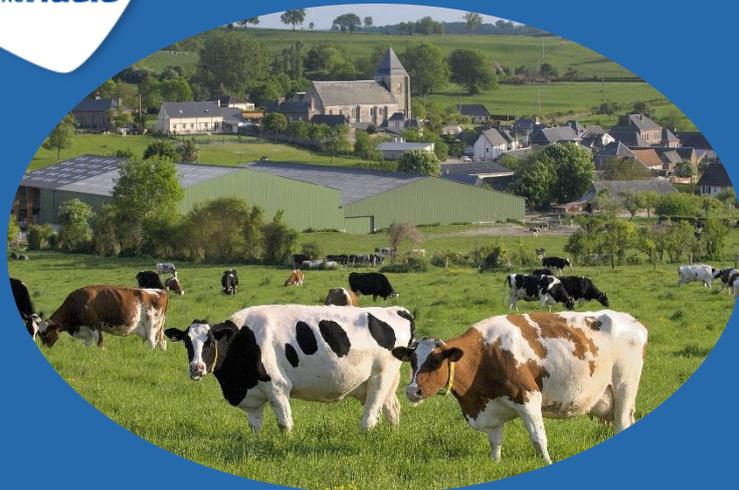


Conférence Grand Angle Lait

*Appréhender les enjeux du secteur
laitier pour préparer l'avenir*

8^e édition



© Photoagriculture - AdobeStock

Cycle de webinaires

Les vendredis 19 & 26 mars, 02, 09 & 16 avril 2021

De 13h30 à 14h45

En collaboration avec :





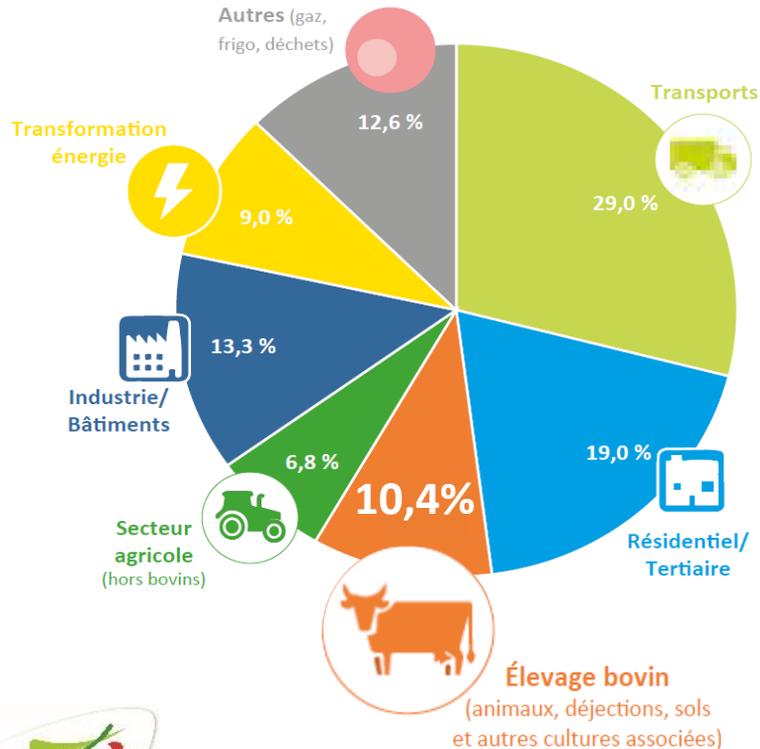
Emissions de méthane entérique: comment les réduire ?

Cécile Martin INRAE
Raphaël Boré IDELE
Benoit Rouillé IDELE

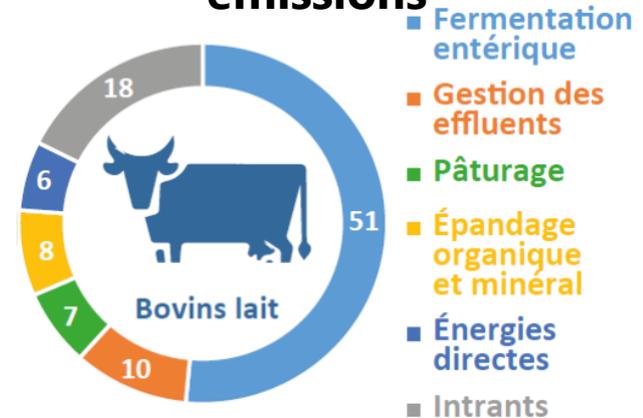
En collaboration avec :



10% des émissions de gaz à effet de serre en France proviennent de l'élevage bovin



La fermentation entérique est à l'origine de 50% de ces émissions

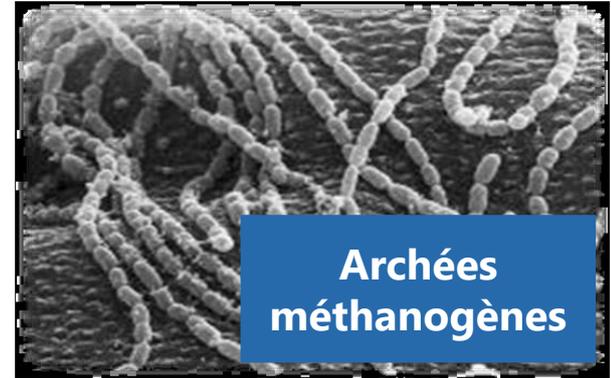
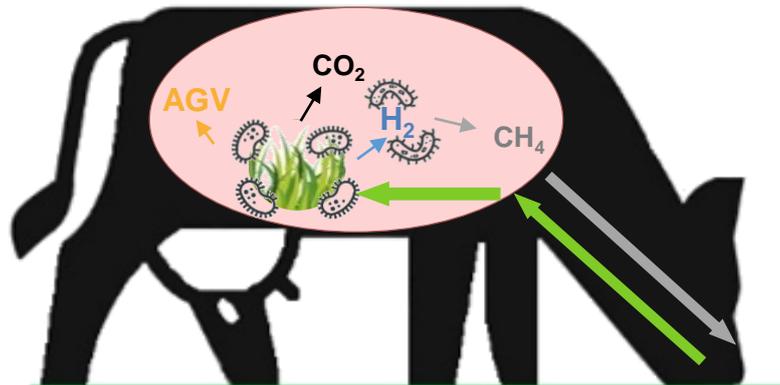


Les chiffres clés de l'environnement, Idele 2019

CH₄ = 28 x CO₂

Les chiffres clés de l'environnement, Idele 2019

Comment les vaches produisent-elles du méthane dans le tube digestif ?



- **Les fourrages et concentrés** sont dégradés en **acides gras volatils (AGV)** par des **micro-organismes** fermentatifs présents dans le **rumen**
- **Une partie** de l'**hydrogène (H₂)** produit durant les fermentations est converti en **méthane** par d'autres microorganismes : **les Archées méthanogènes**

Une présentation en 3 temps





 =

 $aX + bY + cZ + \dots$

Des méthodes de référence

La chambre respiratoire



Mesure continue dans une chambre au flux d'air contrôlé

$$\text{CH}_4 \text{ (g/j)} = \text{flux air} \times [\text{CH}_4]$$

Le gaz traceur SF6



Harnais de collecte de gaz
+ **bolus de gaz traceur** dont le taux de relargage dans le rumen est connu

$$\text{CH}_4 \text{ (g/j)} = \text{SF}_6 \text{ bolus} \times \frac{[\text{CH}_4]}{[\text{SF}_6]}$$



Des méthodes de référence



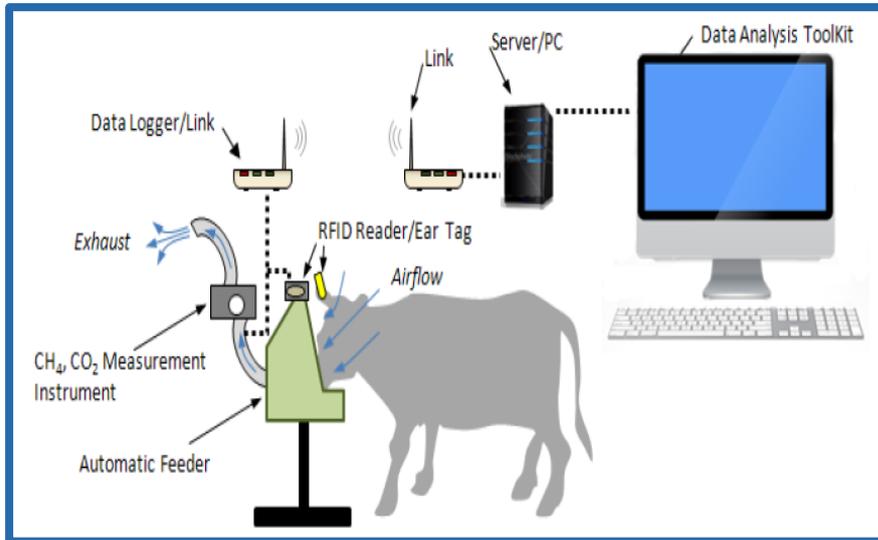
Précises, répétables
Bien décrites dans les publications scientifiques



Equipements lourds
Mise en œuvre très complexe
Nombre limité d'animaux testés

Des méthodes alternatives

Le GreenFeed (C-Lock, Rapid City, SD, USA)



- **Distributeur d'aliment** couplé à différents capteurs (composition gaz, position tête, anémomètre)
- **Mesures « spot »** de quelques **min (3-4 min)**
- **~20-25** animaux en simultané

$$\text{CH}_4 \text{ (g/j)} = \text{flux d'air} \times [\text{CH}_4]$$

Bonne corrélation avec méthode de référence :

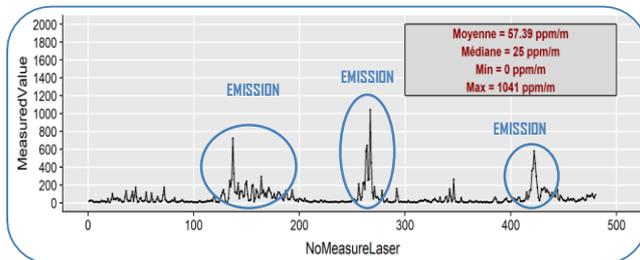
$$\text{CH}_4 \text{ (GF)} = 1.01 \text{ CH}_4 \text{ (chambre)} - 17$$

(R² = 0.92) (Huhtanen et al. 2019)

Des méthodes alternatives

Le Laser Methane Detector (Tokyo Gas Engineering Solutions, Ltd)

- Laser infrarouge **spécifique CH₄**
- Mesure de la **concentration** en CH₄ (ppm/m) de l'air **expiré** et **éructé**.
- Mesure sur des **périodes courtes** (de 4-5 minutes)
- Modèle de conversion **en flux de CH₄ (g/j) en développement**



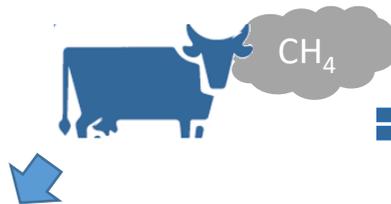
Bonne corrélation “préliminaire” avec méthode de référence :
CH₄ (LMD) = 1.31 CH₄ (chambre) – 28.6
(R² = 0.95)

(Consortium Méthane, 2020)

Des méthodes de prédiction

Non invasive, robuste, peu couteuse, « simple » à collecter

PRÉDIRE



$$= aX + bY + cZ + \dots$$

Ration et Niveau
d'ingestion

Sauvant et al. 2013

CH₄ (g/kgMOdc)

=

f(MSI, PV, Proportion de
concentré)



Acide Gras
du lait

Weill et al. 2009 (brevet)

CH₄ (g/kg lait)

=

$(\sum AG \leq C16) \times [(lait_{kg/j} \times 305)^b]$

Bougouin et al. 2019 (JDS)



J. Dairy Sci. 102:10616–10631
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15940>

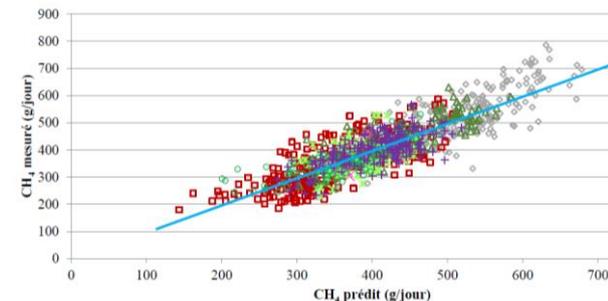
© 2019. The Authors. Published by FASS Inc. and Elsevier Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

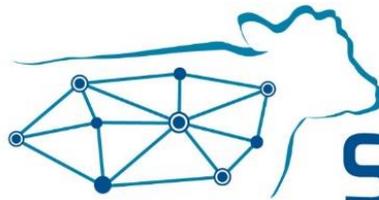
Individual milk fatty acids are potential predictors of enteric methane emissions from dairy cows fed a wide range of diets: Approach by meta-analysis

A. Bougouin,¹ J. A. D. Ranga Niroshan Appuhamy,² A. Ferlay,¹ E. Kebreab,³ C. Martin,¹ P. J. Moate,⁴ C. Benchaar,⁵ P. Lund,⁶ and M. Eugène^{1*}

Spectre MIR du
lait

Vanlierde et al. 2020





2018-2022

SmartCow

an integrated infrastructure for increased research capability and innovation in the European cattle sector

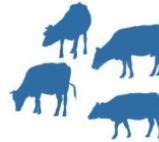


WP6

Evaluating proxies to quantify feed efficiency and its determinants in cattle

Paramètre	Proxies	Matrices	Statut
Emissions de méthane	MIR NIR	Lait Fèces	Connu Nouveau

Des leviers pour réduire les émissions de méthane entérique



Conduite du troupeau



Ration



Génétique

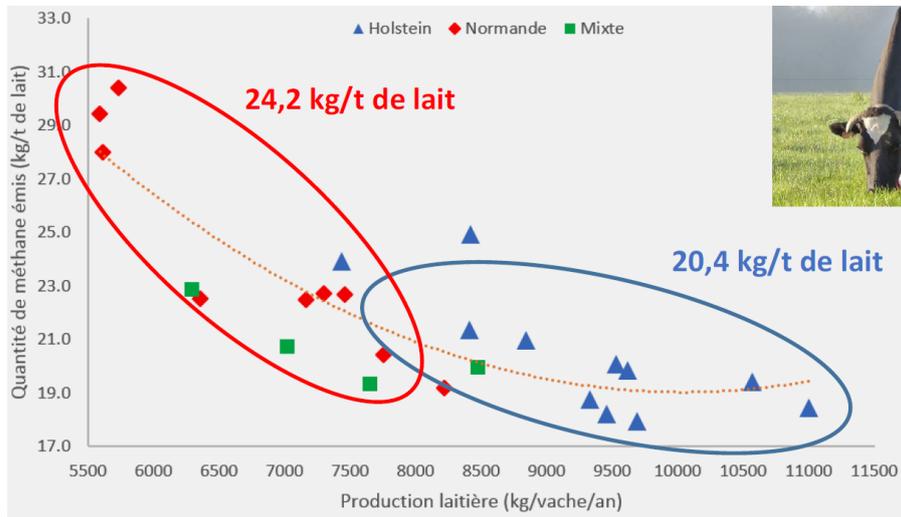


Additifs



La conduite du troupeau

Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Améliorer la productivité	Faible à Moyen (5% à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄/kg de lait



L'augmentation de la productivité permet de réduire CH₄/kg de lait jusqu'à un certain seuil



Peut être associé à + d'émissions indirectes de GES (carburants, déforestation...)

L. Delaby, Satellite 3R 2015



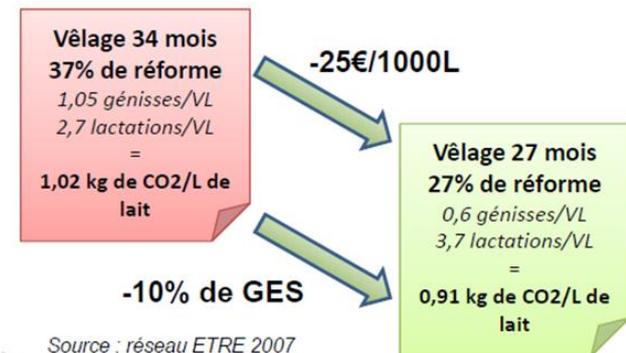
La conduite du troupeau



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Se rapprocher d'un vêlage 2 ans	Faible à Moyen (5% à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄/kg de lait
Réduire le taux de réforme et de renouvellement	Faible à Moyen (5% à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄/kg de lait
Améliorer la santé et la reproduction	Faible à Moyen (5% à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄/kg de lait



Réduire les périodes improductives pour réduire les émissions de CH₄ par kg de lait





La ration : l'amidon



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Amidon (25% MS à ne pas dépasser)	Moyen (10 à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄ / kg de lait • Pour ration à l'auge • Pâturage ?



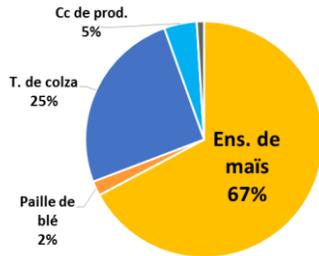
Bien connu et efficace
Améliore les performances



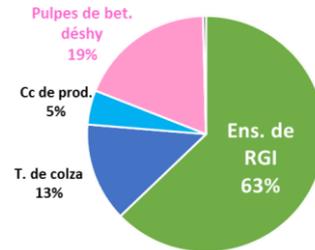
Risque pour la santé animale
Compétition feed-food
Peut être associé à + d'émissions de GES indirectes (carburants, intrants...)



La ration : illustration de l'effet amidon aux Trinottières (49)



Amidon+ (25,2%)

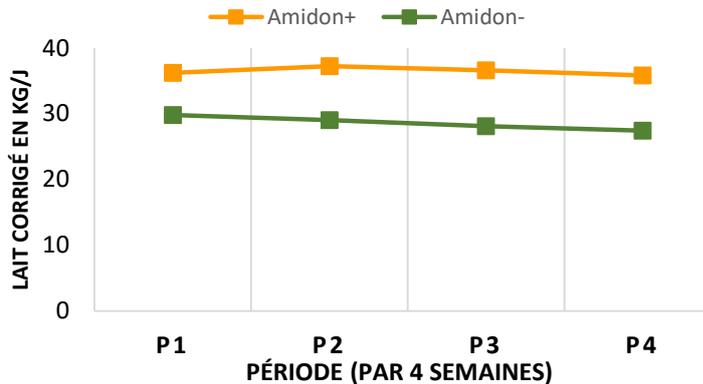


Amidon- (1,1%)

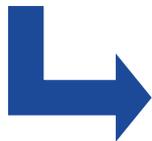
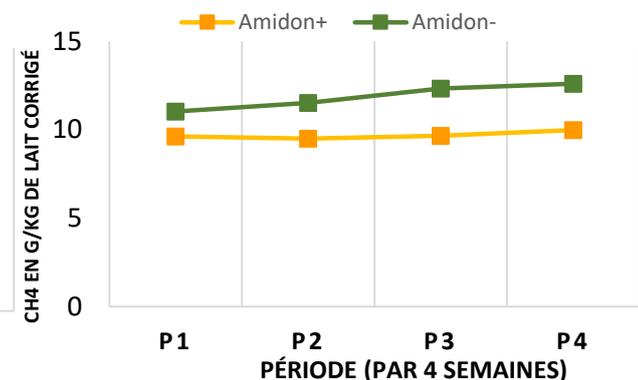
Une différence de **13%** des émissions de **méthane** par **kg de lait corrigé**

(Jurquet et al. 2019)

LAIT CORRIGÉ DU TB ET DU TP (EN KG)



CH₄ EN G/KG DE LAIT CORRIGÉ





La ration : le type de prairies



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Introduction d'espèces riches en tanins (Chicorée, Sainfoin, ...) dans les prairies	Faible à Moyen (0 à 20%) Très variable	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄ / kg de lait

*Delagarde, Edouard, Eugène, 2015
Martin et al. 2020*



Améliore les performances
Puit de CO₂

Structuration des paysages
Réduction de l'utilisation de
fertilisant
Biodiversité
Coût



Prairie avec chicorée



Maitrise de la
composition
Pérennité
Dépendance météo



La ration : un projet sur les émissions de méthane des vaches laitières au pâturage

GRASTECH :

Identifier **les meilleures pratiques de gestion du pâturage** et **les technologies d'élevage de précision** pour soutenir les décisions qui ciblent directement **l'atténuation des GES**

Un partenariat européen



Des essais à la ferme expérimentale de INRAE Méjusse



Essai n°1 :
Niveau de complémentation en ensilage de maïs à la pâture



Essai n°2 :
Temps de pâturage et heure de distribution de l'ensilage de maïs



La ration : les lipides



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Lipides (+3-4%)	<ul style="list-style-type: none"> • Moyen (10 à 20%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible • Réduit le CH₄/kg de lait • Pour ration à l'auge • Pâturage ?

Guyader et al., 2015 et 2016



Efficace sur le long terme
Peut permettre d'améliorer la
qualité des produits (si utilisation
d'acide gras insaturés)



Coût
Compétition feed-food
Peut être associé à +
d'émissions indirectes de GES
(carburants, intrants...)



La ration : les nitrates (Silvair)



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Nitrate (1-2% MS) : ingrédient alimentaire	Faible à Moyen (5% à 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible (brevet monde) • Réduit le CH₄/kg de lait

Guyader et al., 2015 et 2016



**Intéressant pour des régimes
pauvres en protéines**



**Risques de toxicité animale
Risques pour l'environnement
(émissions de N₂O)
Acceptabilité éleveur/consommateur**

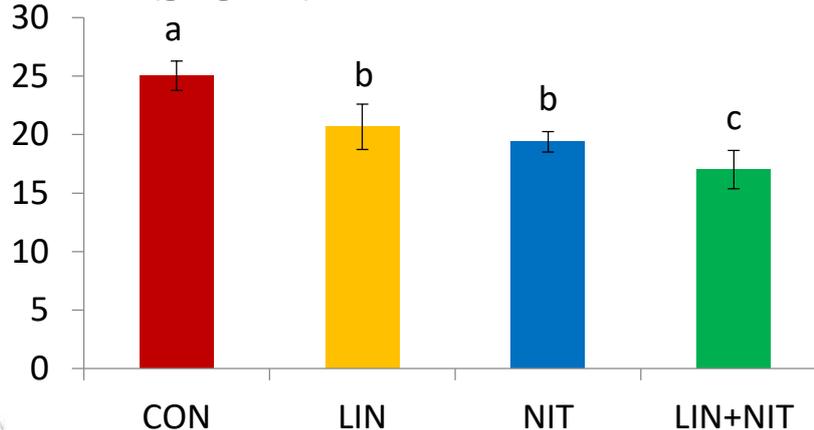


Une association d'ingrédients alimentaires pour un effet cumulé



1. Le **lin** réduit la production d'hydrogène
2. Le **nitrate** dévie l'utilisation de l'hydrogène
3. Association **lin + nitrate** : **effets additifs** sur le H₂ et sur la diminution de CH₄

Méthane (g/kg MSI)



Effet cumulé persistant sur 4 mois

Guyader et al., 2015 et 2016



Les additifs : les algues



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Algues (rouge et marron à 1-3% MSI) Bromoforme, composés halogénés	<ul style="list-style-type: none"> • Très élevé (>40%) • Persistant 	<ul style="list-style-type: none"> • En développement • Réduit le CH₄/kg de lait • Pour ration à l'auge

Roque et al., 2019



Pas de résidus dans les produits
Pas d'effet direct sur la santé animale et humaine
Potentiel de réduction très élevé



Bromoforme toxique (pour la couche d'ozone)
Coût
Aucune filière de production
Production indirecte de GES ?



Les additifs : les algues

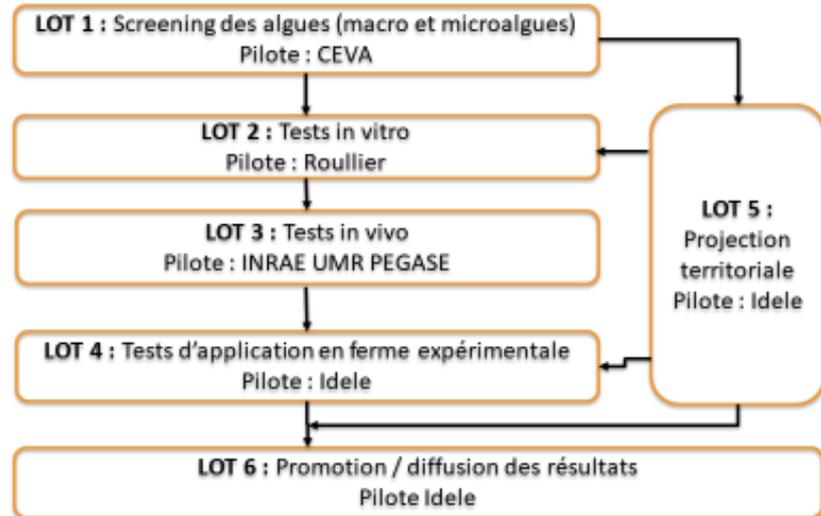
Un projet en Bretagne/Pays de Loire : Meth'Algues



Evaluer **différentes ressources d'algues marines** pour **réduire les émissions de méthane entérique** via l'alimentation de la vache laitière


ADEME
 Pays de Loire
 Bretagne

2021-2023



Pilote du projet : Idele





Les additifs : Le Bovaer (3NOP)



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Bovaer (3-NOP) Inhibition d'enzyme	<ul style="list-style-type: none"> • Elevé (20% à 40%) • Persistant • Répétable 	<ul style="list-style-type: none"> • Bientôt commercialisé en Europe • Réduit le CH₄ /kg de lait • Pâturage (18 mois en NZ)



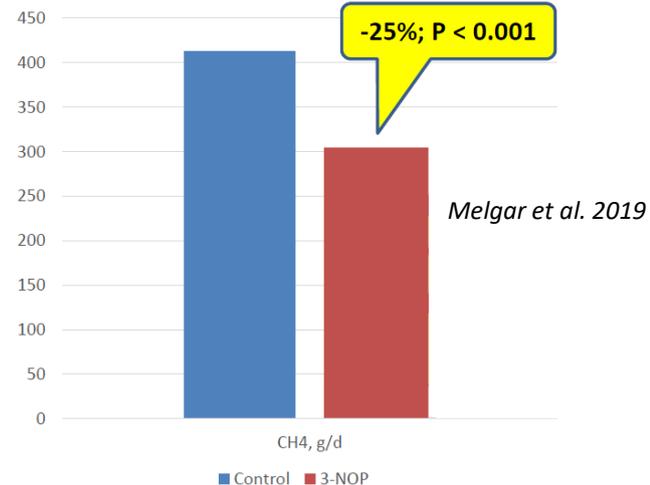
Persistant

Pas d'effet sur la santé animale et humaine
Pas de résidus dans le lait



Coût ?
Acceptabilité ?
Production indirecte de GES ?

Méta-analyse sur 168 essais avec 3-NOP





La génétique



Stratégie	Potentiel	Disponibilité / Application en ferme
Sélection des animaux faibles émetteurs	Faible 5% à 10% ($h^2=0,29-0,40$)	<ul style="list-style-type: none"> • En cours de développement



Peu couteux
Efficace à long terme
(-10% en 10 ans)



Besoin d'un grand nombre de mesure
Répétabilité (temps) selon les rations ?
Corrélation négative avec d'autres
caractères : exemple de l'efficience
alimentaire (cf A. Fischer GAL 2/04/2021)



La génétique : Le projet MethaBreed

Réduction des émissions de méthane entérique (eCH_4) des vaches laitières via une stratégie globale de **phénotypage** et de **sélection génomique**



2019-2022



INRAE



Fiabiliser la **prédiction** des émissions de eCH_4 à partir des **spectres MIR** du lait pour :

- ✓ **Déployer le phénotypage** des émissions de eCH_4 à l'échelle individuelle
- ✓ **Inclure** les émissions de eCH_4 dans **les objectifs de sélection**
- ✓ **Quantifier les niveaux de réduction** de eCH_4 atteignables (scénario prospectif)



Utilisation conjointe des leviers de réduction : un potentiel de réduction de 50% des émissions de méthane



Conduite du troupeau



Ration



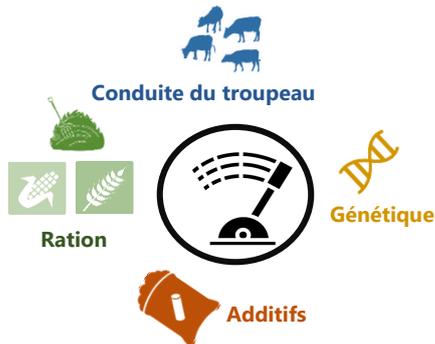
Génétique



Additifs

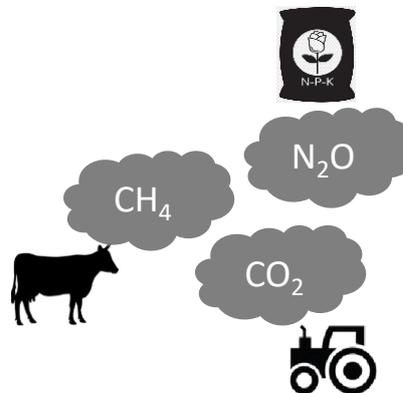
Soit -25% sur les émissions totales de GES de l'élevage

Pour conclure



Des **leviers efficaces** existent pour **réduire les émissions de CH₄** des bovins ...

Le CH₄ n'est **qu'un seul** des **3 principaux gaz à effet de serre**



L'environnement ne se résume pas qu'aux GES



Stratégie globale de réduction des impacts de l'élevage sur l'environnement doit être réfléchi sur **l'ensemble du système**



Merci pour votre attention !
Retrouvez tous les diaporamas sur idele.fr

Remerciements financeurs et partenaires



En collaboration avec :



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

