



**L'expérience du
Laboratoire vivant –
Lait carboneutre :
réduire les gaz à effet
de serre par des
pratiques de gestion
bénéfiques pour
l'environnement et le
portefeuille**

**Édith Charbonneau, Frédérika
Nadon et Simon Binggeli**



Plan de la présentation



1 Rappel sur les GES

2 Laboratoire vivant – Lait carboneutre

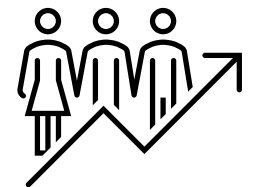
3 Pistes de ↓ des GES : santé

4 Pistes de ↓ des GES : gestion de troupeau

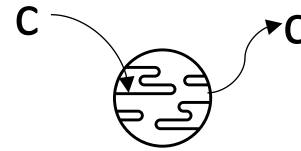
5 Pistes de ↓ des GES : stratégies alimentaires

Pourquoi réduire les GES

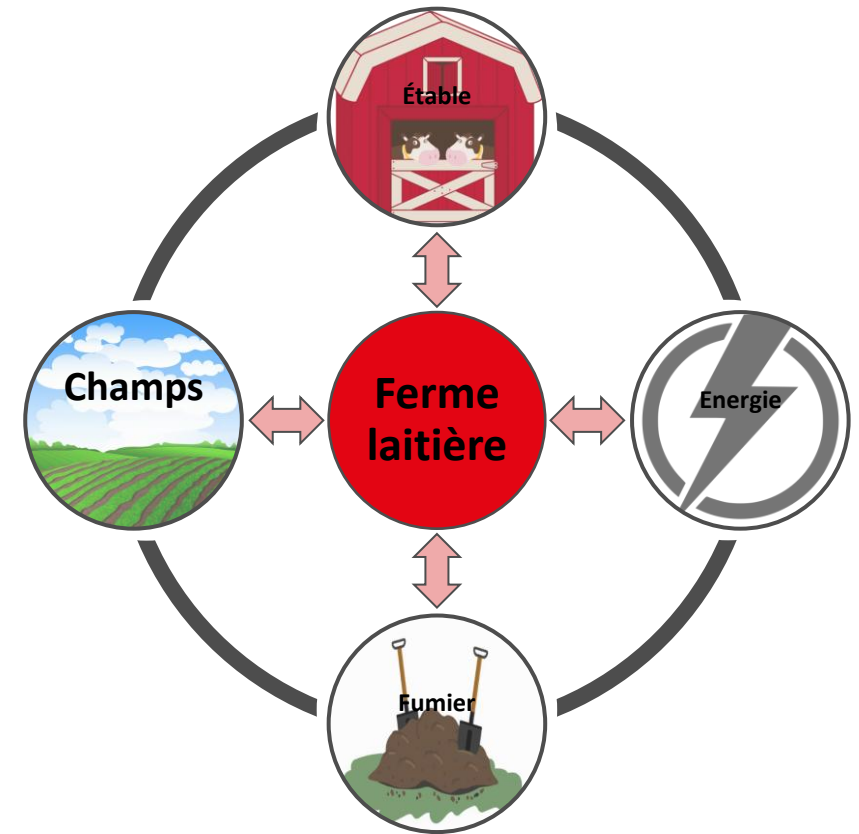
- Améliorer les performances environnementales et économiques
 - Optimiser ses pratiques sur la ferme
- S'inscrire dans une démarche durable
 - **Carboneutralité en 2050** (Les Producteurs laitiers du Canada)
- Anticiper les évolutions réglementaires
 - Ce n'est pas encore obligatoire, mais ça pourrait le devenir
- Répondre aux attentes sociétales
 - Montrer l'engagement de la ferme en faveur d'une production durable et responsable au consommateur



Pourquoi réduire les GES – Faire un bilan C



- Point de départ vers la carboneutralité
- Identifier les secteurs de la ferme les + émetteurs de GES
- Identifier les principales sources d'émissions de GES, dans chaque secteur, liées aux activités de la ferme



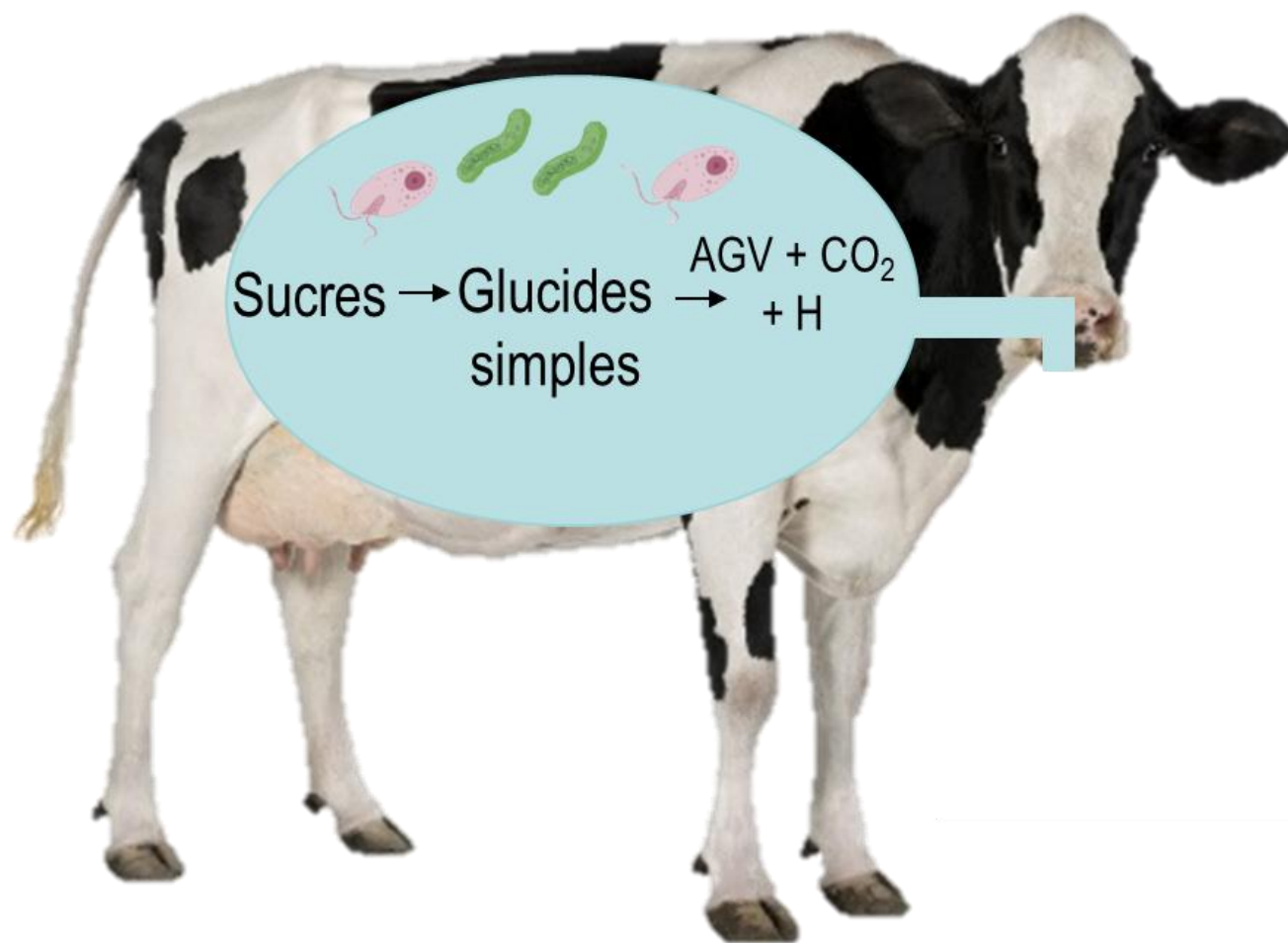
**QUELS POSTES
D'ÉMISSION SONT LES
PLUS IMPORTANTS SUR
UNE FERME LAITIÈRE?**

Principaux gaz à effet de serre (GES)

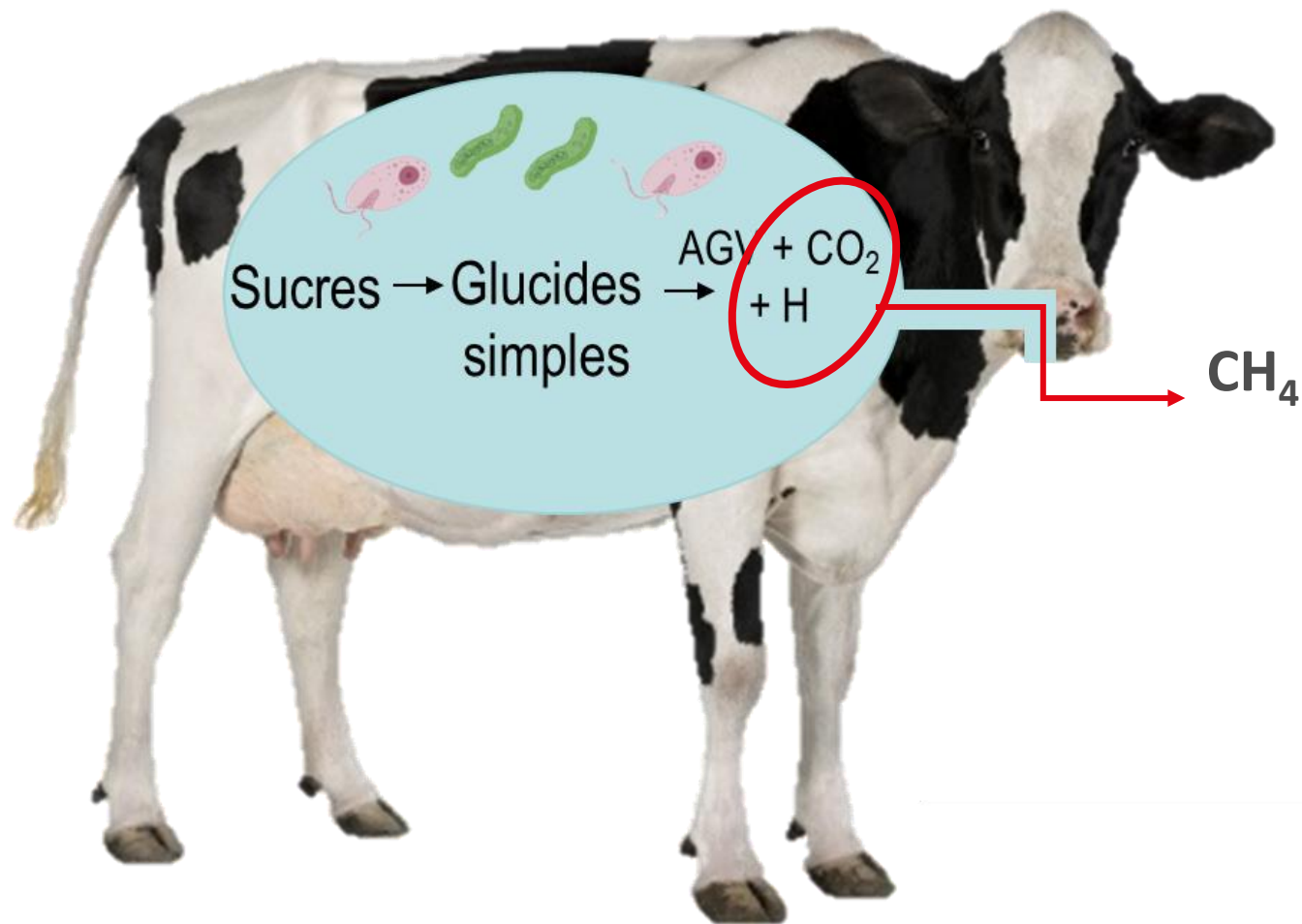
Nom		Pouvoir de réchauffement global (équivalent CO ₂)	Durée de vie moyenne (années)
Vapeur d'eau	H ₂ O	n.d.	Heures/jours
Dioxyde de carbone	CO ₂	1	100 à 300
Méthane fossile	CH ₄	30	12
Méthane non fossile	CH ₄	27	12
Protoxyde d'azote	N ₂ O	273	109
Ozone	O ₃	n.d.	Heures/jours

Environnement et Changement climatique Canada, 2023
IPCC, 2021

Le méthane : la fermentation entérique



Le méthane : la fermentation entérique



Le méthane : le fumier

- L'entreposage du fumier
- Le fumier est composé d'eau et de matière organique
- En conditions anaérobiques, la matière organique est décomposée par les bactéries

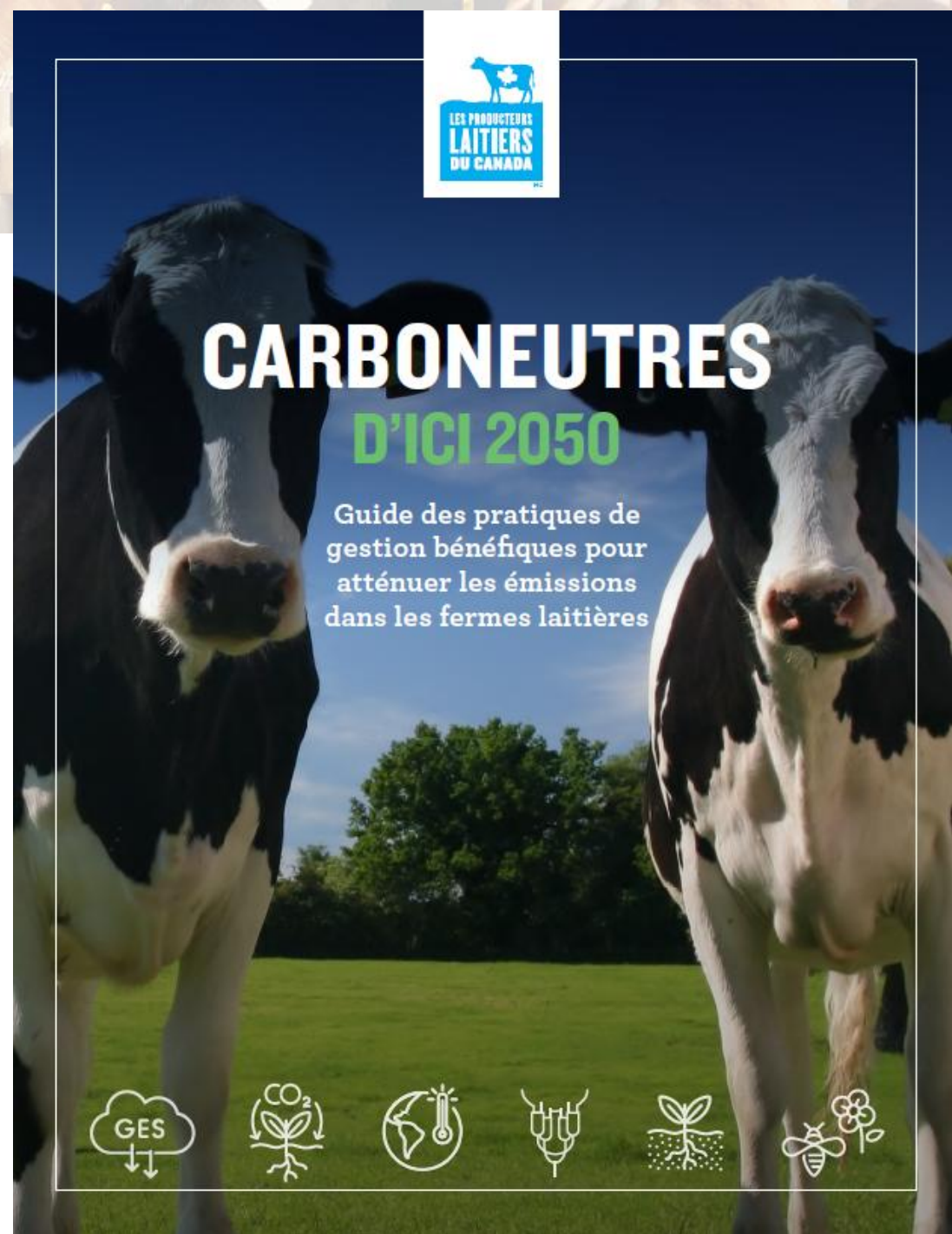
Le protoxyde d'azote : le fumier et les sols

- Généré lors des transformations biologiques de l'azote par les micro-organismes dans le fumier et les sols (processus de nitrification et dénitrification)
- Émissions stimulées dans les sols par :
 - Épandage d'engrais minéraux + organiques
- Excès d'azote minéral dans un milieu faible en oxygène tel que les sols compacts et mal drainés

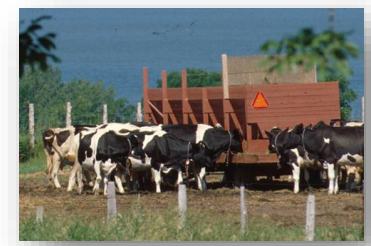
QUELQUES PISTES POUR RÉDUIRE LE BILAN CARBONE

Un outil intéressant

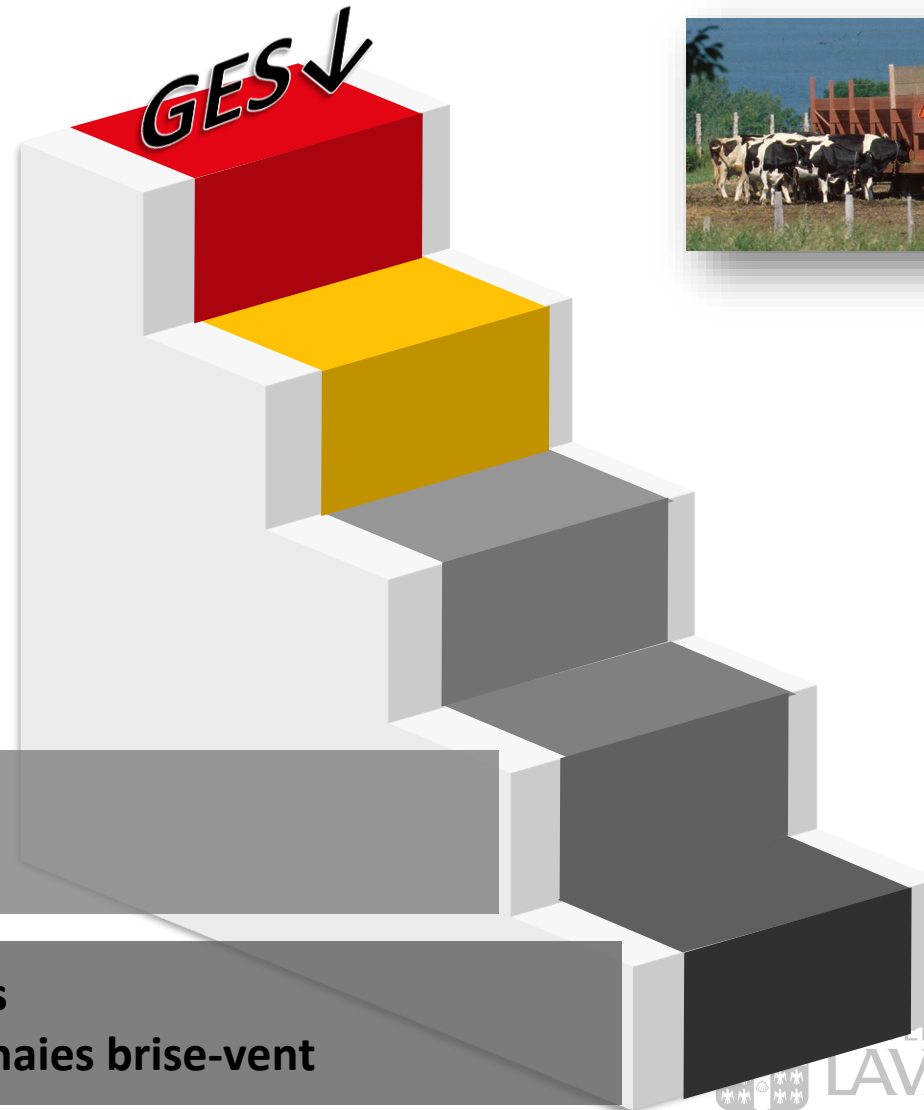
<https://producteurslaitiersducana.ca/fr/ressources-producteurs/carboneutres-dici-2050>



Survol de stratégies pour réduire les GES



Survol de stratégies pour réduire les GES



Éviter les sols à nus



Engrais verts
Cultures intercalaires

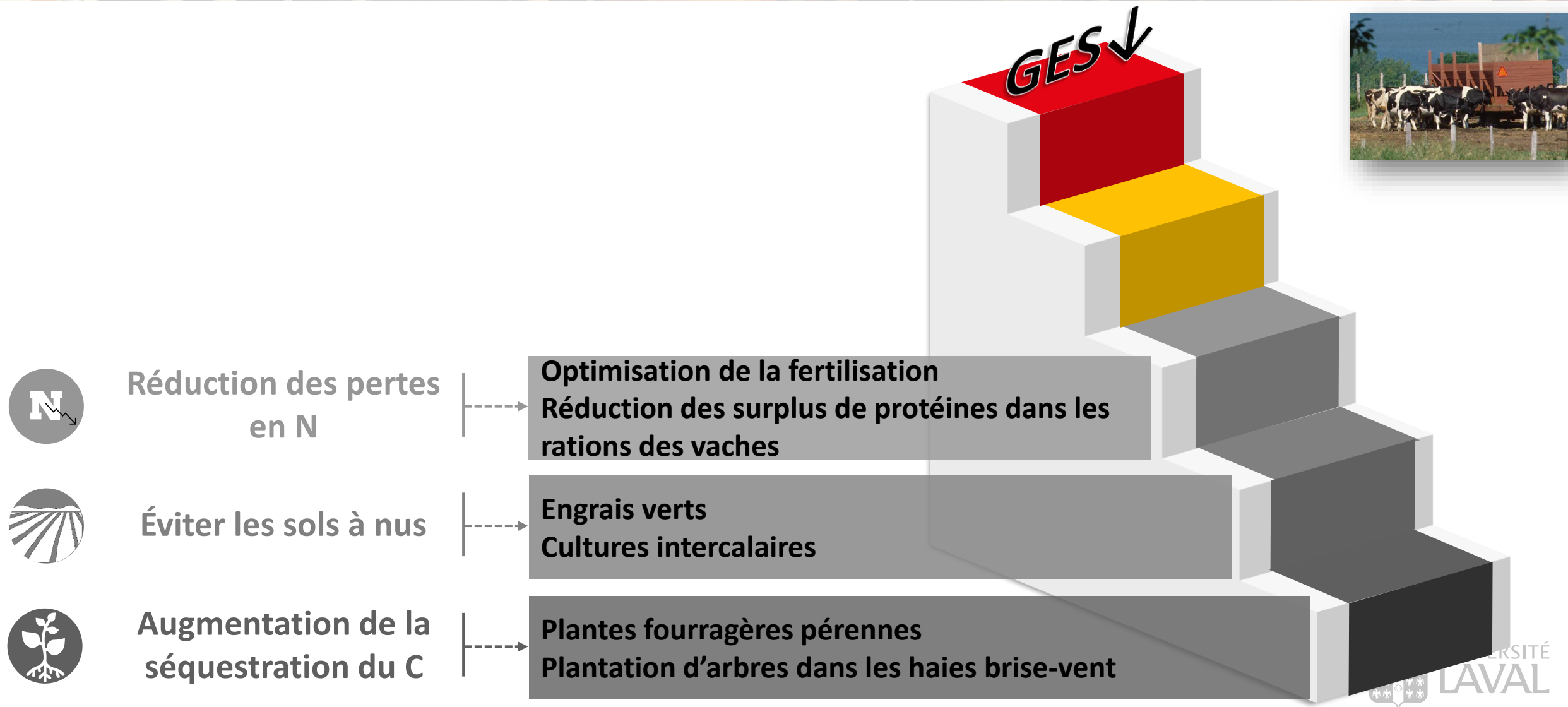


Augmentation de la séquestration du C

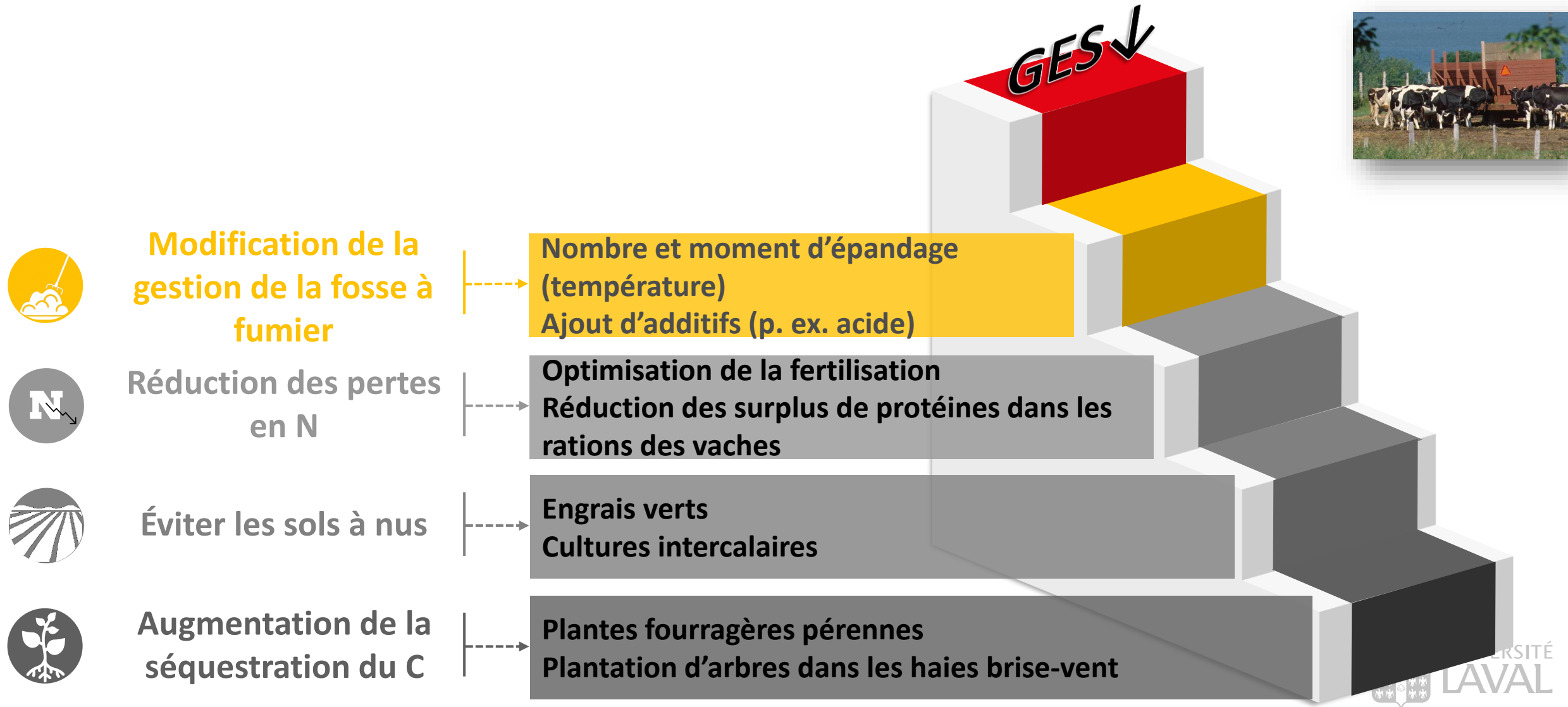


Plantes fourragères pérennes
Plantation d'arbres dans les haies brise-vent

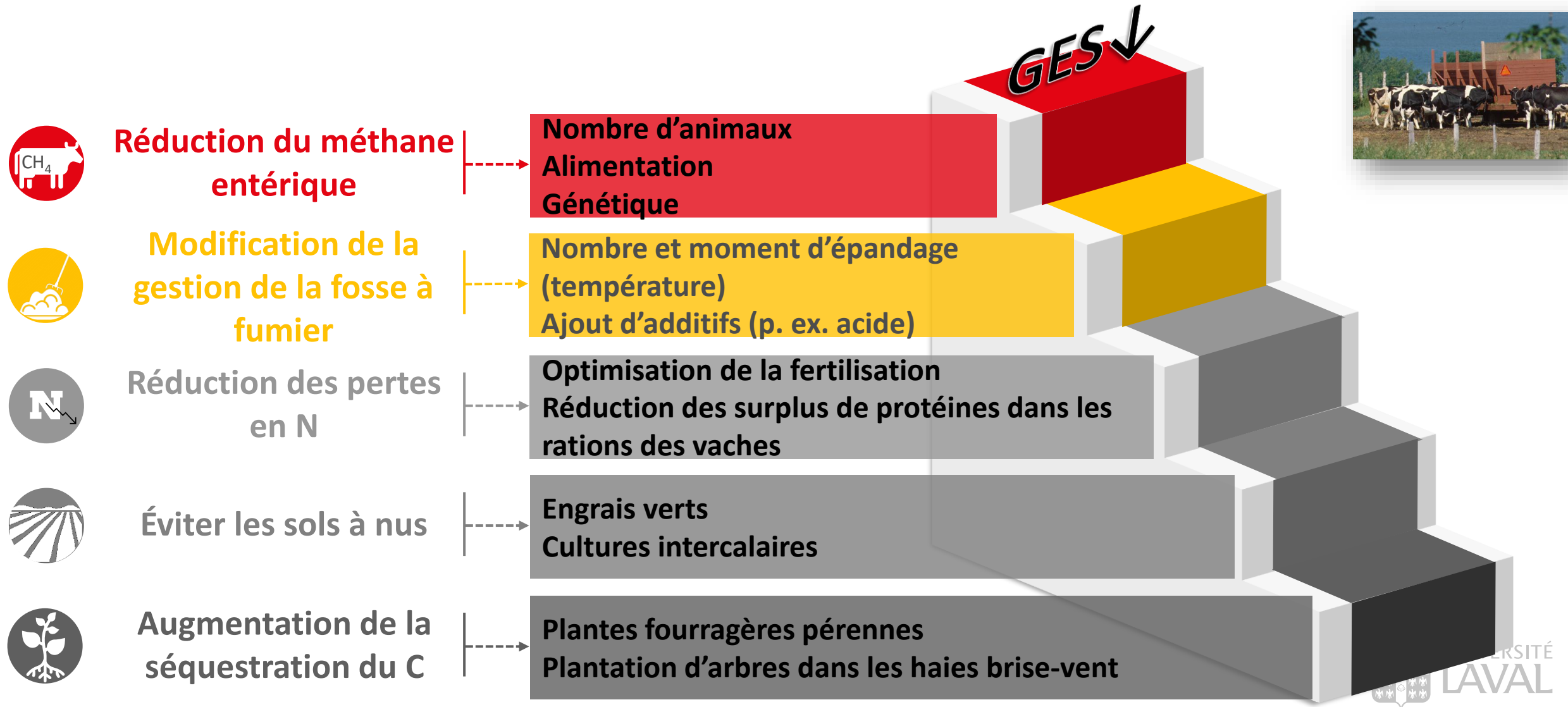
Survол de stratégies pour réduire les GES



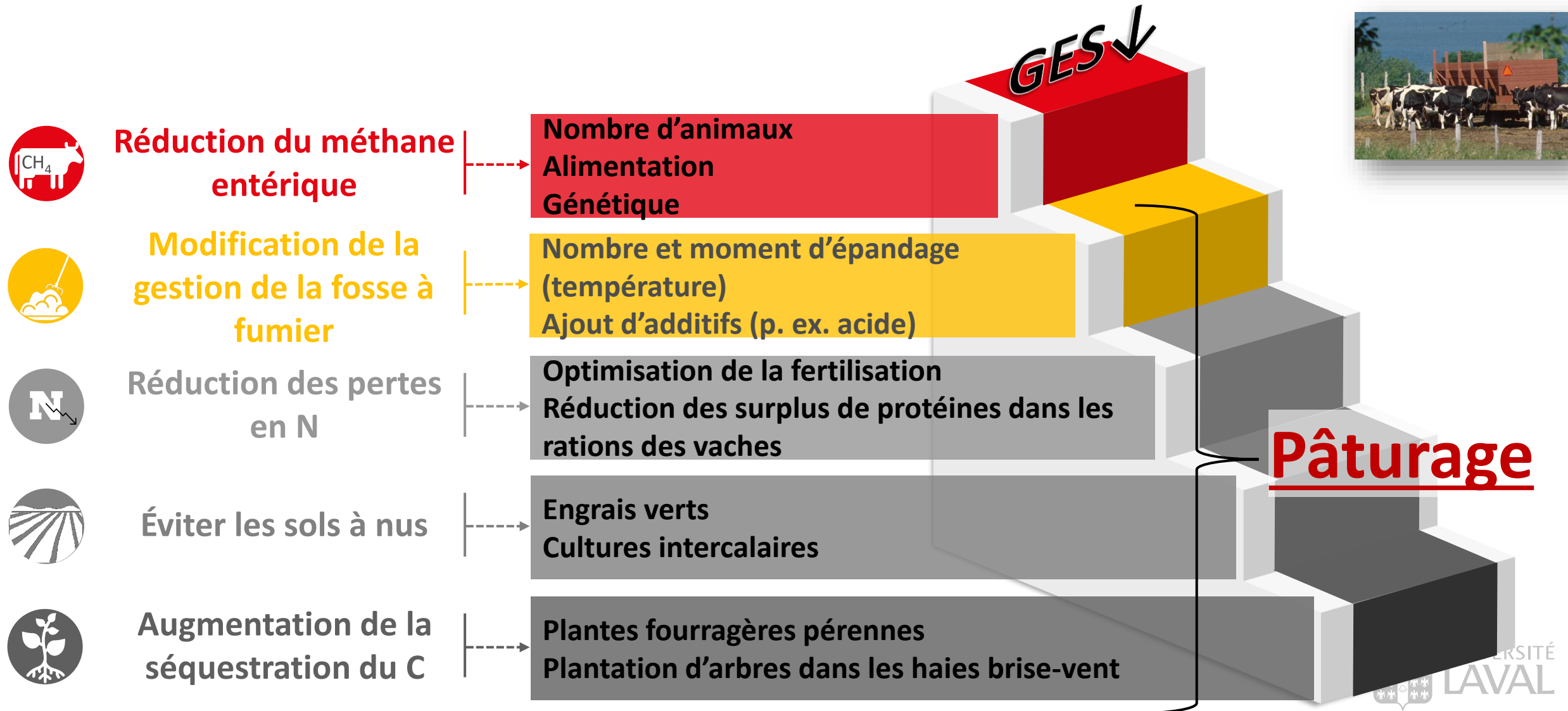
Survол de stratégies pour réduire les GES



Survол de stratégies pour réduire les GES



Survол de stratégies pour réduire les GES





LABORATOIRE
— **VIVANT** —
Lait carboneutre



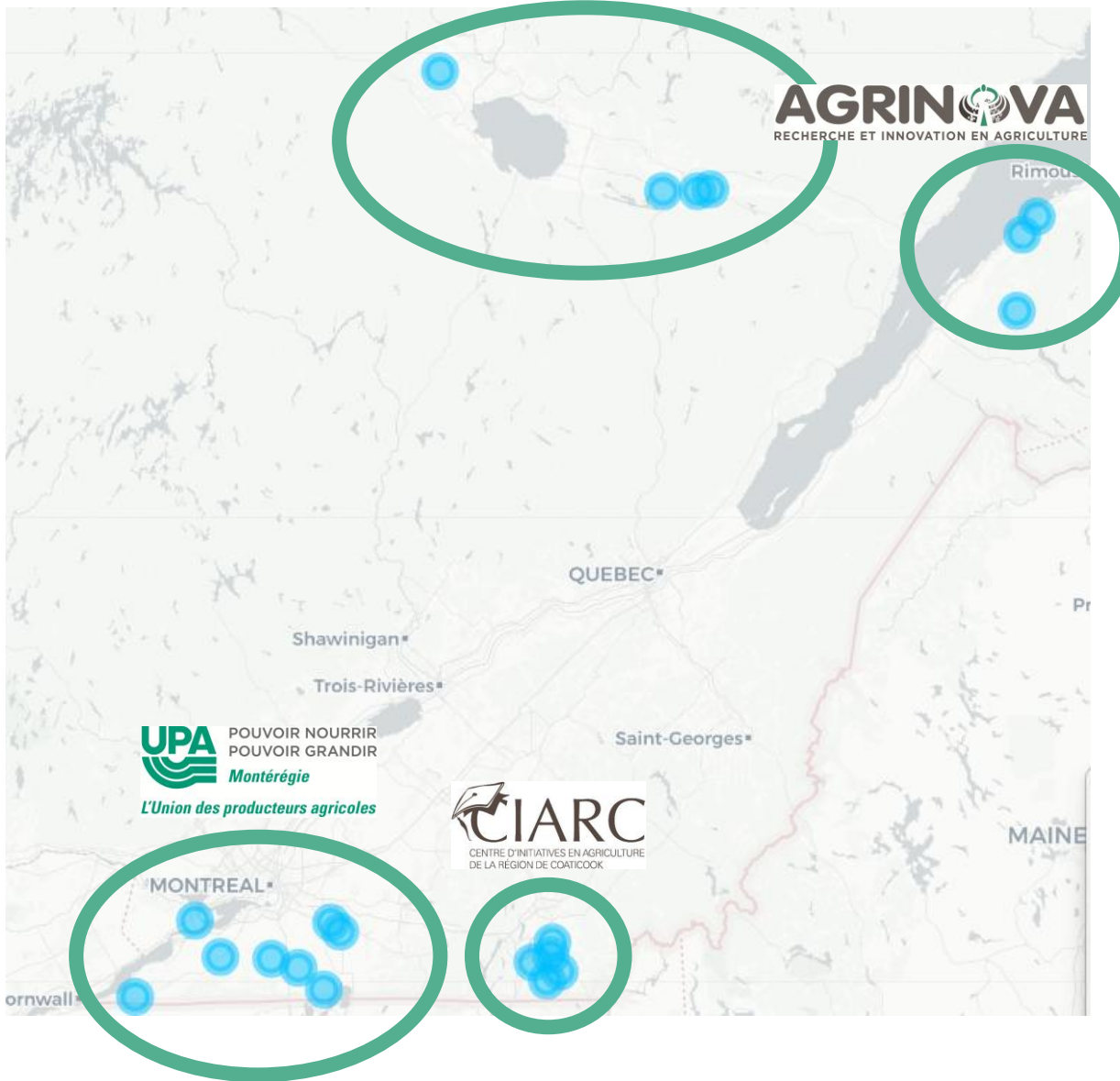
Le Laboratoire vivant – Lait carboneutre

- Projet des Producteurs de lait du Québec
- Avec la collaboration de 49 chercheurs
- Vise à accompagner les producteurs de lait dans un processus d'**amélioration de leur bilan carbone**



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carboneutre

Les fermes du projet



20 



2 biologiques



1 troupeau Ayrshire
1 troupeau Jersey



Troupeaux de **39 à 206 vaches**

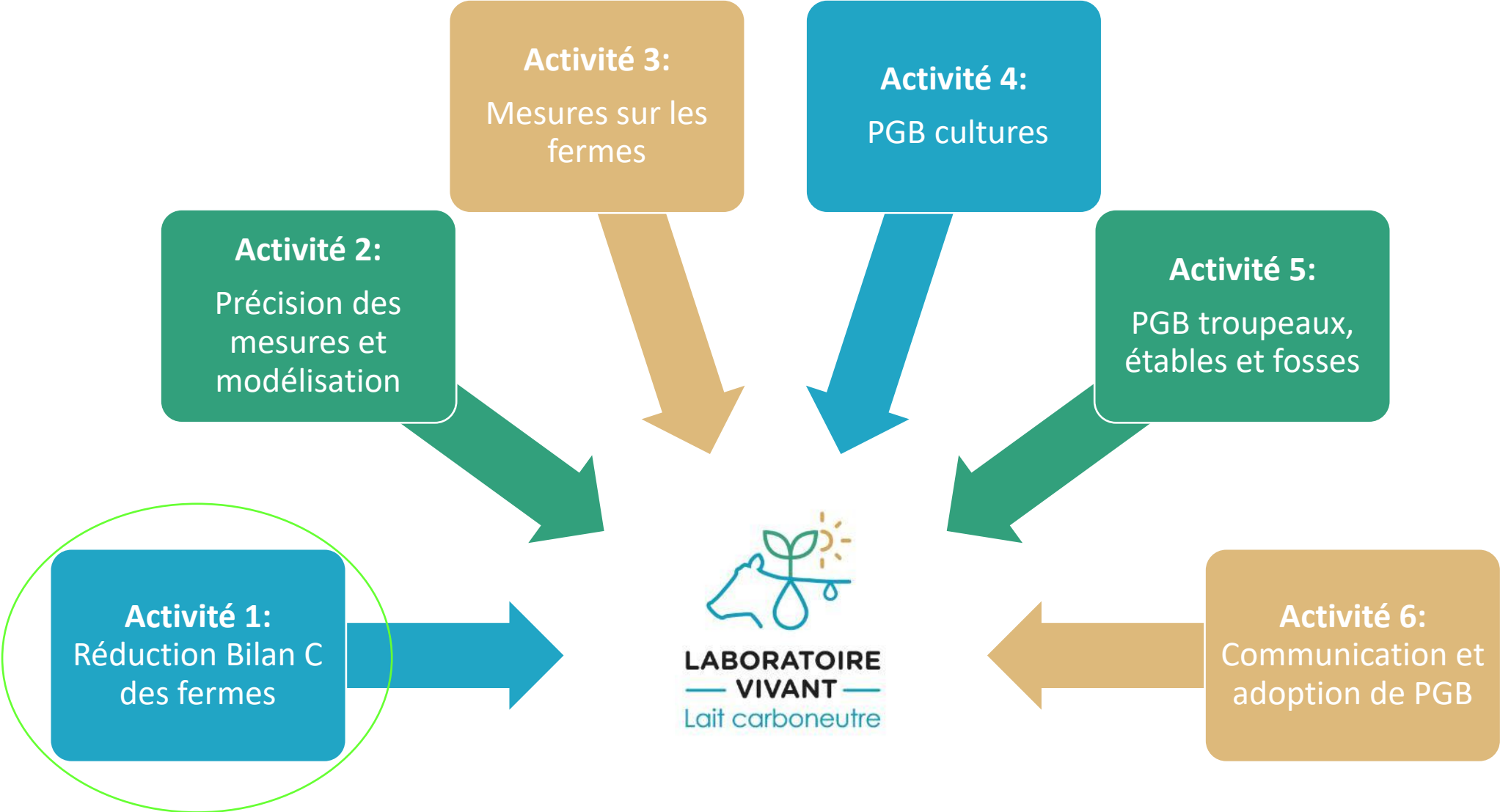


7009 à 15 566 kg de lait corrigé



Superficies cultivées de **47 à 685 ha**

Activités d'innovation et de recherche



PGB = Pratiques de gestion bénéfiques

Calculateur Holos – Université Laval



*Un outil pour estimer et
réduire les GES provenant
des fermes*

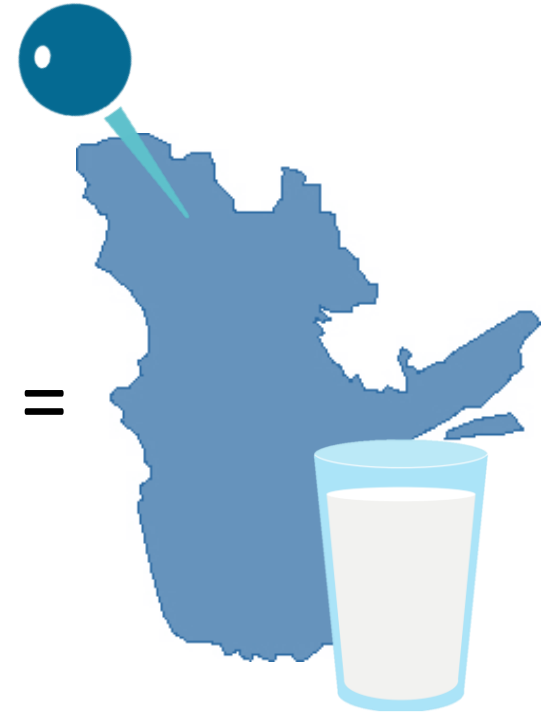


*Un outil pour estimer et
réduire les GES provenant
des fermes*

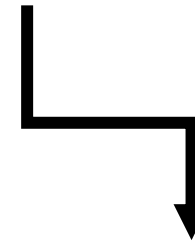
+



UNIVERSITÉ
LAVAL

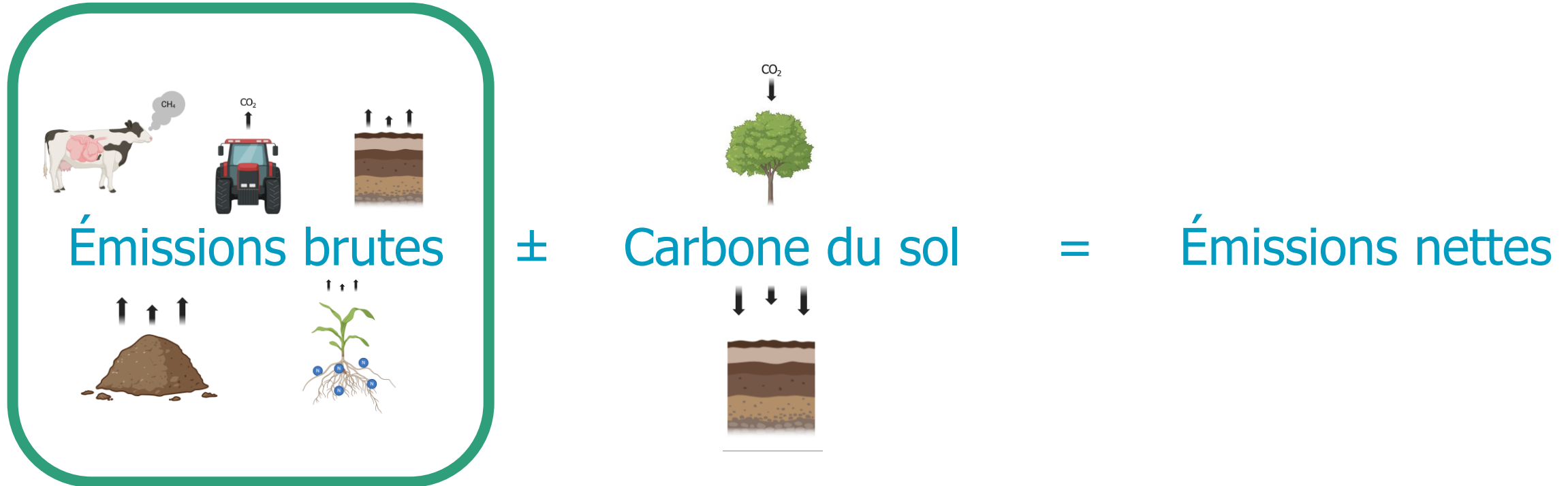


=

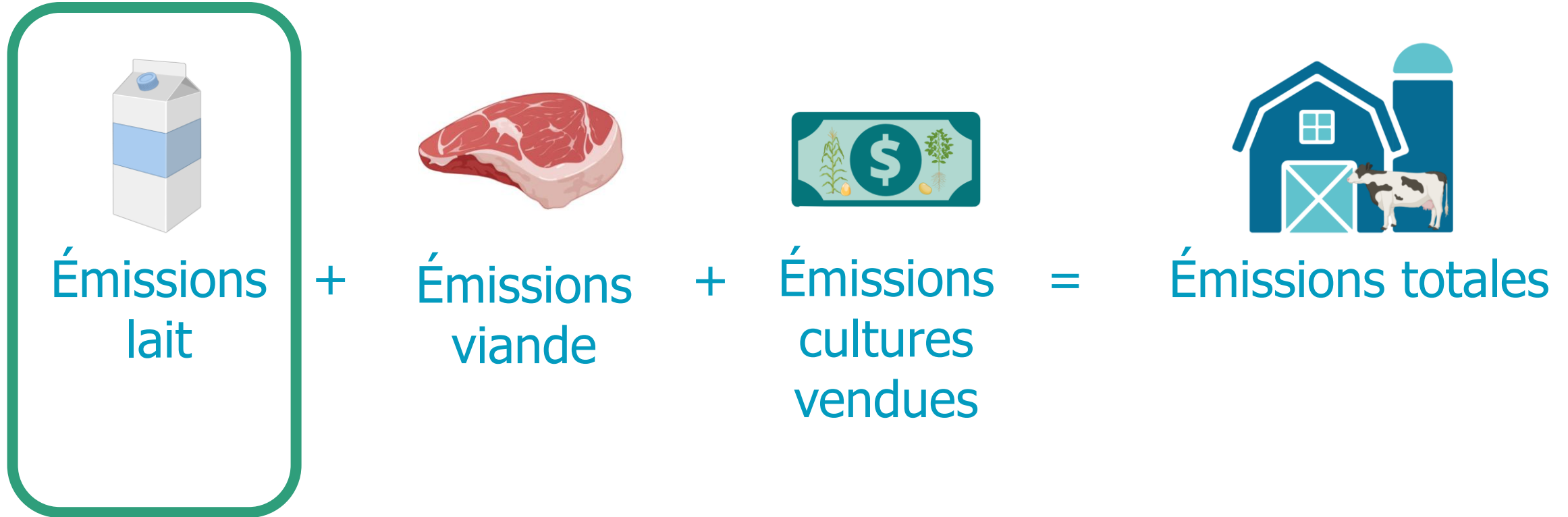


Groupage des animaux, gestion
des pâturages, gestion du fumier,
aliments achetés...

Émissions brutes vs nettes



Émissions de la ferme laitière



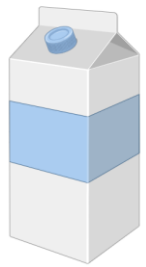
Répartition des secteurs d'émissions

Émissions
fermentation
entérique

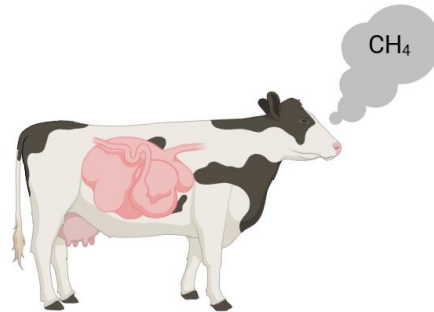
Émissions
fumier

Émissions
champs

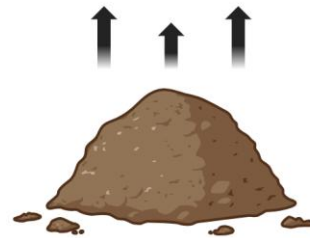
Émissions
intrants



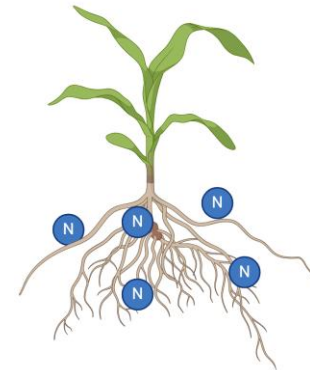
=



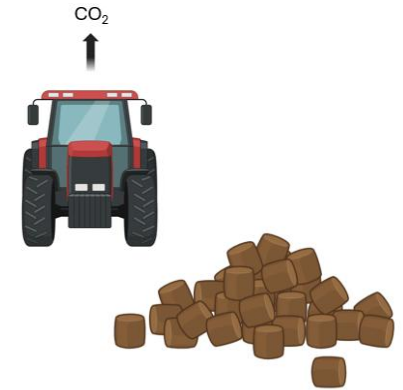
+



+



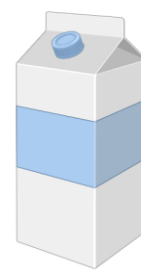
+



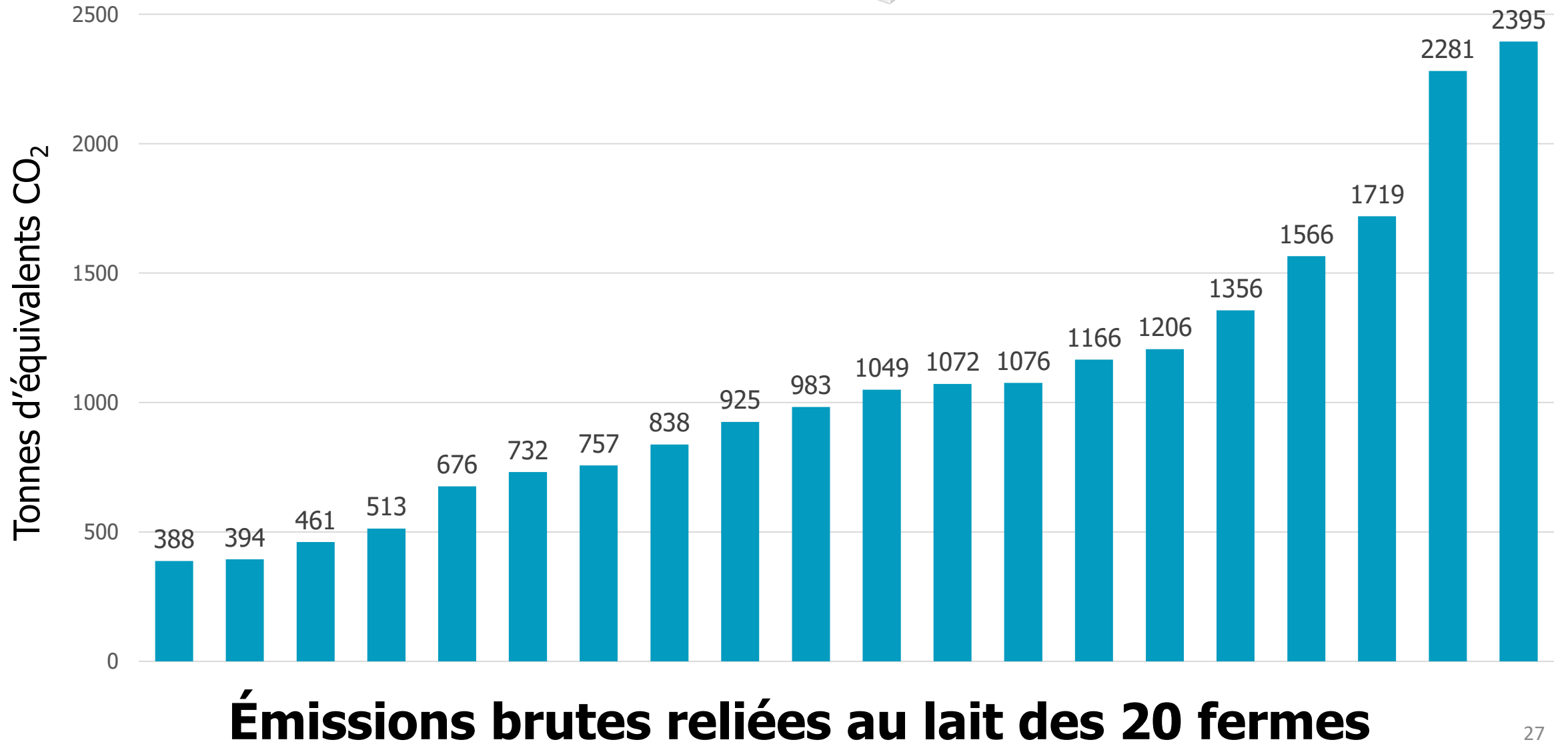
Émissions
totales du lait

Résultats présentés en % des
émissions totales

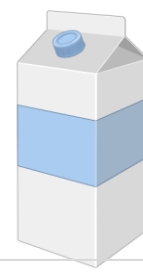
Résultats Holos



En moyenne
1078±564 tonnes d'éq. CO₂

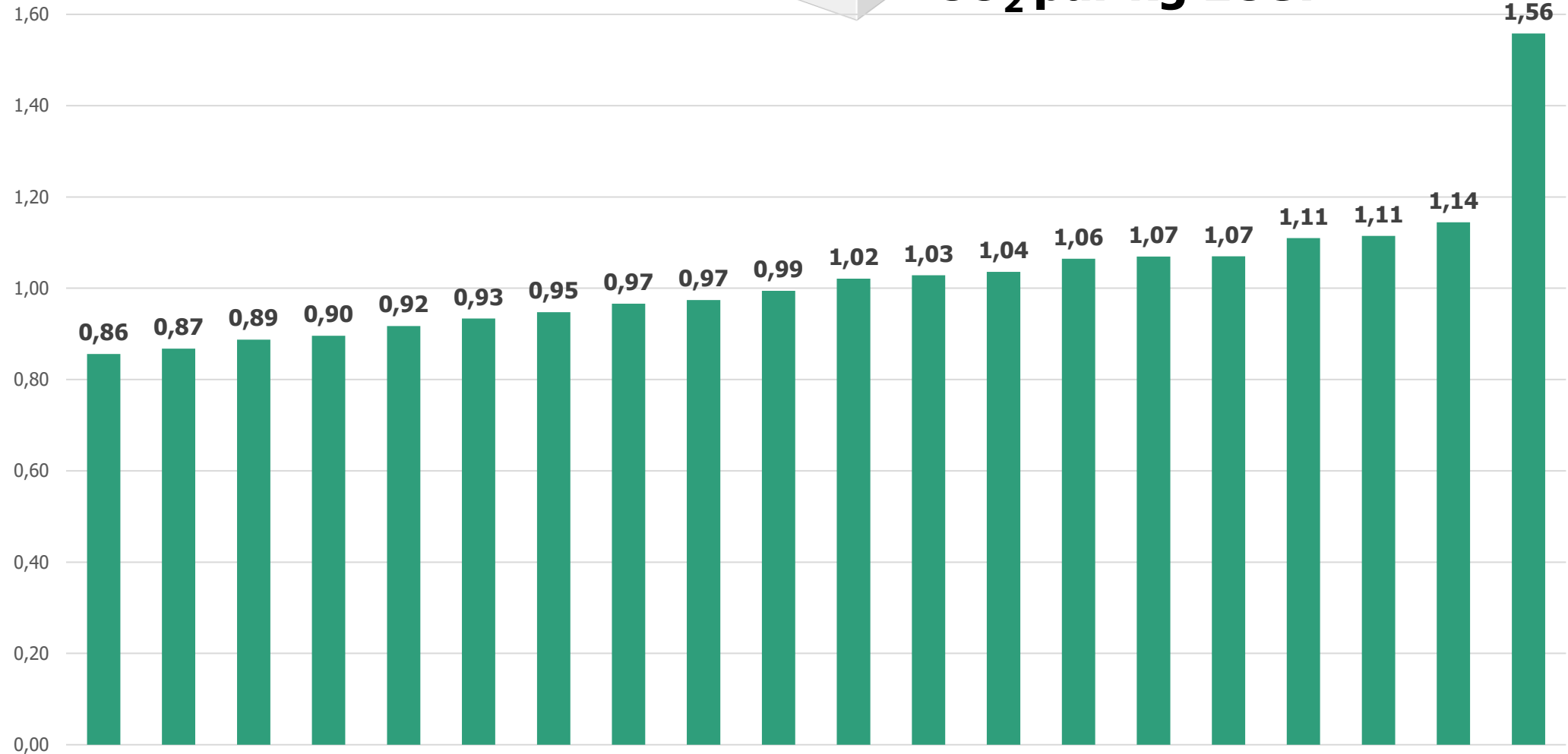


Résultats Holos



En moyenne
**1,02±0,15 kg d'éq.
CO₂ par kg LCGP**

kg d'équivalents CO₂ par kg de lait
corrigé pour le gras et les protéines

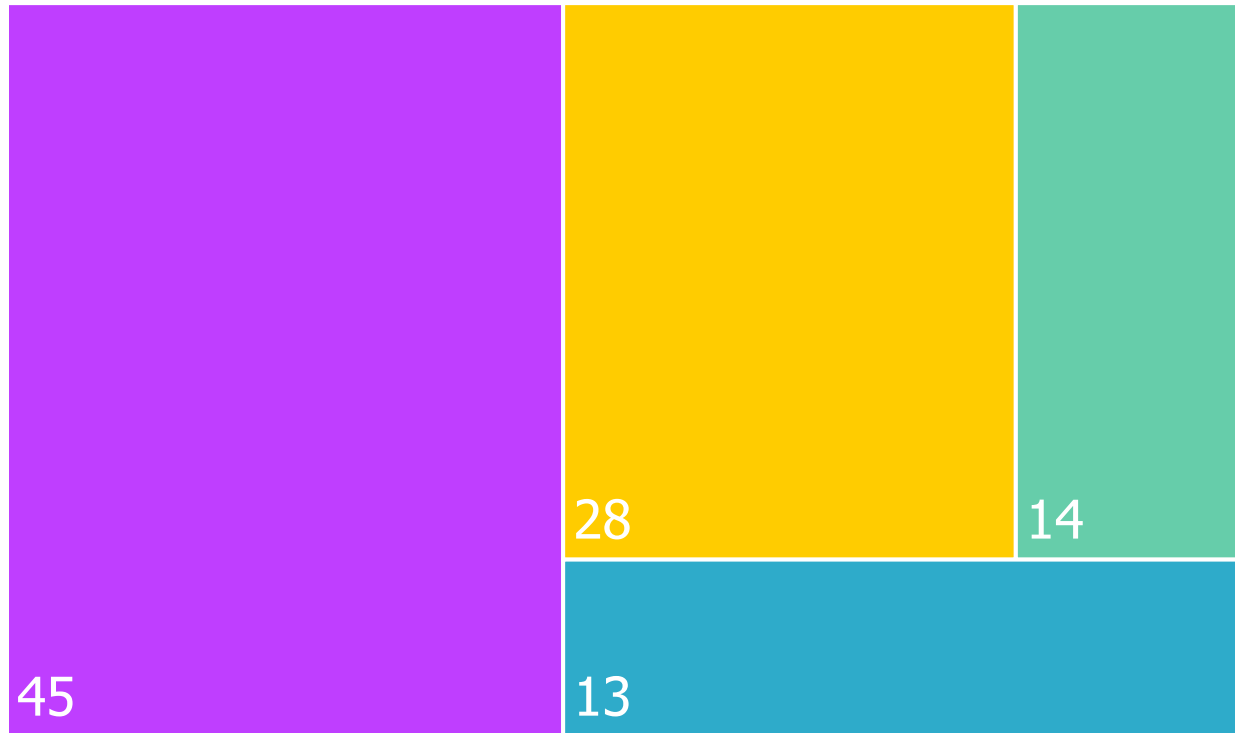


Empreintes carbone brutes du lait des 20 fermes

Résultats Holos

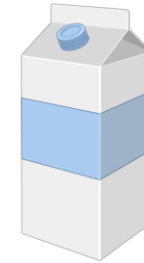
Moyenne des 20 fermes

20 



■ Animaux ■ Champs ■ Fumier ■ Intrants

Répartition des émissions (%)

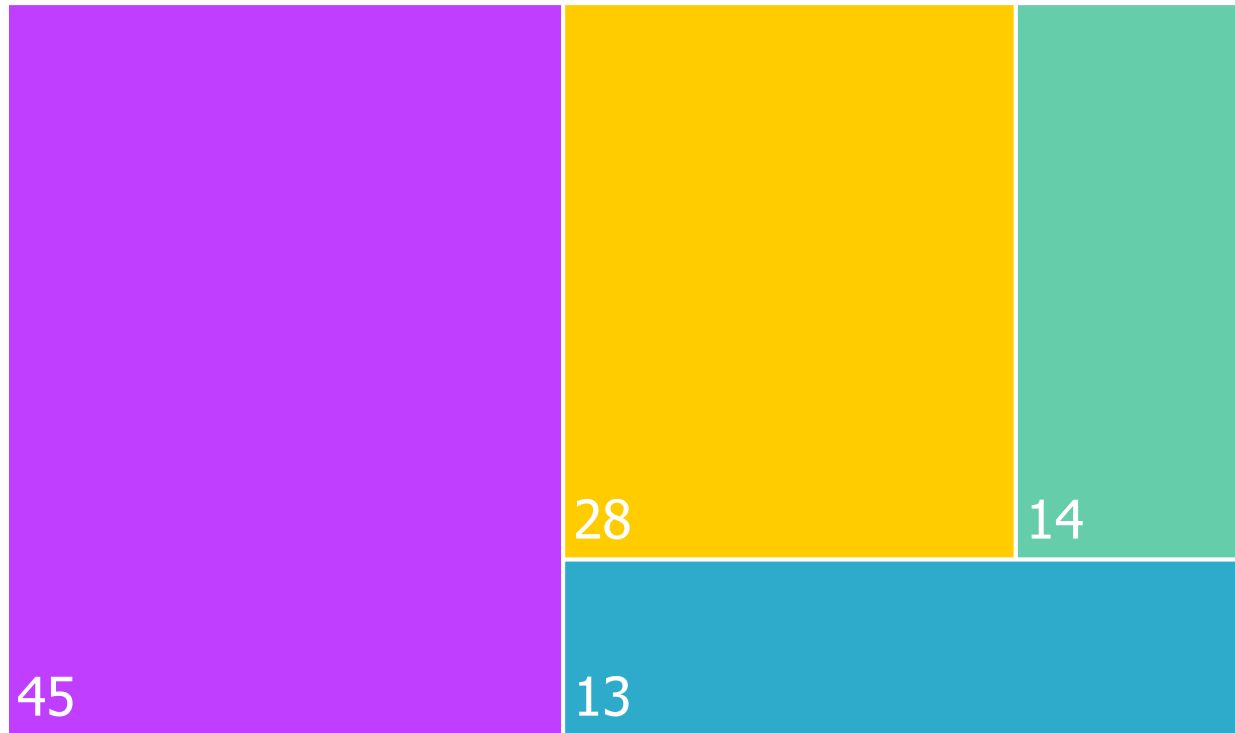


**1,02 kg d'éq. CO₂
par kg LCGP**

Résultats Holos

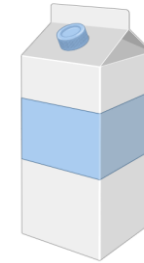
Moyenne des 20 fermes

20 

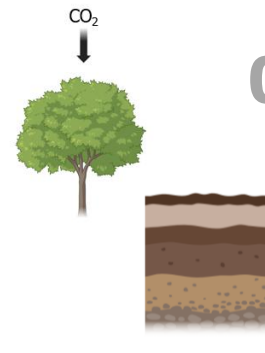


■ Animaux ■ Champs ■ Fumier ■ Intrants

Répartition des émissions (%)



**1,02 kg d'éq. CO₂
par kg LCGP**



**0,97 kg d'éq. CO₂
par kg LCGP**

PGB ciblées à la journée avec les experts



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carboneutre

Étable

1. Amélioration de la génétique (productivité et méthane)
2. Efficacité alimentaire/CVMS
3. Ajustement des rations
4. Santé des animaux/Bien-être animal/litière
5. Valorisation des fourrages
6. Ratio génisse/vaches
7. Âge au premier vêlage/taux de réforme/intervalle entre vêlages

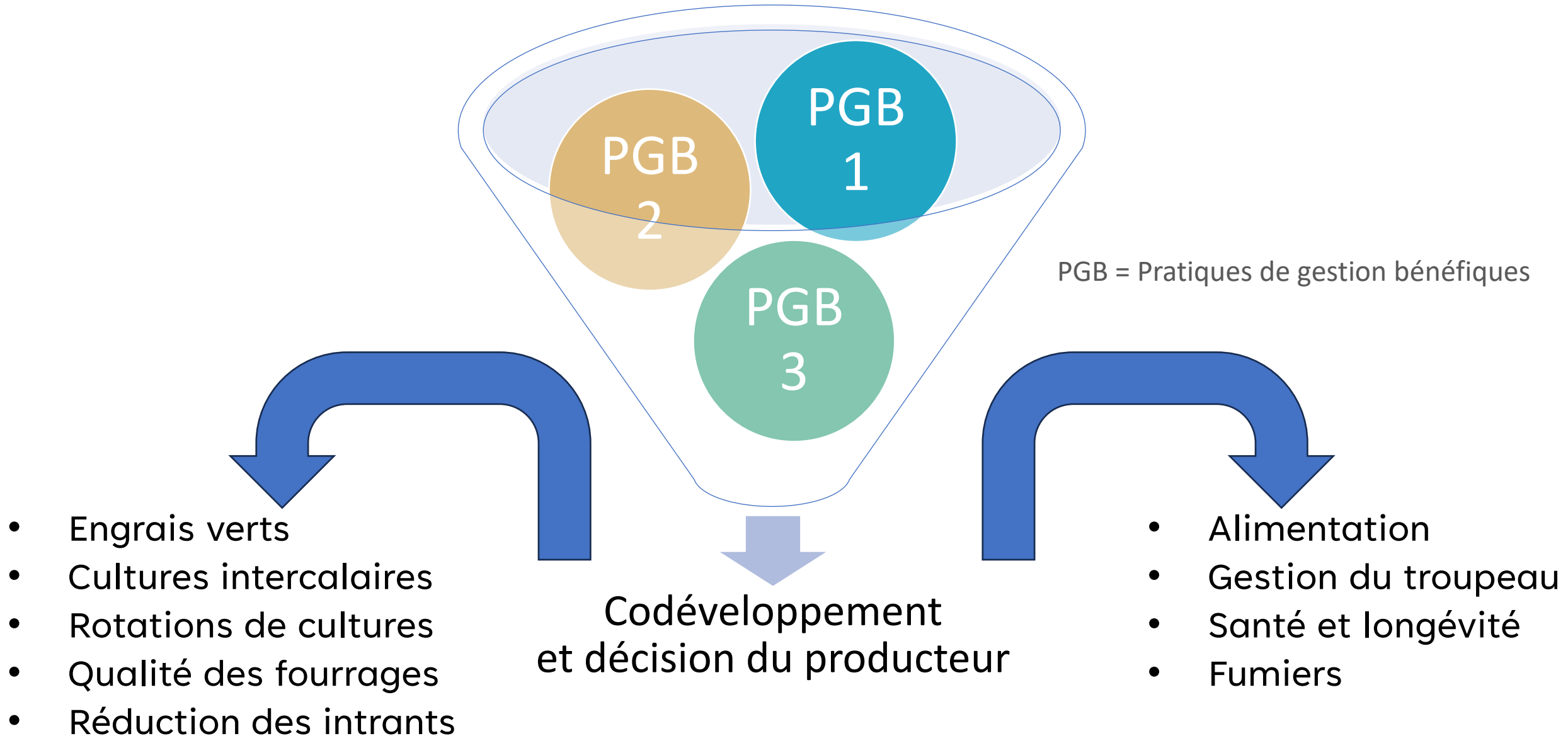
Fosse

8. Moment d'épandage
9. Durée d'entreposage (ajouter une vidange)
10. Gestion des solides (réduire la durée d'entreposage en amas)
11. Couverture de fosse
12. Séparation du lisier (avec ou sans litière)
13. Additif au fumier
14. Fréquence du raclage à l'intérieur

Champs

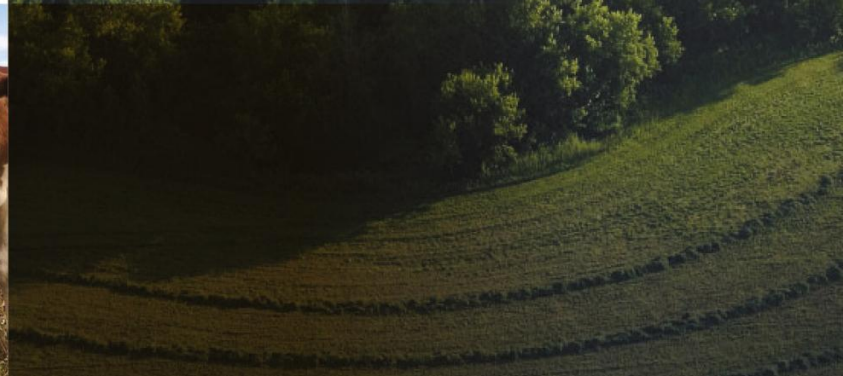
15. Travail de sol (travail réduit)
16. Cultures intercalaires
17. Cultures de couverture
18. Haies brise-vent
19. Améliorer la rotation des cultures
20. Plantes pérennes (amélioration/rendement)
21. 4B – Source
22. 4B – Moment (choix de la source/fumier)
23. 4B – Dose
24. 4B – Endroit
25. Pâturage

Activité 1 : Bilans carbone – stratégies – implantation de PGB





**Est-ce que
certaines
pratiques se
distinguent chez
les fermes ayant
les meilleurs
bilans?**

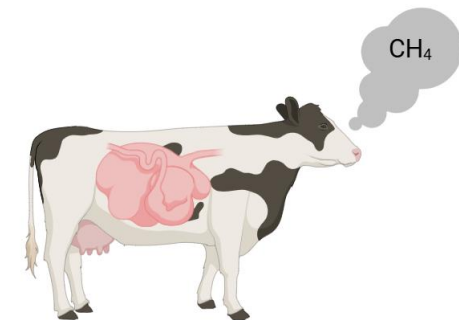


Pratiques des fermes avec les meilleurs bilans d'émissions

- **Systemes de production diversifiés**
- **Présence de pâturages** (2 fermes sur 5)
 - Réduction des émissions à la fosse : application directe aux champs
 - Bonne digestibilité des rations : moins de CH_4 à la fosse
- **Gestion solide des fumiers** (2 fermes sur 5)
 - Potentiel d'émission de CH_4 moindre
 - Mais faire attention au N_2O
- **Proportion moyenne d'ensilage de maïs dans les rations : 24-27 %** (4 fermes sur 5)

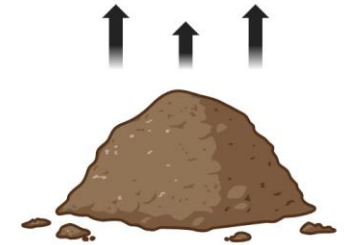
Bonnes pratiques associées aux émissions de méthane entérique

- **Bonne efficacité alimentaire : (kg de lait/kg de MS ingérée)**
 - Bonne digestibilité des rations
 - Bonne qualité fourragère
- **Intervalle entre les vêlages < 400 jours**



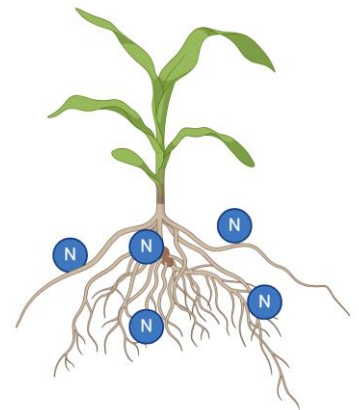
Bonnes pratiques associées aux émissions à la fosse à fumier

- **Gestion solide** (2 fermes sur 5)
 - Moins émettrice que gestion liquide en CH_4
- **Présence de pâturage** (2 fermes sur 5)
 - Moins de fumier en entreposage
- **Digestibilité des rations**
 - Moins de matière organique à la fosse

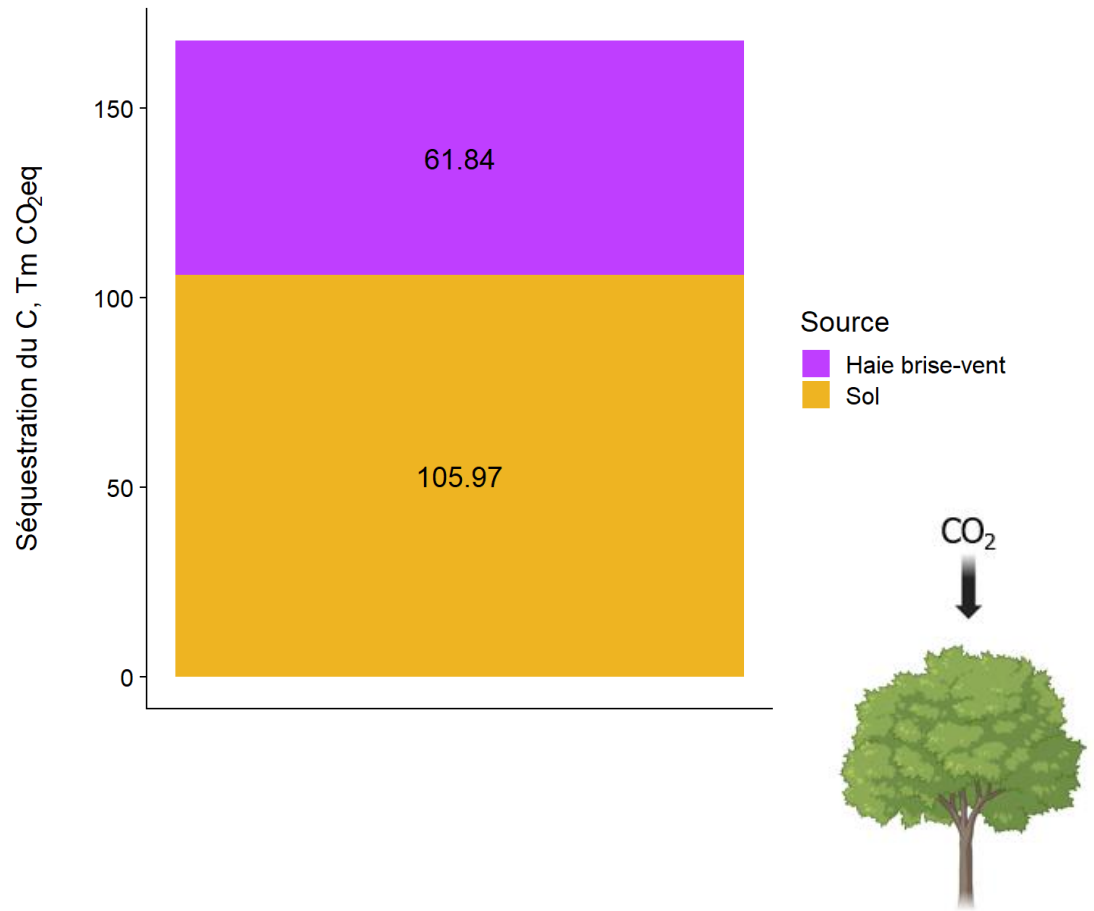


Bonnes pratiques associées aux émissions aux champs

- **L'utilisation de pratiques qui limitent les sols à nu** (3 fermes sur 5)
 - Intercalaires, céréales d'automne ou engrais vert, plantes pérennes
- **Aucune autre pratique particulière ne ressort**
 - Présence de semis direct, travail réduit ou travail conventionnel
 - Présence tous types de sol
 - Présence ou absence de culture de grain et de maïs fourrager
 - Niveaux de cultures vendues variables (0 - 80 %)
- **Capacité de bien faire dans toutes conditions**



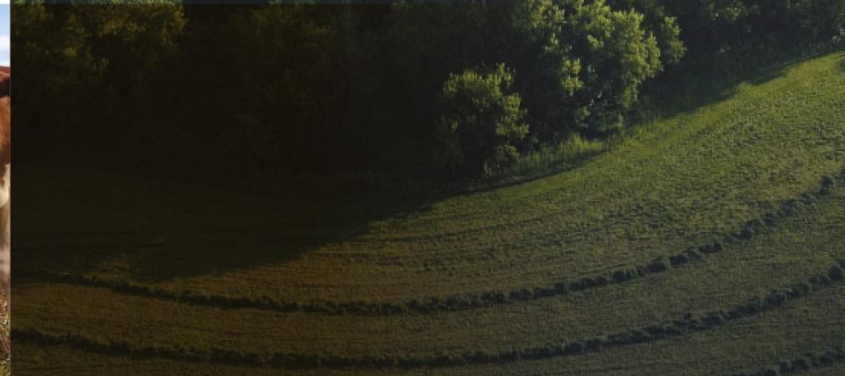
Effet des haies brise-vent et dynamique du C des sols



- Les haies brise-vent (3511 m de long) : 61,8 Tm de CO₂éq séquestrées
- 3,0 % des émissions compensées par les haies brise-vent
- 8,2 % des émissions séquestrées par la ferme



Comparaison des calculateurs

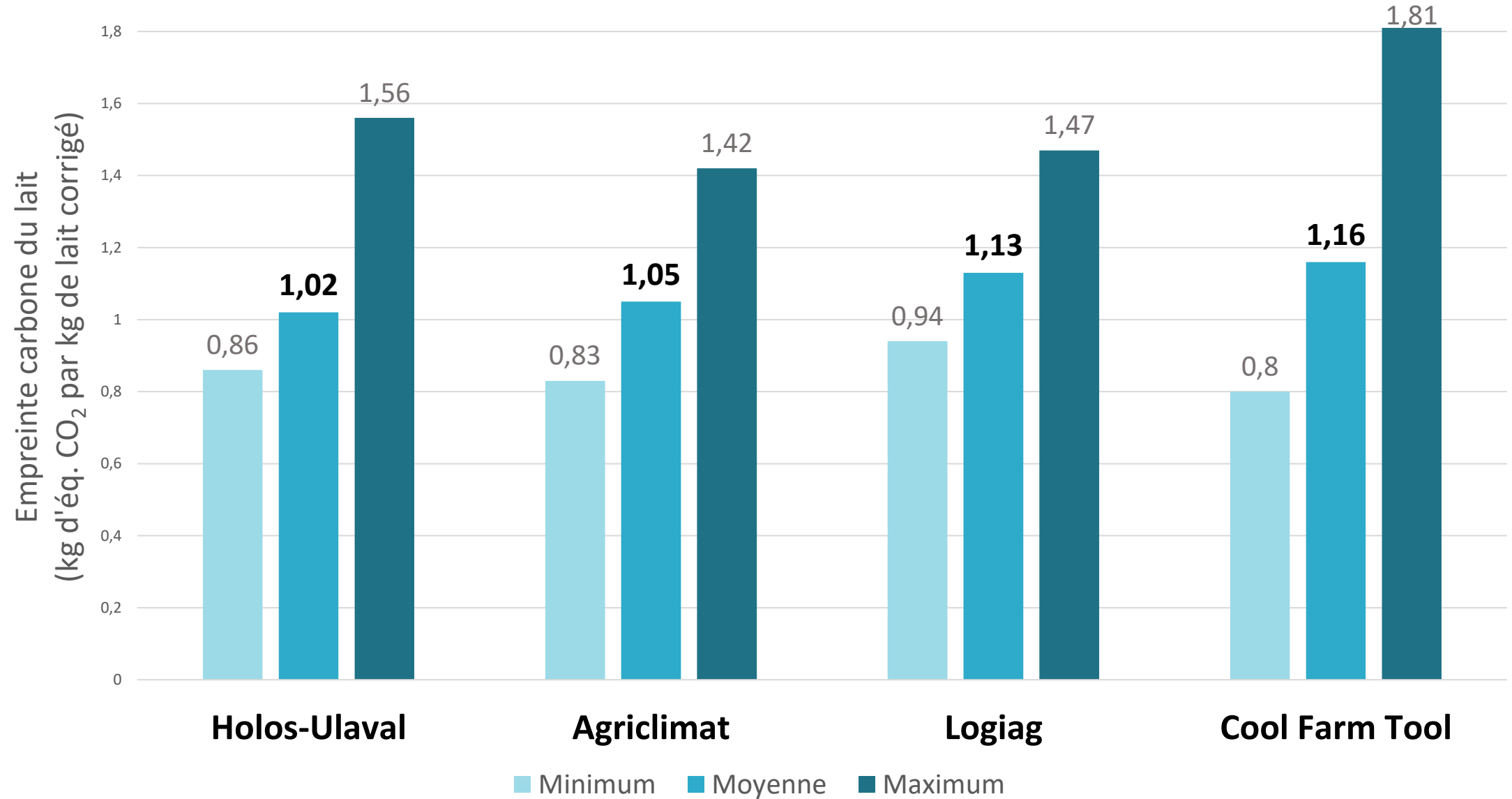


Objectifs de la comparaison des calculateurs

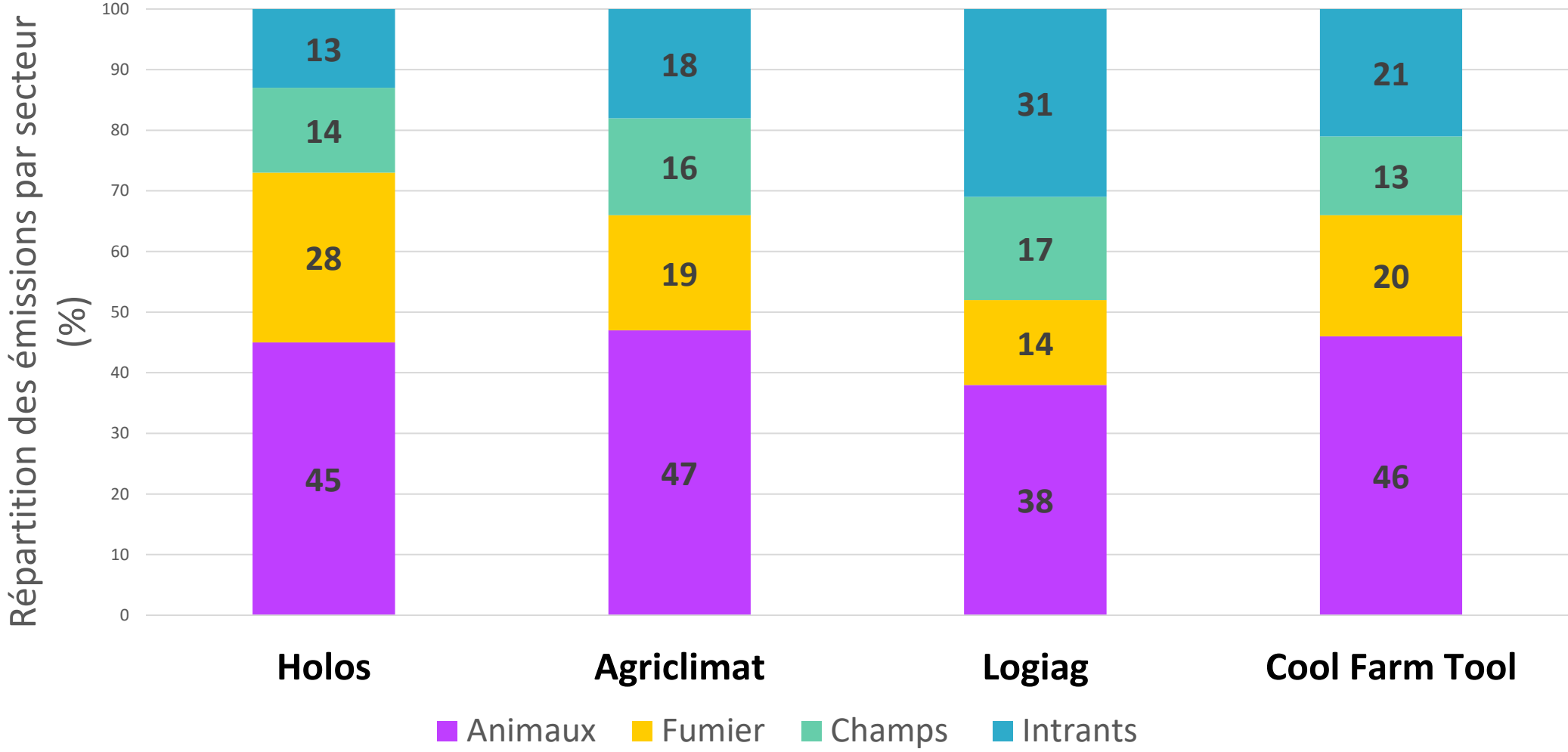
- Identifier les différences entre les méthodologies
- Comprendre les différences entre les résultats obtenus



Empreinte carbone du lait avec les quatre calculateurs



Répartition moyenne des secteurs d'émissions avec les quatre calculateurs

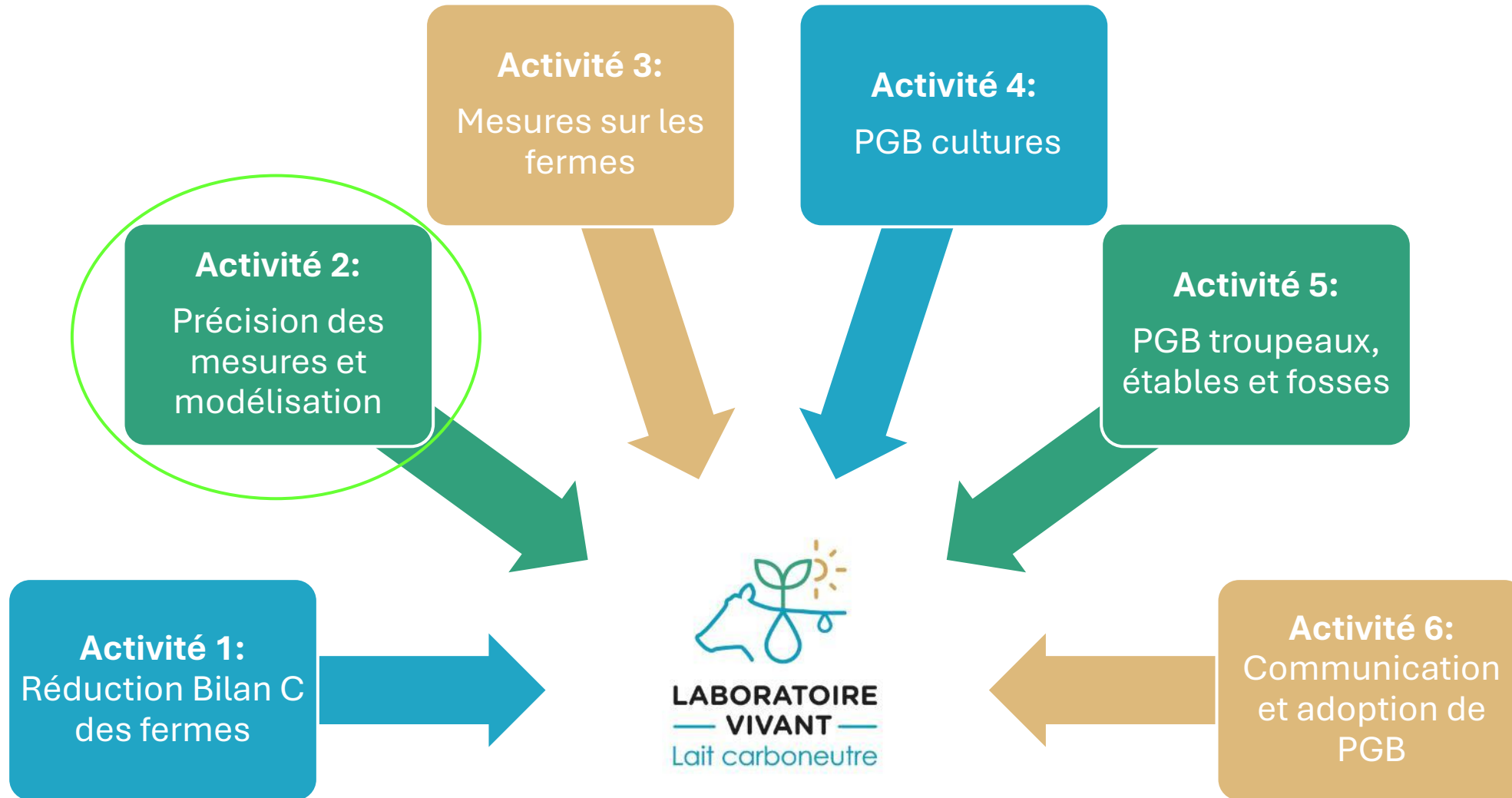


Ce qui explique les différences observées

- **Logiag**, basé sur Holos V3, choix de garder une **stabilité dans le temps**, ce qui fait en sorte que les résultats diffèrent d'Holos-ULaval et d'Agriclimat
 - Logiag, nouvelle version pour l'hiver/printemps
- **Agriclimat**, changement et **mise à jour dans le temps**, donc les différences avec Holos-ULaval sont subtiles (choix d'équations justifiés par la science)
- **Cool Farm Tool**, calculateur international, équations **moins adaptées au contexte canadien**, surtout pour les sols
- **Objectif** des calculateurs (accompagnement des producteurs, utilisation scientifique, certification, utilisation internationale vs calculs adaptés à la région...)
- **Inclusions ou exclusions** (intrants)
- **Choix d'équations et choix méthodologiques** différents

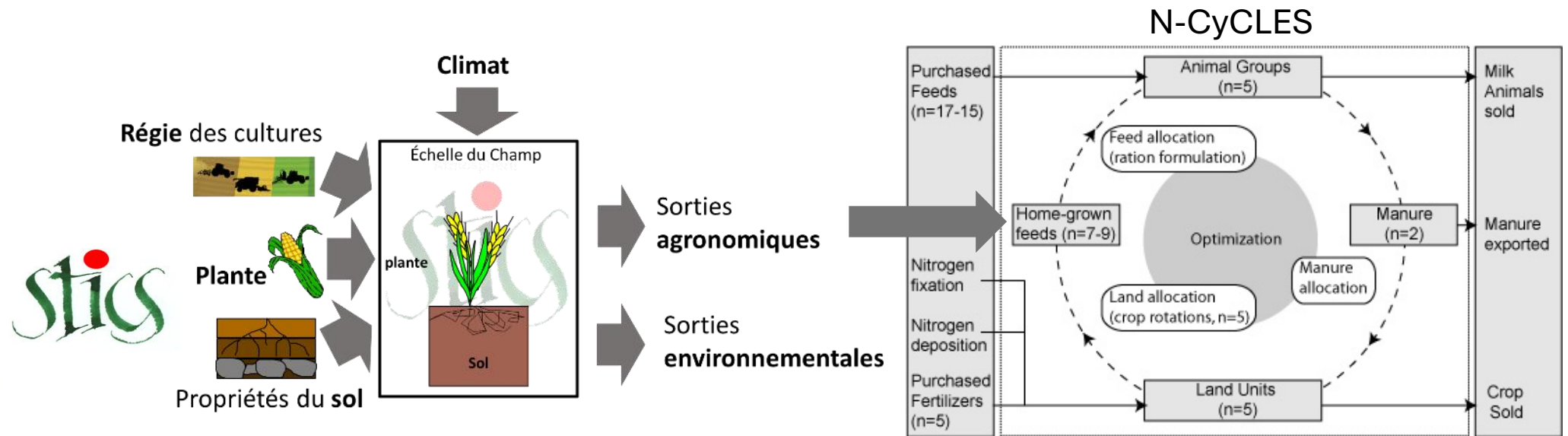


Activités d'innovation et de recherche



Activité 2.2 : Modélisation, impact économique et environnemental à l'échelle de la ferme

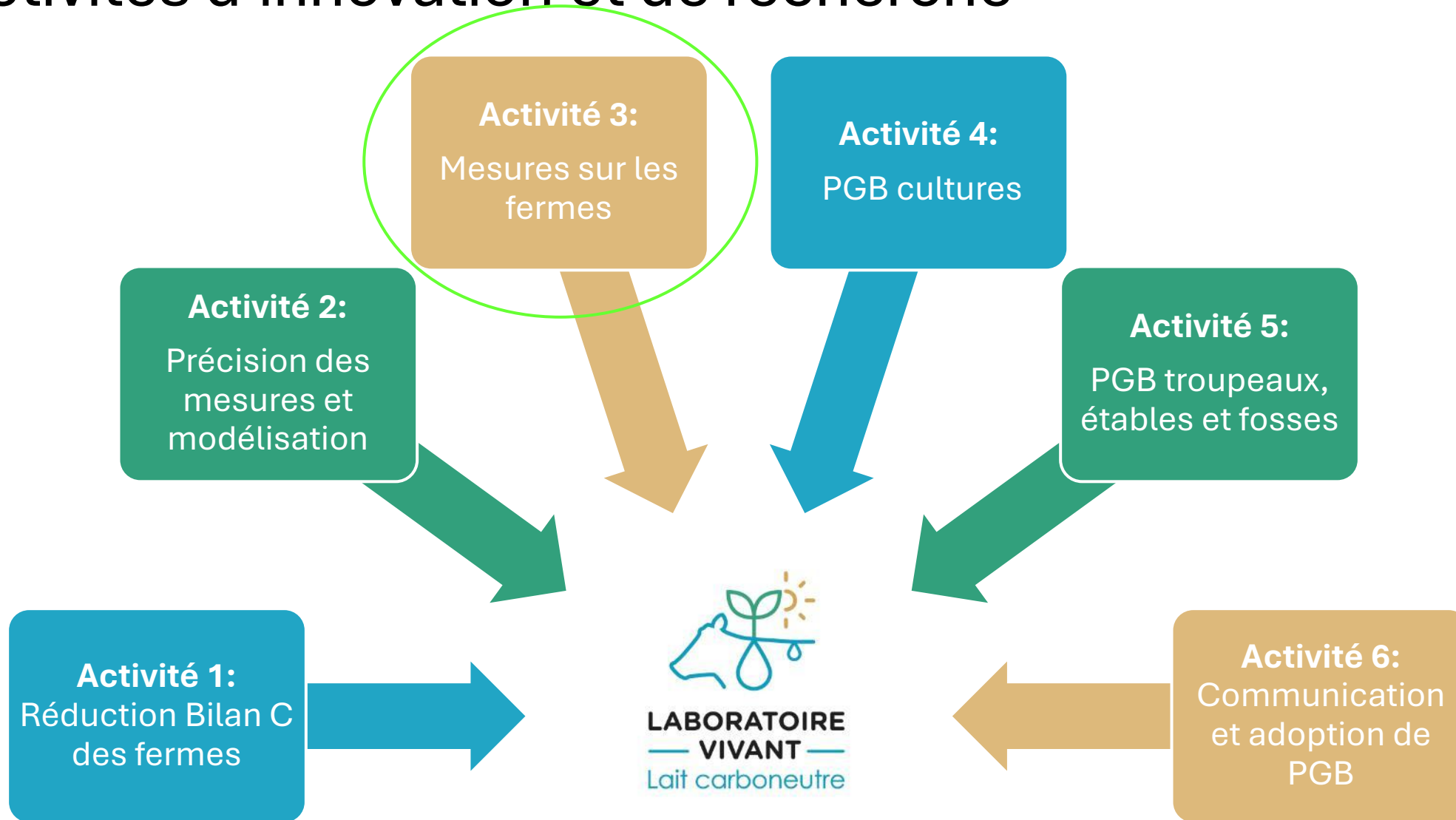
- En concertation avec les producteurs, sélection des PGB et définitions des scénarios qui seront testés dans les modèles
- Impact économique et environnementaux à l'échelle de la ferme une fois les pratiques stabilisées sur les fermes types





LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carbon neutre

Activités d'innovation et de recherche



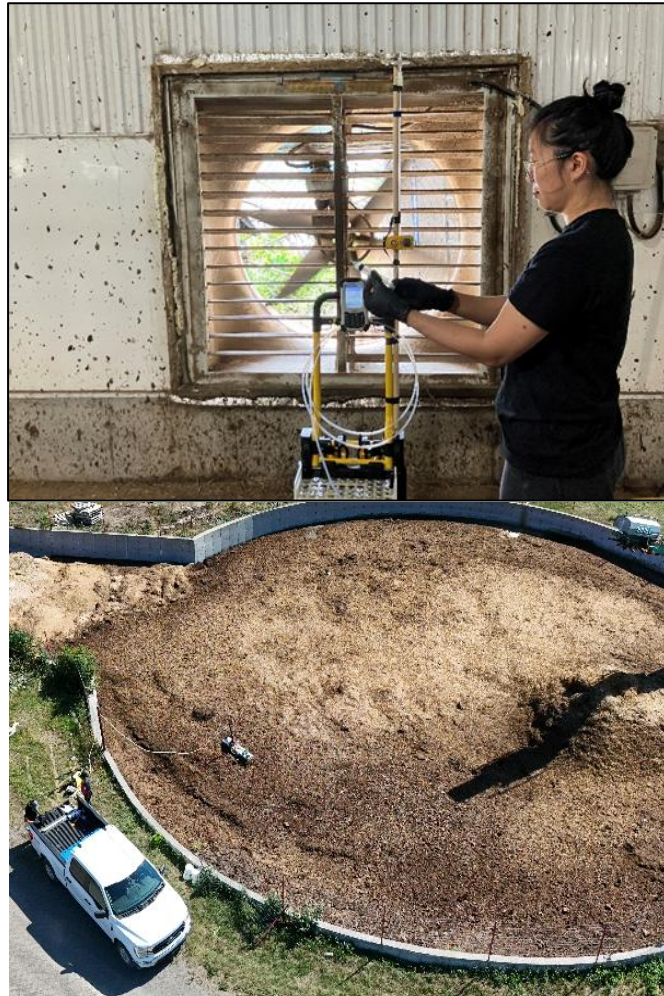
Mesures

BÂTIMENT (mesures ponct.)

FOSSE



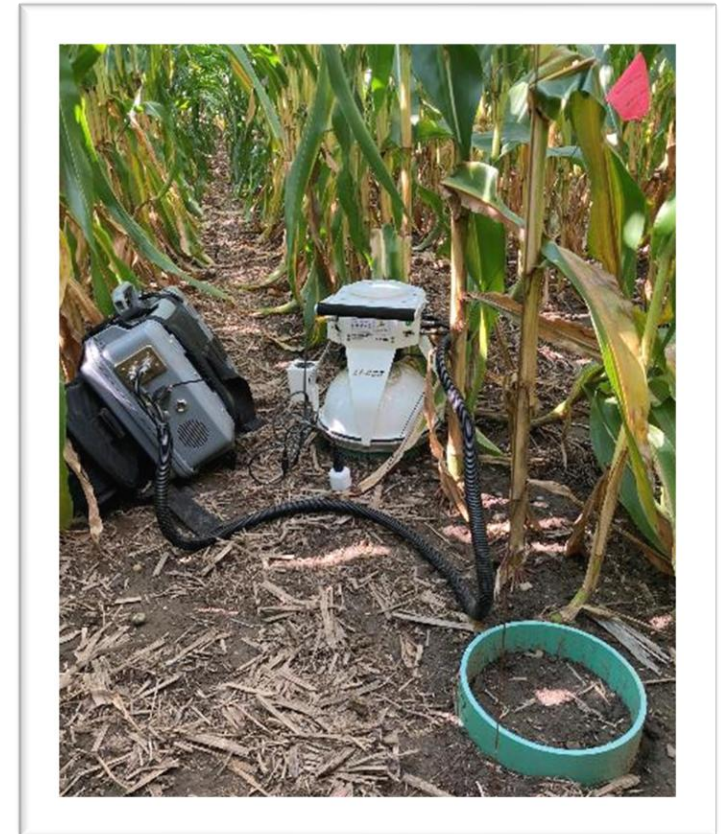
Stéphane Godbout



N₂O dans les champs



Normand Bertrand



Activité 3.1 : Mesures directes des émissions à la ferme

Proposer des facteurs québécois d'émissions laitières pour l'amélioration des calculs des modèles de bilan de carbone :

- Calculer les facteurs d'émission
- Comparer les résultats avec ceux des modèles théoriques existants

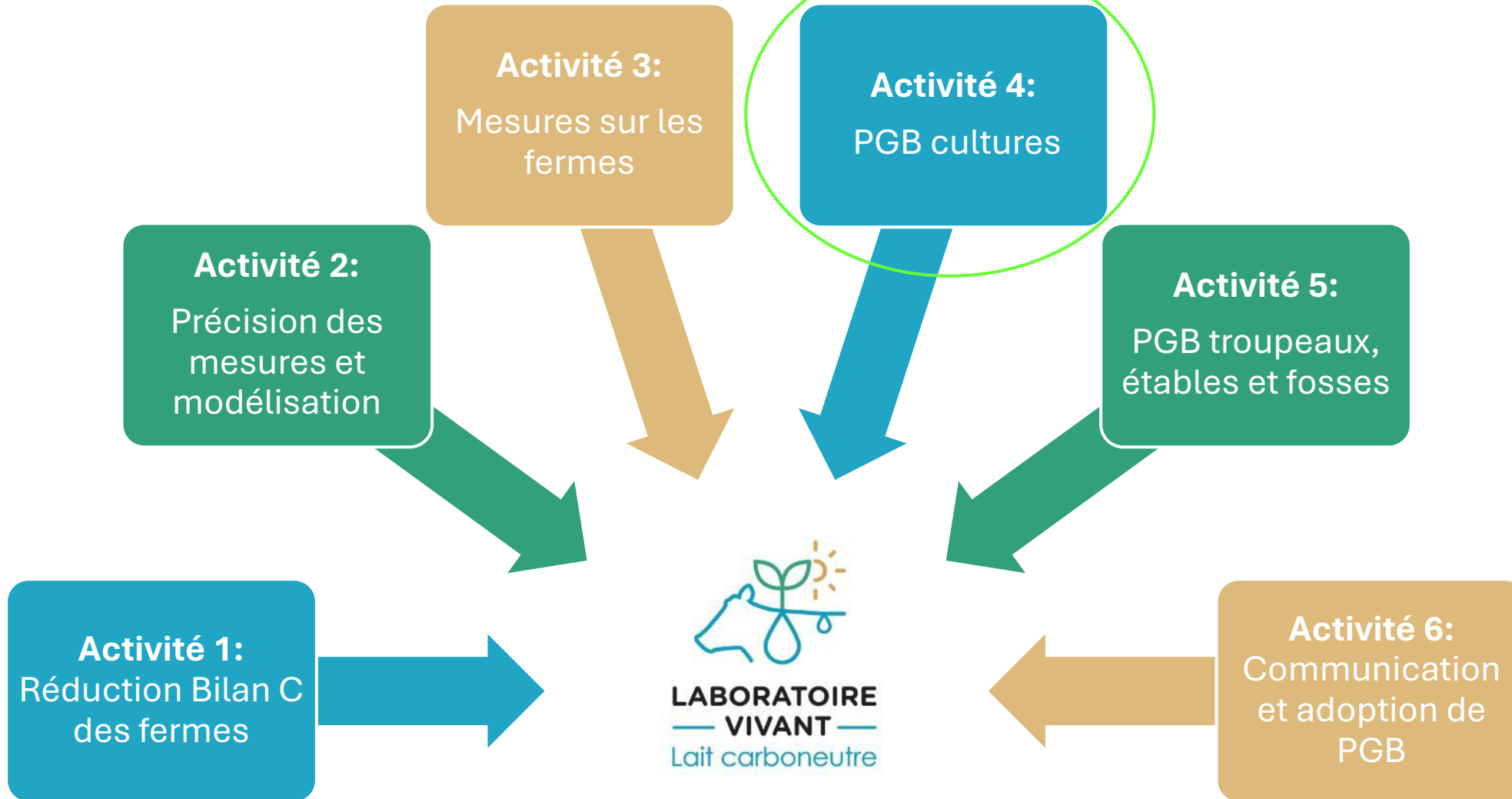
Développer une méthode simplifiée de mesure des GES à la ferme

1 ^{er} groupe de 7 fermes	2 ^e groupe de 9 fermes	1 ^{er} groupe de 7 fermes	2 ^e groupe de 9 fermes
Avant		Après	
Évaluer l'impact d'un changement de pratiques			





Activités d'innovation et de recherche





LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carbon neutre

Activité 4.1: Amélioration de l'apport d'azote

Objectif principal : Limiter les émissions de N₂O et les pertes de fertilisants minéraux azotés par l'évaluation de diverses pratiques de gestion.

4.1.1: Destructions des prairies (automne vs printemps) pour réduire les doses d'engrais azotés

2024 : 3 sites (1 région : canola)
2025 : 4 sites (3 régions)

4.1.2: Évaluation d'engrais verts pour réduire les doses d'engrais azotés

Implantation des sites été 2025

4.1.3: Régie d'application de l'azote pour réduire les doses d'engrais azotés

2024 : 4 sites (1 région : maïs-grain)
2025 : 4 sites (3 régions)

4.1.4: Sous-ensemencement de trèfles dans une petite céréale (blé automne) pour réduire les doses d'engrais azotés (implanté 2025 à Saint-Augustin-de-Desmaures)

- Collaboration avec Caroline Halde (UL)
- Collaboration potentielle projet national à AAC

Exemple de dispositif expérimental établi par Gaétan Parent

(4.1.1 et 4.1.3 : Traitement principal + 5 doses d'azote en post-levée)



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carbon neutre

Destruction printemps 2024			
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
1106 50 kg N/ha	1206 0 kg N/ha	1306 70 kg N/ha	1406 70 kg N/ha
1105 140 kg N/ha	1205 140 kg N/ha	1305 180 kg N/ha	1405 180 kg N/ha
1104 100 kg N/ha	1204 50 kg N/ha	1304 0 kg N/ha	1404 140 kg N/ha
1103 70 kg N/ha	1203 70 kg N/ha	1303 50 kg N/ha	1403 100 kg N/ha
1102 0 kg N/ha	1202 180 kg N/ha	1302 140 kg N/ha	1402 50 kg N/ha
1101 180 kg N/ha	1201 100 kg N/ha	1301 100 kg N/ha	1401 0 kg N/ha

Destruction automne 2023			
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
1506 70 kg N/ha	1606 100 kg N/ha	1706 140 kg N/ha	1806 50 kg N/ha
1505 100 kg N/ha	1605 70 kg N/ha	1705 180 kg N/ha	1805 140 kg N/ha
1504 180 kg N/ha	1604 140 kg N/ha	1704 100 kg N/ha	1804 70 kg N/ha
1503 0 kg N/ha	1603 180 kg N/ha	1703 70 kg N/ha	1803 100 kg N/ha
1502 50 kg N/ha	1602 50 kg N/ha	1702 0 kg N/ha	1802 0 kg N/ha
1501 140 kg N/ha	1601 0 kg N/ha	1701 50 kg N/ha	1801 180 kg N/ha

Responsabilité du producteur : identification du champ, implantation du traitement principal, semis et autres opérations courantes.

Responsabilité AAC : validation des sites, application N en post levée (agrotain), coordination et suivis en cours de saison, mesure du rendement.

Intégration avec activité 3.2 : les traitements 0 N et 140 N sont suivis pour le N₂O

Activité 4.2 : Valorisation des fourrages

Évaluer les pratiques de valorisation des fourrages sur les fermes en vue de les améliorer et ainsi de réduire le bilan C

Réalisé :

- Mise à jour d'un outil d'évaluation
- Collecte de données sur les fermes intéressées

À venir :

- Proposer des pistes d'amélioration dans le but de mettre en place des pratiques de gestion bénéfiques sur les fermes participantes
- Évaluer les gains environnementaux potentiels à l'amélioration de ces pratiques de gestion bénéfiques



Activité 4.3.1 : Suivi de l'évolution des stocks de C

Dresser un portrait de l'état et de la dynamique des stocks de carbone du sol et évaluer l'impact potentiel de différentes stratégies de gestion des bandes riveraines (largeur, diversité d'espèces, coupes, etc.)

2024 :

- Échantillonnage sur 19 fermes
- 4 échantillons sur 14 fermes
- 2 échantillons sur 5 fermes - creusés à la pelle (beaucoup de roches)
- Échantillons récoltés sur 4 profondeurs (0-15, 15-30, 30-65, 65-100 cm)

2025 :

- Traitement des sols terminés
- Analyses de laboratoire en cours
- Inventaire botanique des bandes riveraines



Activité 4.3.2 : Introduction de panic érigé dans les bandes riveraines élargies

Déterminer son impact sur la captation des nutriments lessivés, l'amélioration de la biodiversité microbienne, la séquestration du carbone dans le sol et sur son potentiel de rendement en biomasse

Instrumentalisation de l'acquisition de données pour suivre les impacts des bandes riveraines sur les cultures adjacentes

2024 :

Deux sites implantés dans de bonnes conditions

- Une partie des sites vise à évaluer le potentiel de rendement de cultivars en développement
- Une ferme vise la production de fourrage d'appoint
- Une ferme vise la production de litière



Ferme #1

Montérégie



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carboneutre



Juin 2024



Juillet 2024



Novembre 2024

Prise de données : échantillon de sols et d'eau, hauteur des plants, peuplement
État de l'implantation est très satisfaisant : première récolte possible automne 2025

Ferme # 2

Estrie



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carboneutre



Peuplement automne 2024



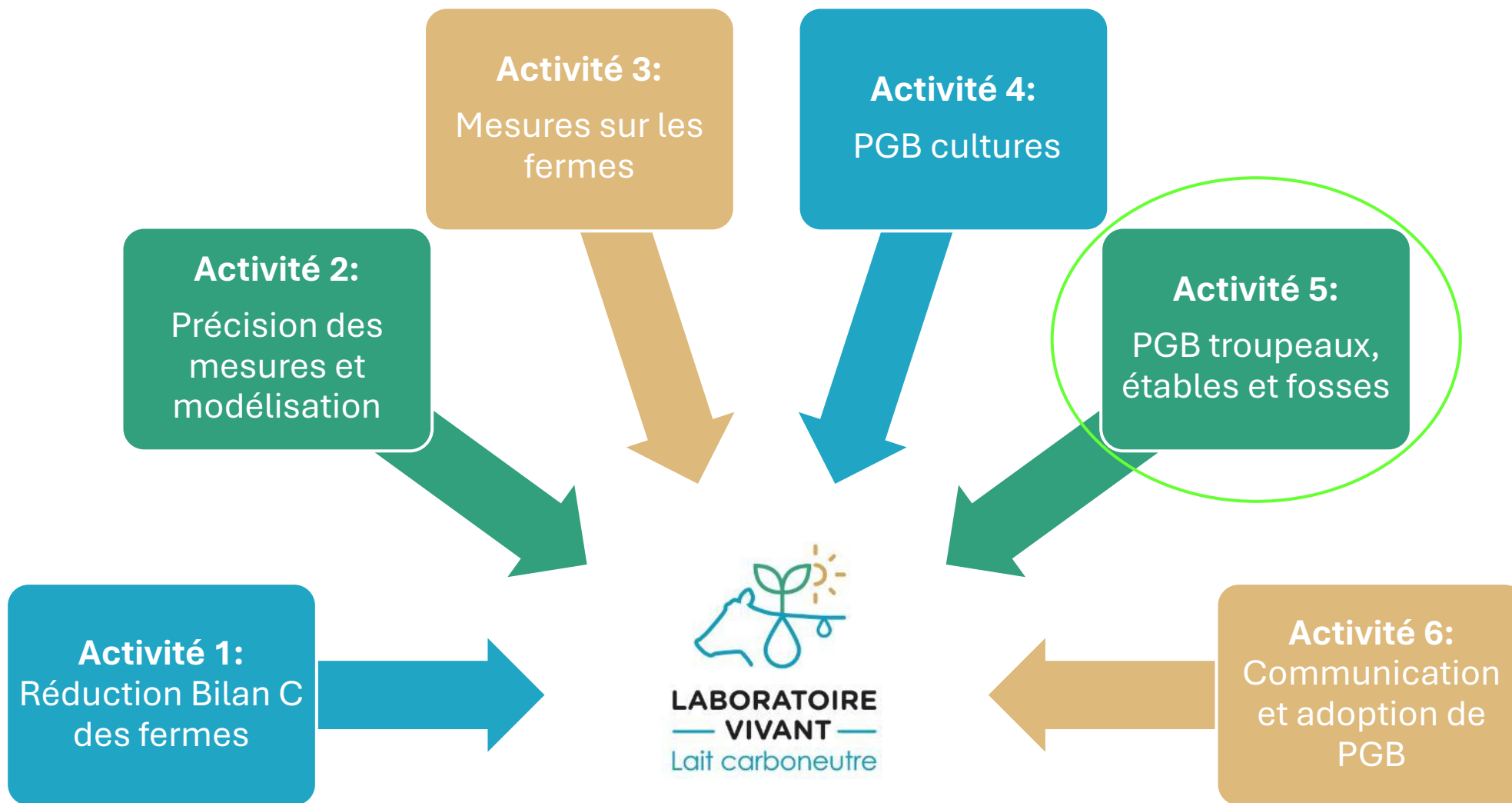
Peuplement zone
inondée



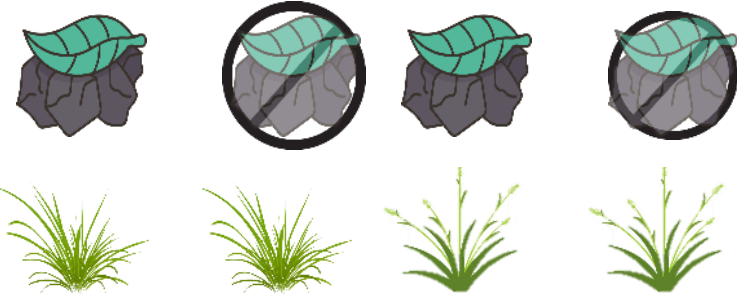
Passage de machinerie

Réaliser des essais en conditions réelles : inondations, pression de MH importante.
La qualité de l'implantation est très variable !

Activités d'innovation et de recherche



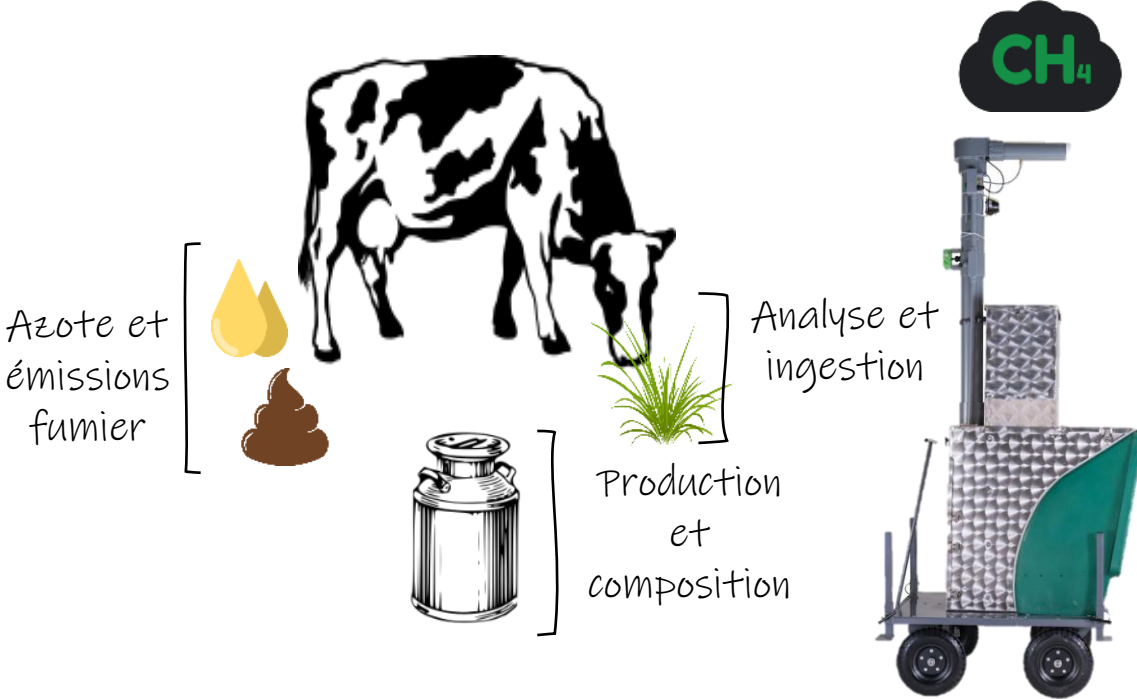
Activité 5.1 : Réduction du méthane entérique par l'ajout d'un supplément



2024 et début 2025 :

- Choix du supplément
- Choix des fourrages

- 3-NOP (Bovaer) avec des vaches ayant un taux de gras représentatif du Québec
- 2 maturités/qualités de fourrages



Activité 5.1 : Réduction du méthane entérique par l'ajout d'un supplément : ajustements et état d'avancement?

- Choix de fourrage:
 - Expérience au CRSAD – Deschambault
 - Fourrage: mélange de graminées
 - Fourrage jeune (récolte hâtive, 9 juin 2025)
 - Fourrage mature (récolte tardive, 24 juin 2025)
 - Récolte de secours (début, mi-août)
 - Analyse de fourrages

Début de la phase animale en automne 2025

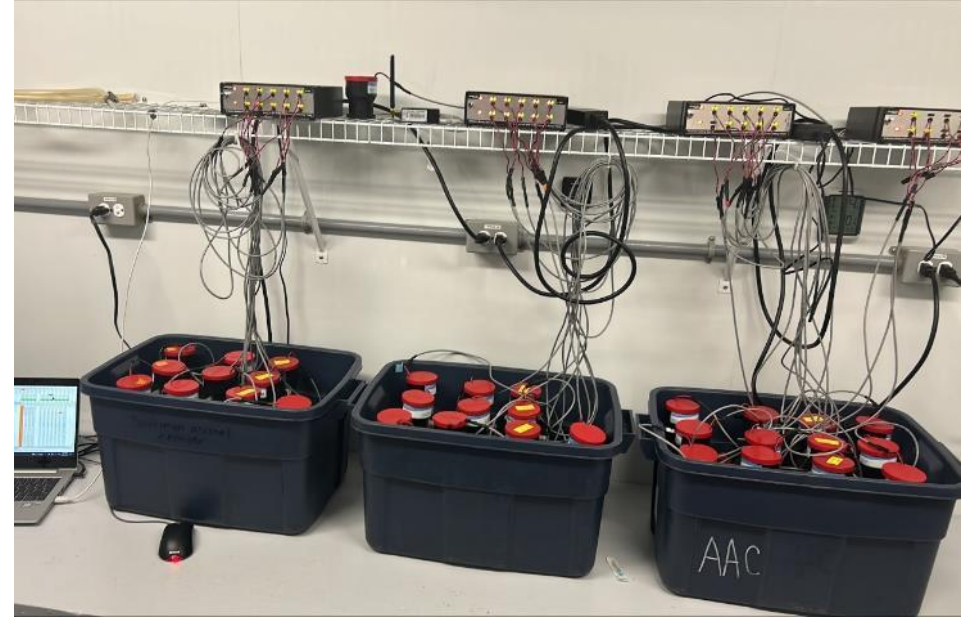


Activité 5.2 : Potentiel de biométhanisation des effluents d'élevage

Démonstration de la durabilité technologique, économique et environnementale de la production de bioénergie et d'engrais écologiques à partir de déjections de vaches laitières

2024-2025 : 12 fermes échantillonnées

- Caractérisation des émissions de méthane du fumier brut stocké
- Évaluation du potentiel de biométhanisation des effluents d'élevage





Activité 5.3 : Réduction des animaux de remplacement

Évaluation du potentiel de réduction de méthane entérique par la réduction du nombre d'animaux non productifs, tout en maintenant une pression génétique

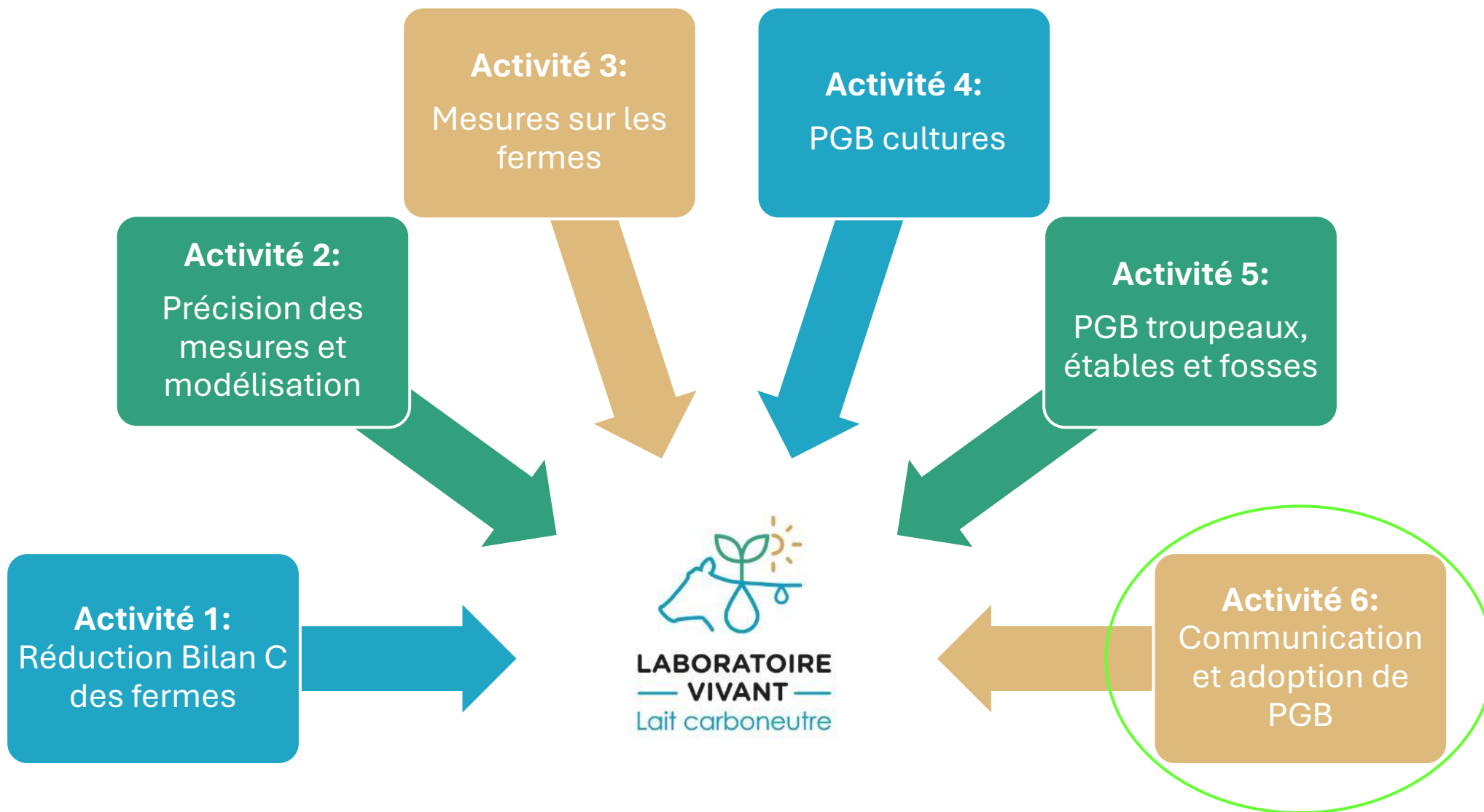
Automne 2024 : début de projet

- Modéliser et évaluer le potentiel de gain génétique et de réduction de méthane de différente stratégie de reproduction

Hiver 2026

- Finaliser la modélisation et le partage des résultats avec les producteurs du LVLC + amélioration des simulations

Activités d'innovation et de recherche



Activité 6 : Communication et adoption des PGB

Recherches sur l'adoption et la communication des pratiques :

6.1 Perception des risques et contraintes associées à l'adoption



Bernard Korai

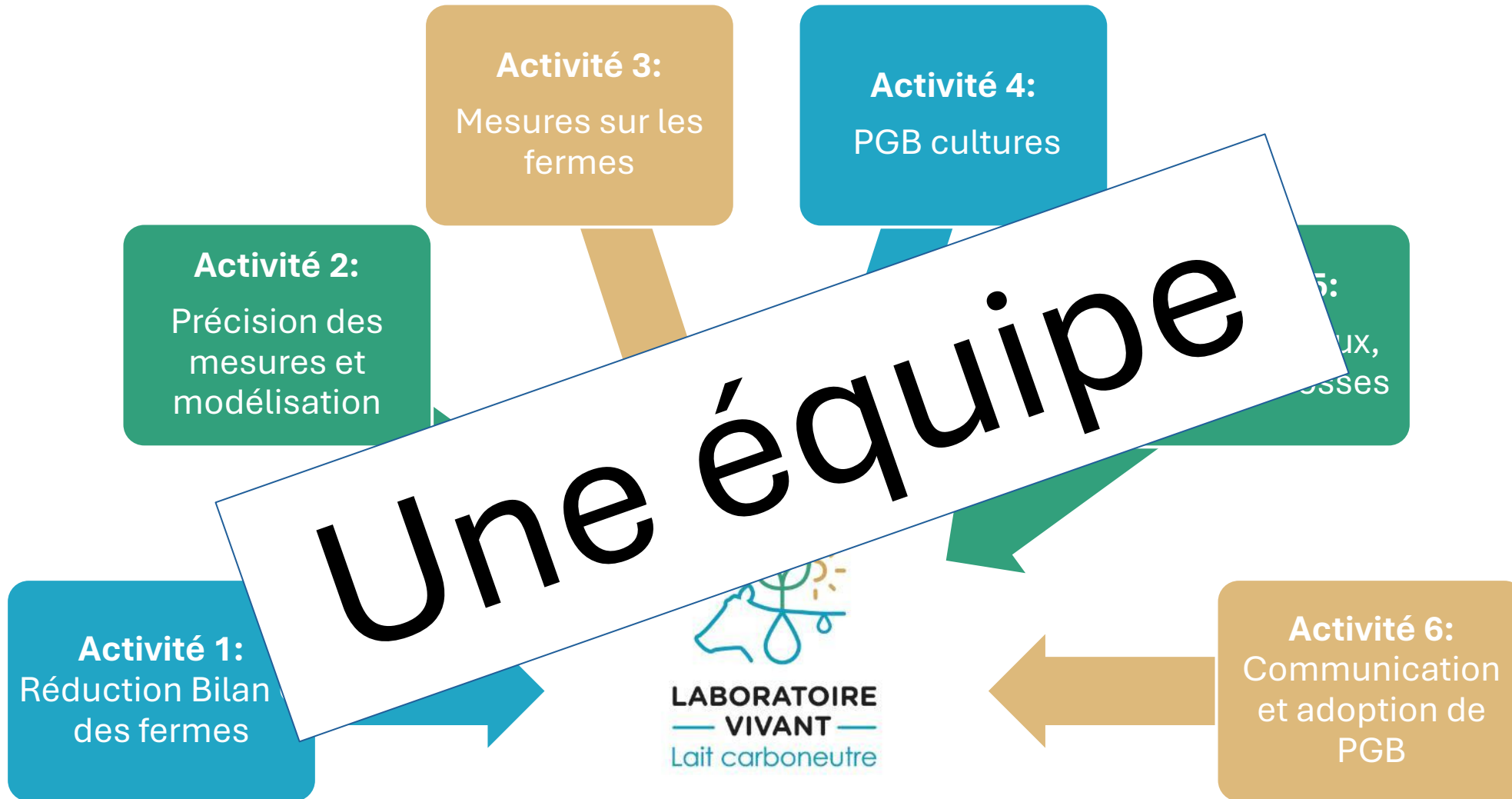
6.2 Analyse des approches de communication et de vulgarisation

6.3 Analyse sur les adoptants périphériques





Activités d'innovation et de recherche



Une super équipe d'innovation et de recherche



Producteurs participants

(20 fermes)

Équipe de suivi

Jacques Leblanc, Édith Charbonneau, Jean-Thomas Denault, Daniel Ouellet et George Thériault

Direction scientifique

Édith Charbonneau

Partenaires régionaux

Agrinova, CIARC, UPA Montérégie

Agriclimat

Logiag

Lactanet Jean-Philippe Laroche, Simon Jetté Nantel

IRDA Stéphane Godbout

U McGill Philippe Séguin

U de Montréal Jocelyn Dubuc

U. Laval

Simon Binggeli

Bérenger Bourgeois

Jean-François Bissonnette

Édith Charbonneau

Sébastien Fournel

Caroline Halde

Bernard Korai

Jean-Pascal Matteau

Isabelle Paré

Marie-Élise Samson

Marc-André Sirard

Véronique Ouellet

Andréane Bélanger-Roy (Ét.)

Maëlle Derrien (Ét.)

Mohamed Taher Khechine (Ét.)

Frédérika Nadon (Ét.)

Joahnn Palacio (Ét.)

Aziz Abdoul Sy Diouf (Ét.)

Julien Guillotel (Ét.)

Hugo Forget (Ét.)

Nicolas Bertrand (Ét.)

AAC

Normand Bertrand

Martin Chantigny

Annie Claessens

Jean-Thomas Denault

Fadi Hassanat

Guillaume Jégo

Roland Kröbel

Julie Lajeunesse

Mary-Cathrine Leewis

Émilie Maillard

Jacynthe Masse

Dorothe Yong Nje

Daniel Ouellet

Gaétan Parent

Rajinikanth Rajagopal

Geneviève Telmosse

Raoul Boubié Yaro

Noura Ziadi



LABORATOIRE
— VIVANT —
Lait carboneutre



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Les Producteurs
de lait du Québec

Canada

**ET L'ASPECT
ÉCONOMIQUE DE
RÉDUIRE LE BILAN
CARBONE**

Vaches en santé

- Maladies en lien avec le système reproducteur:
 - ↑ intervalle entre les vêlages
 - ↓ productivité
 - ↑ animaux non productif (longueur du tarissement)
 - ↑ réforme involontaire
- Maladies métaboliques
 - ↓ productivité
 - ↓ efficacité alimentaire
 - ↑ réforme involontaire
- Mammite
 - ↓ productivité
 - ↓ efficacité alimentaire
 - ↑ réforme involontaire

↑ Méthane entérique/kg de lait

Vaches en santé

Arndt et al. 2013. *Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. J. Dairy Sci. 98:3938-3950*

	Efficacité alimentaire			
	Haute ¹	Faible ¹	SEM	<i>P value</i>
Poids, kg	633	696	30	0,18
Prise alimentaire, kg MS/j	23,6	19,5	0,96	0,01
LCGP ² , kg/j	39,0	19,7	0,70	0,03
CCS (10 ³ cell./mL)	107	488	2,00	0,03

¹ n = 16 vaches en 8 paires de vaches à haute ou à faible efficacité alimentaire (phénotype) avec moins de 16 JEL de différence entre elles et des JEL entre 106 et 368.

² Lait corrigé pour le gras et la protéine.

Vaches en santé

Arndt et al. 2013. *Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. J. Dairy Sci. 98:3938-3950*

	Efficacité alimentaire			
	Haute ¹	Faible ¹	SEM	<i>P value</i>
Poids, kg	633	696	30	0,18
Prise alimentaire, kg MS/j	23,6	19,5	0,96	0,01
LCGP ² , kg/j	39,0	19,7	0,70	0,03
CCS (10 ³ cell./mL)	107	488	2,00	0,03

¹ n = 16 vaches en 8 paires de vaches à haute ou à faible efficacité alimentaire (phénotype) avec moins de 16 JEL de différence entre elles et des JEL entre 106 et 368.

² Lait corrigé pour le gras et la protéine.

Vaches en santé

Arndt et al. 2013. *Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. J. Dairy Sci. 98:3938-3950*

	Efficacité alimentaire			
	Haute ¹	Faible ¹	SEM	<i>P value</i>
Poids, kg	633	696	30	0,18
Prise alimentaire, kg MS/j	23,6	19,5	0,96	0,01
LCGP ² , kg/j	39,0	19,7	0,70	0,03
CCS (10 ³ cell./mL)	107	488	2,00	0,03

¹ n = 16 vaches en 8 paires de vaches à haute ou à faible efficacité alimentaire (phénotype) avec moins de 16 JEL de différence entre elles et des JEL entre 106 et 368.

² Lait corrigé pour le gras et la protéine.

Vaches en santé

Arndt et al. 2013. Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. J. Dairy Sci. 98:3938-3950

	Efficacité alimentaire		SEM	<i>P value</i>
	Haute ¹	Faible ¹		
Méthane par jour, kg/d	439	494	32,1	0,26
Méthane par kg MS ingéré, g/kg	18,6	25,1	0,84	<0,01
Méthane par kg lait, g/kg LCGP ¹	10,6	30,4	3,59	<0,01

¹ n = 16 vaches en 8 paires de vaches à haute ou à faible efficacité alimentaire (phénotype) avec moins de 16 JEL de différence entre elles et des JEL entre 106 et 368.

² Lait corrigé pour le gras et la protéine.

Vaches en santé

Arndt et al. 2013. Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. *J. Dairy Sci.* 98:3938-3950

	Efficacité alimentaire			
	Haute ¹	Faible ¹	SEM	<i>P value</i>
Méthane par jour, kg/d	439	494	32,1	0,26
Méthane par kg MS ingéré, g/kg	18,6	25,1	0,84	<0,01
Méthane par kg lait, g/kg LCGP ¹	10,6	30,4	3,59	<0,01

¹ n = 16 vaches en 8 paires de vaches à haute ou à faible efficacité alimentaire (phénotype) avec moins de 16 JEL de différence entre elles et des JEL entre 106 et 368.

² Lait corrigé pour le gras et la protéine.

Gestion du troupeau – Animaux de remplacement

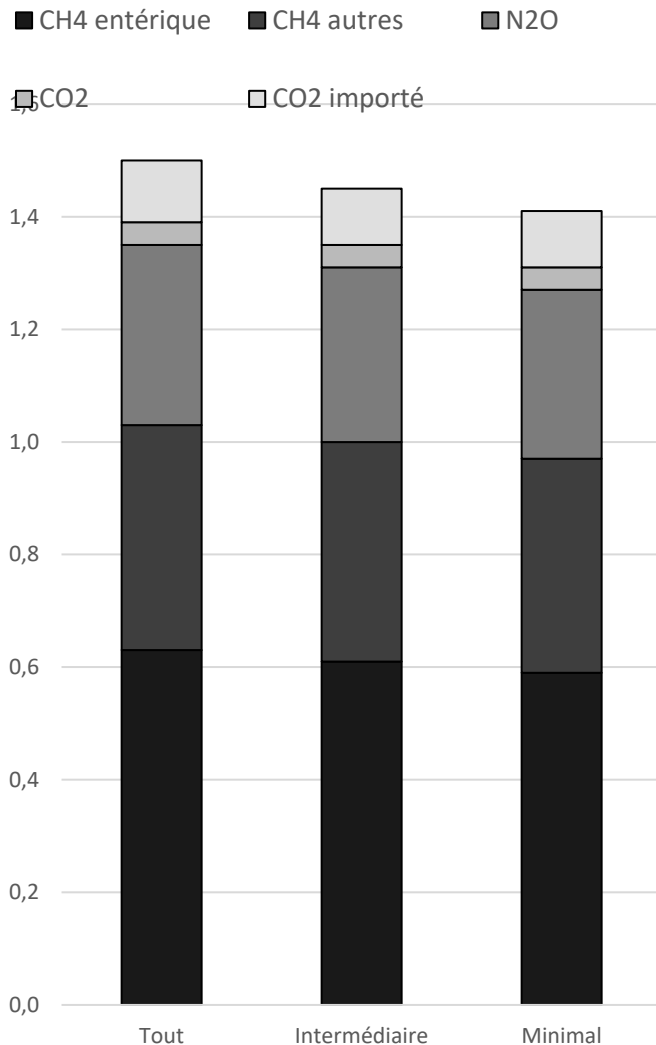


- Qu'il produise ou non du lait, un ruminant émet du méthane entérique
- Réduire le nombre d'animaux non-productifs sur la ferme a un effet direct sur les émissions de méthane
- La semence sexée et la semence de bovins de boucherie offrent des avenues intéressantes

Gestion du troupeau – Animaux de remplacement

Analyse de cycle de vie Berceau à la porte de la ferme

kg CO₂ éq./kg LCGP (Total ferme)



↓ 2,3 – 5,5 % CH₄ entérique
↓ 2,1 – 5,1 % CO₂ éq. total



Bénéfice net

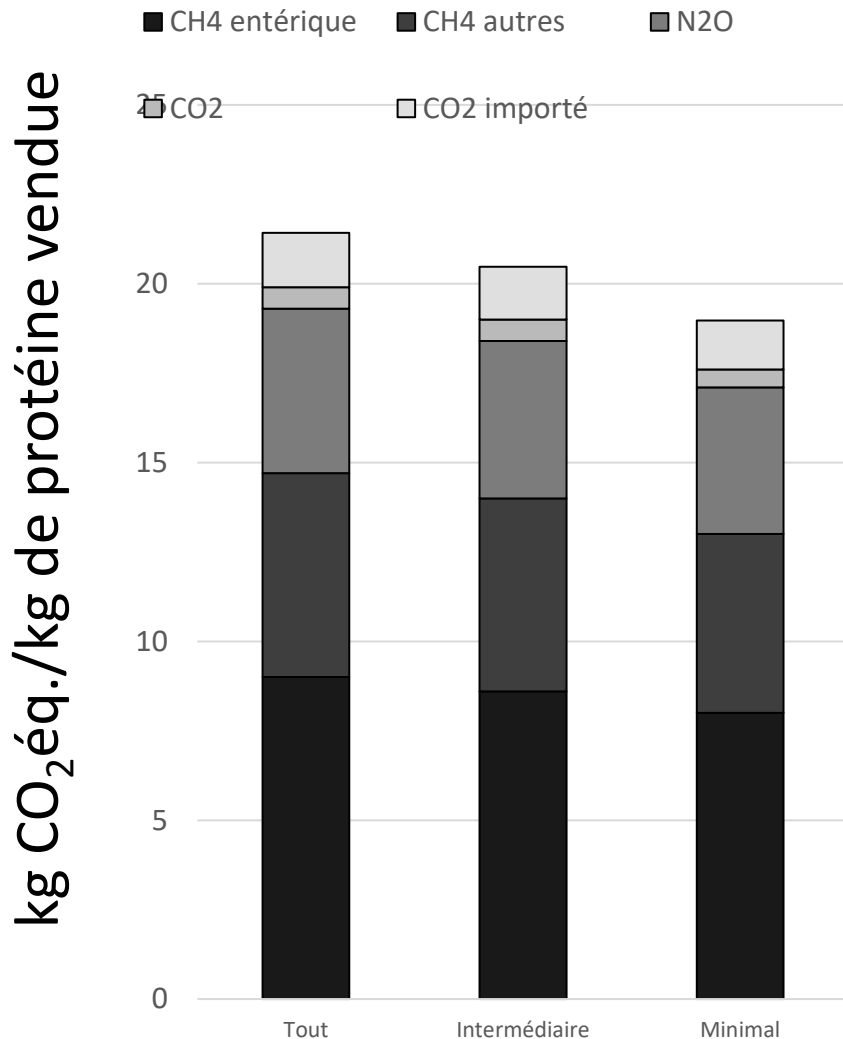
↓ coûts d'élevage

↑ vente de récoltes

Ferme type de la Capitale-Nationale :
81 vaches ; 128 hectares en cultures

Gestion du troupeau – Animaux de remplacement

Analyse de cycle de vie Berceau à la porte de la ferme



↓ 2,3 – 5,5 % CH₄ entérique
↓ 4,2 – 10,7 % CO₂ éq./kg de protéine vendue



Bénéfice net

↓ coûts d'élevage

↑ vente de récoltes

Ferme type de la Capitale-Nationale :
81 vaches ; 128 hectares en cultures

Gestion du troupeau – Animaux de remplacement

- Données précédentes considèrent seulement l'impact sur l'alimentation
- Si on ajoute le temps et les autres frais, le coût d'élevage moyen sur 87 fermes conventionnelles au Québec était de :

Frais totaux : 4870 ± 757 \$/taure
Frais variables: 2889 ± 442 \$/taure
Prix vache de réforme: 960 ± 248 \$/vaches

Laflamme-Michaud et al. 2025. CJAS

- Δ Tout – Intermédiaire = 7 génisses
- Δ Tout – Minimal = 17 génisses

Gestion du troupeau – Longévité

- Réduire le nombre de génisses passe par l'amélioration de la longévité
- Et...diminuer le nombre de génisses élevées aide la longévité!
- Pour y arriver, la planification en amont est nécessaire

Stratégies pour réduire le méthane entérique

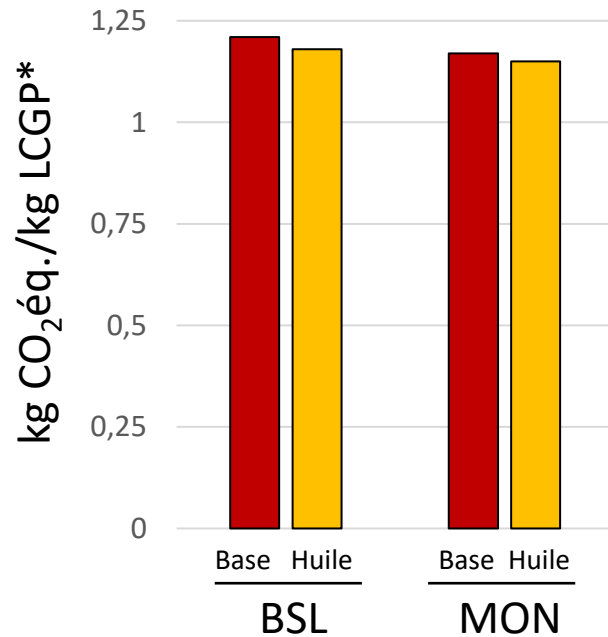
- **Productivité**
- **Vaches en santé**
- **Génétique**
- **Gestion de troupeau**
 - Animaux de remplacement
 - Longévité
 - Reproduction
 - Stress de chaleur
- **Stratégies alimentaires**
 - Utilisation de gras dans la ration
 - Ajout d'additifs
 - Fourrages



Stratégies alimentaires – Utilisation de gras

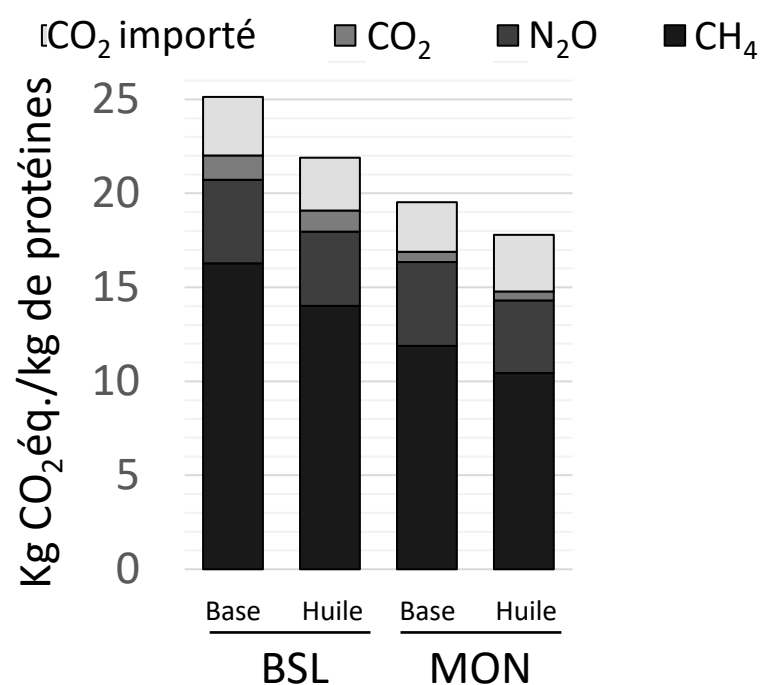
Augmentation du gras de la ration – Huile de lin

Gas à effet de serre
par kg de lait corrigé



*LCGP = lait corrigé pour le gras et la protéine

Total ferme
par kg de protéines vendues



BSL : 63 vaches ; 135 hectares en cultures
MON : 71 vaches ; 95 hectares en cultures

Analyse du berceau à la porte de la ferme

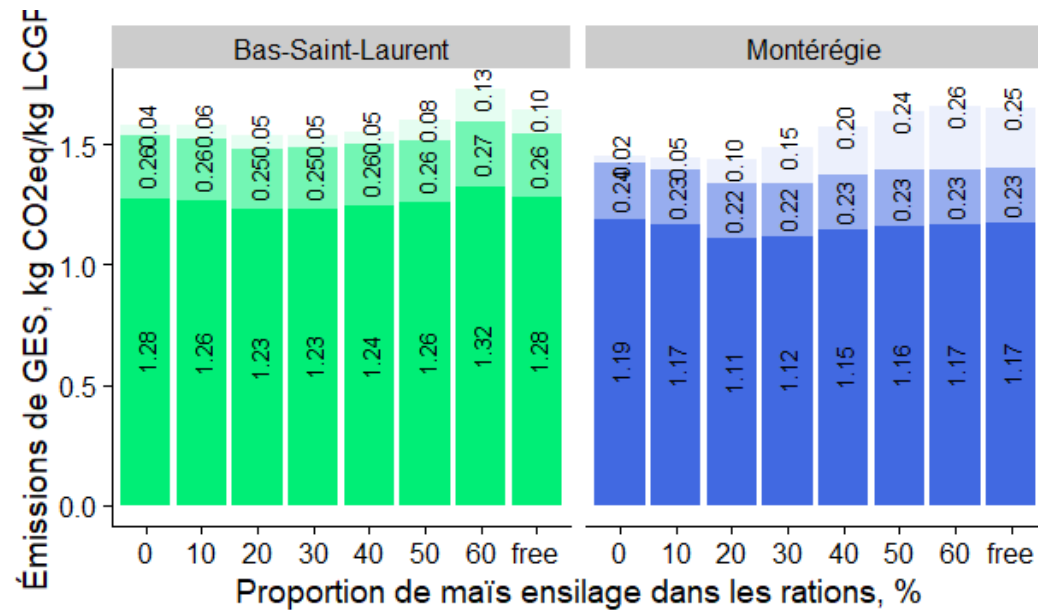
↓ Bénéfice net
↑ coût des aliments (huile)

- ↓ 12 - 14% CH₄
- ↓ 10 - ↑ 14 % CO₂ eq. importé
- ↓ 9 - 13 % CO₂ eq. total

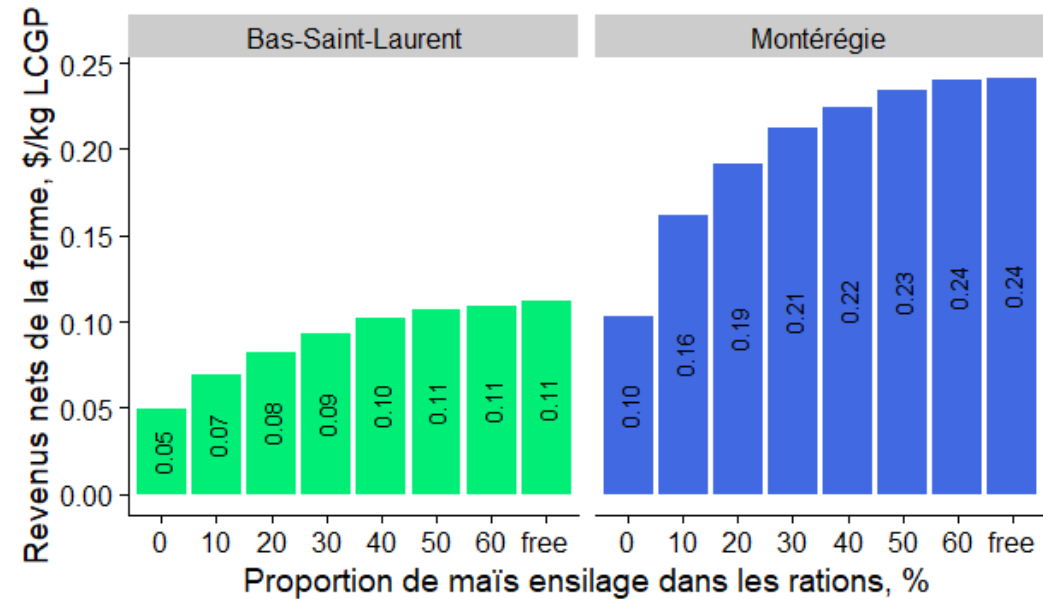
Velarde-Guillen et al. En rédaction.

Stratégies alimentaires – Fourrages

Proportion d'ensilage de maïs dans la ration



Allocation Cultures Animaux Lait



Région Bas-Saint-Laurent Montérégie

Optimum économique et GES: 30 % d'ensilage de maïs dans les 2 régions.

- Bonne combinaison champs et rations avec fourrages pérennes
- Réduction de l'utilisation de grains dans les rations
- Hausse des ventes de cultures

CONCLUSIONS

À retenir

Les GES ne sont pas tous égaux



Le méthane entérique est une source importante de GES, mais pas simple à réduire

Avoir des animaux en santé +
↓ le nombre d'animaux non productifs sont deux manières efficaces de ↓ les GES



Plusieurs additifs sont développés

Certains très prometteurs
D'autres avec des questionnements encore nécessaires

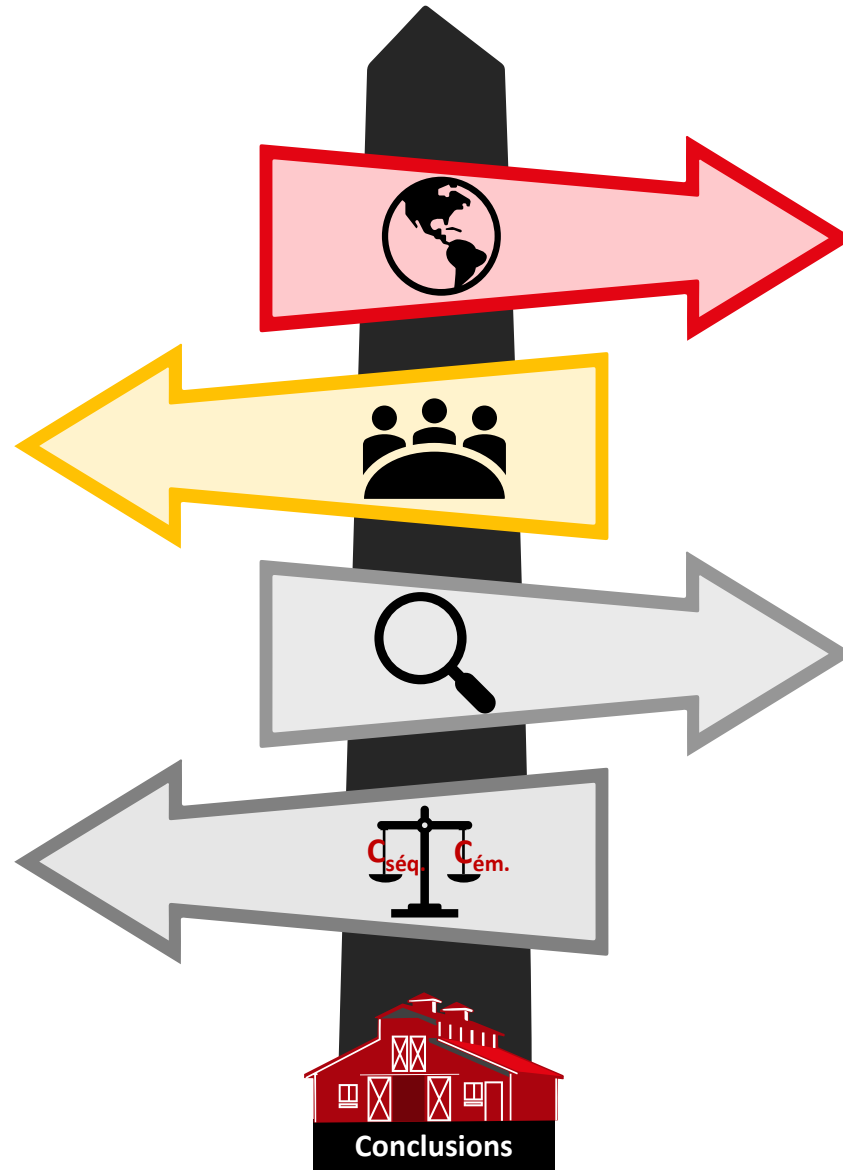
→ Important de bien s'informer avec des sources fiables

Conclusions

À retenir

Un travail d'équipe entre les différents intervenants est essentiel

Bilan carbone est un outil important



Pour avoir un effet important sur la planète
→ besoin d'une grande adoption des stratégies sur les fermes

Arndt et al., 2022. PNAS. 119:e2111294119

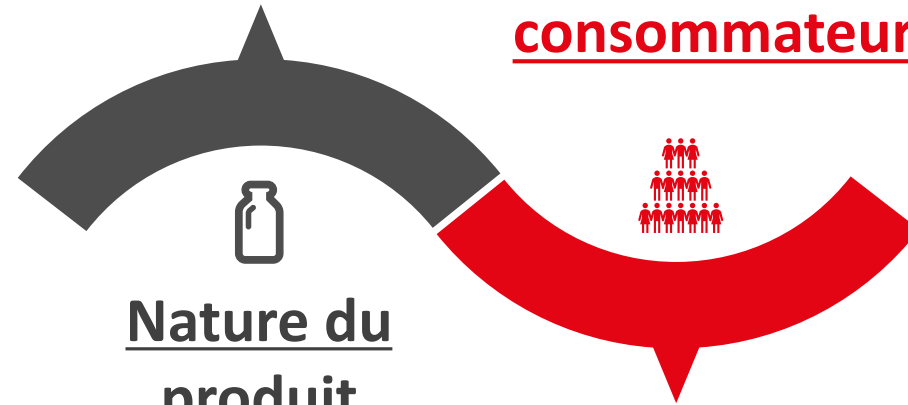
C'est encore un secteur de recherche en ébullition...

- Important de garder une ouverture et un désir d'apprendre
- P. ex.: nouveaux produits, pâturage...

À retenir

→ Le lait est commercialisé comme un **aliment naturel** !

Perception des consommateurs



Nature du produit

Montrer un engagement en faveur d'une **production durable et responsable**

Des question?

Université Laval

