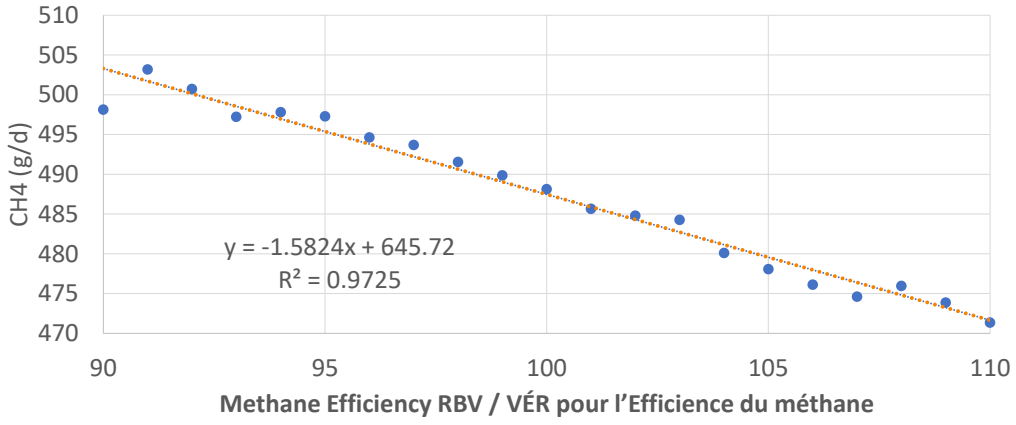


17

Interprétation des épreuves / Proof Interpretation

Pour chaque +5 d'EM, les filles produisent ≈8 g/j de CH4 de moins, ce qui équivaut à une diminution de ≈3 kg de CH4 par an

For each +5 in ME, daughters produce ≈8 g/d less CH4, equivalent to a decrease of ≈3 kg CH4 per year



18

Interprétation

- L'objectif est de réduire la production de méthane en sélectionnant en fonction d'une Efficience du méthane plus élevée sans affecter les caractères de production
- Pour chaque +5 points de VÉR, les producteurs réduiront le méthane de 3 kg par vache et par année
- Cela entraîne une réduction de 1,5 % des émissions de méthane
- Les propriétaires de troupeaux qui sélection selon l'EM peuvent atteindre une réduction de 20 à 30 % des émissions de méthane d'ici 2050

Interpretation

- Aim is to reduce methane production by selecting for higher Methane Efficiency without impacting the production traits
- For each +5 RBV points, producers will reduce methane by 3 kg per cow per year
- Translates to a 1.5% reduction of methane emissions
- Herd owners selecting for ME can achieve 20-30% reduction in methane emissions by 2050

19

Un travail d'équipe

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

Francesca Malchiodi
Mike Lohuis
Jay Shannon

Saeed Shadpour
Flavio Schenkel
Christine Baes

Dagnachew Hallemariam
Graham Plastow

And all grad students and post-docs that every day, three times a day have been collecting CH4 data since 2016 / Et tous les étudiants diplômés et postdoctoraux qui recueillent des données sur le CH4 tous les jours, trois fois par jour depuis 2016

A Team Effort

20

Messages à retenir	Take Home Messages
➢ L'évaluation génomique de l'Efficience du méthane fonctionne et est prête à être publiée ➢ Prédire le méthane à l'aide des données MIR du lait est une alternative clé et rapide à la collecte du méthane ➢ L'Efficience du méthane n'a pas de corrélation indésirable significative avec tout autre caractère ➢ L'Efficience du méthane permet de sélectionner en vue de la réduction du méthane sans affecter les niveaux de production	➢ Genomic evaluation of Methane Efficiency is working and ready ➢ Predict methane using milk MIR data has proven to be a key and rapid alternative to collected methane ➢ Methane Efficiency does not have a significant undesirable correlation with any other trait ➢ Methane Efficiency allows selection for reduced methane emissions without impacting production levels

21