

# Les émissions entériques sont neutres en carbone

---

PAUL RENAUD

THE LANIGAN GROUP

© 2023 *The Lanigan Group Inc.*

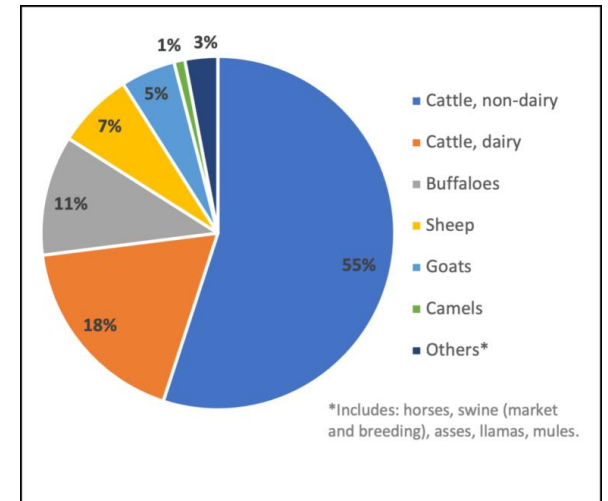
# L'établissement de priorités est la clé de la durabilité agricole.

---

- ❖ Le groupe Lanigan possède une vaste expérience de la gestion de transitions complexes dans divers secteurs industriels
  - ❖ Dans tous les cas, nous avons constaté qu'il est important d'être fondé sur des données probantes afin que l'accent puisse être mis sur les initiatives à rendement élevé.
- ❖ Ce n'est PAS le cas en agriculture aujourd'hui en raison de :
  - ❖ Il manque des données essentielles sur la séquestration existante dans les fermes, ce qui entraîne une concentration excessive sur les émissions
  - ❖ Attention excessive aux émissions d'origine biogénique (c.-à-d. qui n'ont pas d'impact sur le changement climatique)
  - ❖ Recours à des politiques fondées sur les crédits de carbone qui ne fonctionnent tout simplement pas en agriculture (voir « Le carbone comme culture commerciale » pour de plus amples renseignements)
- ❖ Le résultat est une occasion ratée de mettre à profit les solutions climatiques naturelles dans les exploitations agricoles pour vraiment faire une différence dans la lutte contre les changements climatiques.

# Que sont les émissions entériques?

- ❖ La fermentation entérique est un processus digestif des ruminants (bovins, moutons, chèvres, buffles, etc.) qui entraîne l'émission de méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un puissant GES
  - ❖ La fermentation entérique utilise des microbes anaérobies pour décomposer et fermenter les aliments dans le tube digestif de l'animal qui sont plus facilement absorbés.
  - ❖ Les ruminants ont un estomac double, le premier contient la plupart des microbes, dont la fonction biologique principale est la fermentation entérique des aliments
  - ❖ Cela permet aux ruminants de manger davantage d'aliments d'origine végétale qui, autrement, ne seraient pas digestibles..
  - ❖ Environ 7 à 10 % de l'apport énergétique du ruminant est perdu sous forme de CH<sub>4</sub> qui est expulsé par des courroies et dans une moindre mesure par flatulence[FAO]
- ❖ Les bovins sont le principal contributeur aux émissions entériques à l'échelle mondiale. Animaux non ruminants (porcs, chevaux, etc.) utilisent également la fermentation entérique pour digérer les aliments, mais dans une moindre mesure (voir figure)
  - ❖ L'âge, le poids et la composition du régime alimentaire des animaux sont les principaux facteurs qui influent sur les émissions entériques dans une espèce
  - ❖ Au Canada, 96 % des émissions entériques proviennent des bovins (bovins et produits laitiers) [NIR 2023]
- ❖ Les émissions entériques de méthane représentaient 30 % des émissions mondiales de méthane en 2011 selon la FAO et est donc suivi dans les rapports d'inventaire nationaux du GIEC
  - ❖ L'Inventaire national du Canada identifie les émissions entériques comme la deuxième source d'émissions de méthane au Canada après extraction de pétrole et de gaz [NIR 2022]

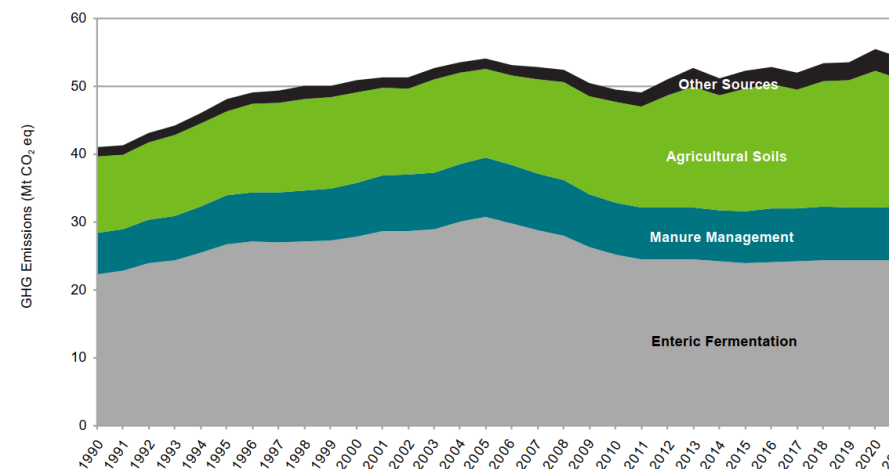


*Fermentation entérique globale par source, 2001-2011.  
FAO Statistics Division, ESS Working Paper No. 2.*

Canada National Inventory Report, 2023

GHG Source Category	GHG Emissions (Mt CO <sub>2</sub> eq)								Change (%)	
	1990	2005	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1990-2020	2005-2020
<b>Agriculture</b>	<b>41</b>	<b>54</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>55</b>	<b>34%</b>	<b>2%</b>
Enteric Fermentation	22	31	24	24	24	24	24	24	6%	-23%
Manure Management	6.1	8.7	7.7	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	28%	-11%
Agricultural Soils	11	13	18	18	17	19	19	21	82%	56%
Field Burning of Agricultural Residues	0.22	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	-76%	25%
Liming, Urea Application and Other Carbon-Containing Fertilizers	1.2	1.4	2.6	2.5	2.4	2.6	2.7	3.0	155%	114%

Figure 2-18 Trends in Canadian GHG Emissions from Agriculture Sources (1990-2021)



Fermentation entérique dans le contexte des émissions agricoles canadiennes – les émissions liées au bétail représentent 58 % de toutes les émissions agricoles

# Carbone biogénique

---

- ❖ Bien que toute occasion de réduire les émissions mondiales puisse contribuer à atténuer les changements climatiques, ce ne sont pas toutes les émissions qui s'ajoutent à l'empreinte carbone de l'agriculture
- ❖ Le carbone biogénique n'est pas du nouveau carbone dans l'atmosphère, c'est du carbone qui se recycle dans un cycle biogénique
  - ❖ Dans un cycle de carbone biogénique, les plantes photosynthétisent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère pour stocker le carbone dans leur biomasse
  - ❖ Les ruminants consomment les plantes et expulsent une partie du carbone stocké sous forme de méthane par fermentation entérique
  - ❖ Ce méthane se décompose lentement en CO<sub>2</sub> par oxydation hydroxyle, recyclant environ la moitié de son carbone en dioxyde de carbone chaque décennie (c.-à-d. que le CH<sub>4</sub> atmosphérique a une demi-vie d'environ 10 ans)
- ❖ L'empreinte carbone est l'émission nette de carbone lorsque les émissions sont compensées par l'élimination du carbone par séquestration du CO<sub>2</sub>
  - ❖ La carboneutralité permet d'atténuer complètement les changements climatiques
  - ❖ Le cycle biogénique du carbone a une empreinte carbone nette zéro sur la base du bilan massique annuel du carbone puisque la photosynthèse du CO<sub>2</sub> se produit la même année que la fermentation entérique et que le ratio de séquestration du carbone en tant que CO<sub>2</sub> est supérieur à l'émission de carbone en tant que CH<sub>4</sub> (exemples sur les diapositives suivantes)
- ❖ Le GIEC reconnaît que l'utilisation de la bioénergie à partir de sources de carbone biogénique présente un potentiel d'atténuation important parce que le CO<sub>2</sub> est absorbé par les plantes utilisées pour produire le biocarburant. [IPCC 2018 AR5 Chapter 11]
  - ❖ La séquestration compense les émissions provenant de l'utilisation de la bioénergie, de sorte que ses émissions ne sont pas significatives
  - ❖ Une réduction nette du CO<sub>2</sub> mondial se produit lorsqu'un combustible bioénergétique est utilisé pour remplacer les combustibles fossiles
  - ❖ La durabilité à long terme et l'efficacité de la production de combustible à partir de sources bioénergétiques sont des facteurs importants dans le type de combustible utilisé
    - ❖ P. ex., ne pas déboiser la séquestration existante pour créer une superficie pour cultiver une source de biocarburant
    - ❖ Les sources privilégiées sont les résidus forestiers et agricoles, les déchets organiques, l'utilisation de plantations vivaces, la récolte du méthane provenant de la fermentation entérique et du fumier, etc.

# En quoi les émissions entériques sont-elles différentes des émissions de bioénergie?

---

- ❖ Les émissions entériques ne sont pas différentes des autres émissions de bioénergie :
  - ❖ La fermentation entérique se produit lorsque les aliments d'origine végétale sont digérés par le bétail
  - ❖ Toutefois, le carbone est séquestré par photosynthèse dans la culture de cet aliment.
  - ❖ La première loi de la thermodynamique stipule que l'énergie ne peut être créée ou détruite
  - ❖ La consommation d'énergie (par les émissions de méthane) ne peut dépasser la consommation d'énergie (par l'apport énergétique quotidien des aliments)
  - ❖ Il est impossible que les émissions entériques entraînent des émissions de carbone plus élevées que la séquestration du carbone dans les plantes consommées
- ❖ Cela reste vrai même si l'on tient compte :
  - ❖ Le CH<sub>4</sub> a un impact 20x pire en tant que GES affectant le changement climatique
  - ❖ Équilibre moléculaire du carbone dans toutes les émissions liées au bétail (p. ex., émissions de méthane et de NO<sub>2</sub> liées au fumier)
  - ❖ La respiration du bétail de CO<sub>2</sub> n'est habituellement pas incluse dans les émissions agricoles
  - ❖ Différences entre les rendements récoltés et les cultures récoltées pour la consommation animale
- ❖ Les émissions entériques sont très différentes des émissions de méthane provenant de la combustion de combustibles fossiles
  - ❖ Le carbone émis par la combustion de combustibles fossiles est un carbone supplémentaire net ajouté à l'atmosphère parce qu'il provient du carbone stocké sous terre pendant des millions d'années.
  - ❖ Le carbone ajouté à l'atmosphère plus rapidement qu'il n'est absorbé est la principale cause du changement climatique

# Exemple : Les émissions d'une seule vache laitière

---

- ❖ Prenons le cas simplifié d'une seule vache laitière de 600 kg (le poids moyen d'une vache laitière au Canada est de 634 kg) :
  - ❖ Nécessite 9 490 kg de matière sèche par année [Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7<sup>th</sup> Edition, National Academic Press, 2001]
  - ❖ Qui à son tour nécessite 27,115 kg de maïs d'ensilage comme rendement récolté qui laisse 630 kg de résidus après la récolte (en surface et sous terre)
  - ❖ La biomasse totale du maïs est de 27 745 kg, soit 47 % de carbone, soit 13 040 kg C.
  - ❖ 47 770 kg de CO<sub>2</sub> doivent être photosynthétisés, pour accumuler 13 000 kg de carbone
- ❖ Produit 141 kg de CH<sub>4</sub> annuellement par fermentation intestinale.[Ominski 2007], égalisation à 3,525 kg CO<sub>2</sub>e
- ❖ La séquestration nette du carbone après déduction des émissions entériques est de 9 500 kg d'éq. CO<sub>2</sub>
- ❖ Produit 5,58 kg de solides volatils (VS) dans le fumier/jour [IPCC factor ], c.-à-d. 2040 kg de fumier volatils par rapport à l'année
- ❖ Qui se volatilise à 0,02 kg CH<sub>4</sub>/kg VS [IPCC Factor] dans les zones sèches, soit 41 kg de CH<sub>4</sub> ou 1 020 kg d'éq. CO<sub>2</sub>/an
- ❖ La séquestration nette du carbone après déduction du méthane émis par le stockage est de 8 000 kg d'éq. CO<sub>2</sub>
- ❖ Supposons que le fumier est également utilisé comme engrais, 0,001 kg de CH<sub>4</sub> par kg de VS sera également émis (2 kg de CH<sub>4</sub>, ou 7,5 kg d'éq. CO<sub>2</sub>)
- ❖ Le fumier contient 0,25 kg N par kg VS [OMAFRA], pour un total de 500 kg N qui se volatilise en 4,5 kg N<sub>2</sub>O ou 835 kg CO<sub>2</sub>e
- ❖ La séquestration nette du carbone après déduction de l'utilisation du fumier comme engrais est supérieure à 7 000 kg d'éq. CO<sub>2</sub> (c.-à-d. 2 fois le niveau des émissions d'entérique et de fumier)

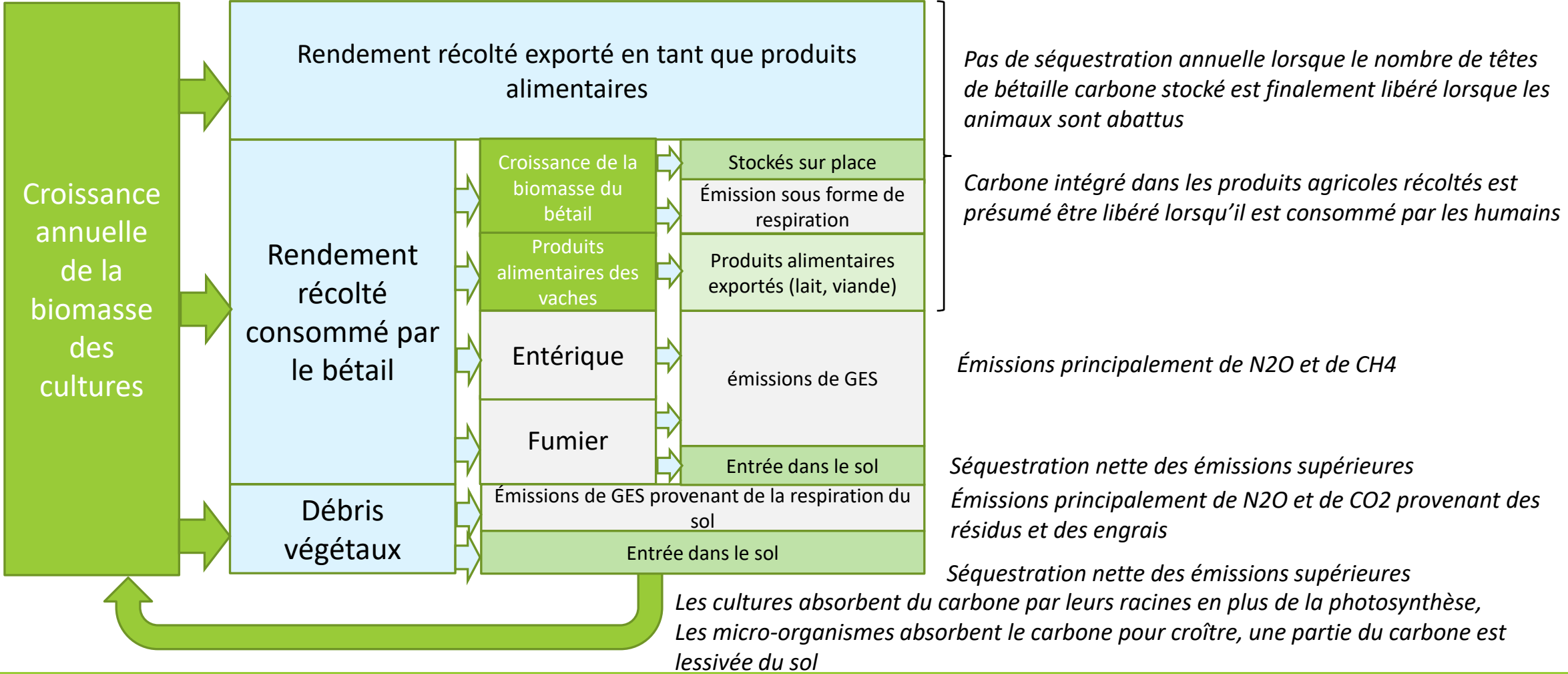
# Étude de cas : Émissions entériques des fermes

---

- ❖ Bien que le cas simplifié d'une seule vache laitière montre que les émissions du bétail sont plus que compensées par la séquestration du carbone, il s'agit d'un exemple très simplifié par rapport à une ferme laitière réelle.
- ❖ Nous avons donc modélisé toute l'empreinte carbone d'une ferme laitière dans l'Est de l'Ontario :
  - ❖ 190 têtes de bétail
  - ❖ Cultiver 1500 tonnes de cultures par an pour les nourrir (foin, soja, maïs, orge)
  - ❖ Production de 5 000 tonnes de fumier par année
- ❖ Dans cette étude de cas (comme illustré sur la diapositive suivante) :
  - ❖ Une partie des cultures cultivées est vendue pour la consommation humaine, alors nous en tenons compte comme un transfert de carbone neutre
  - ❖ De la quantité consommée par le bétail, nous tenons compte de la proportion utilisée pour :
    - ❖ Soutenir le bétail par la respiration du CO<sub>2</sub>
    - ❖ Maintenir le poids corporel du troupeau
    - ❖ Produire du lait destiné à la consommation humaine
    - ❖ Générer des émissions entériques
    - ❖ Excréter du fumier
  - ❖ Nous tenons également compte de la décomposition des résidus de culture après la récolte et attribuons les émissions de cette décomposition à la même année que la récolte.



# Étude de cas sur les fermes laitières cultivées pour soutenir le bétail

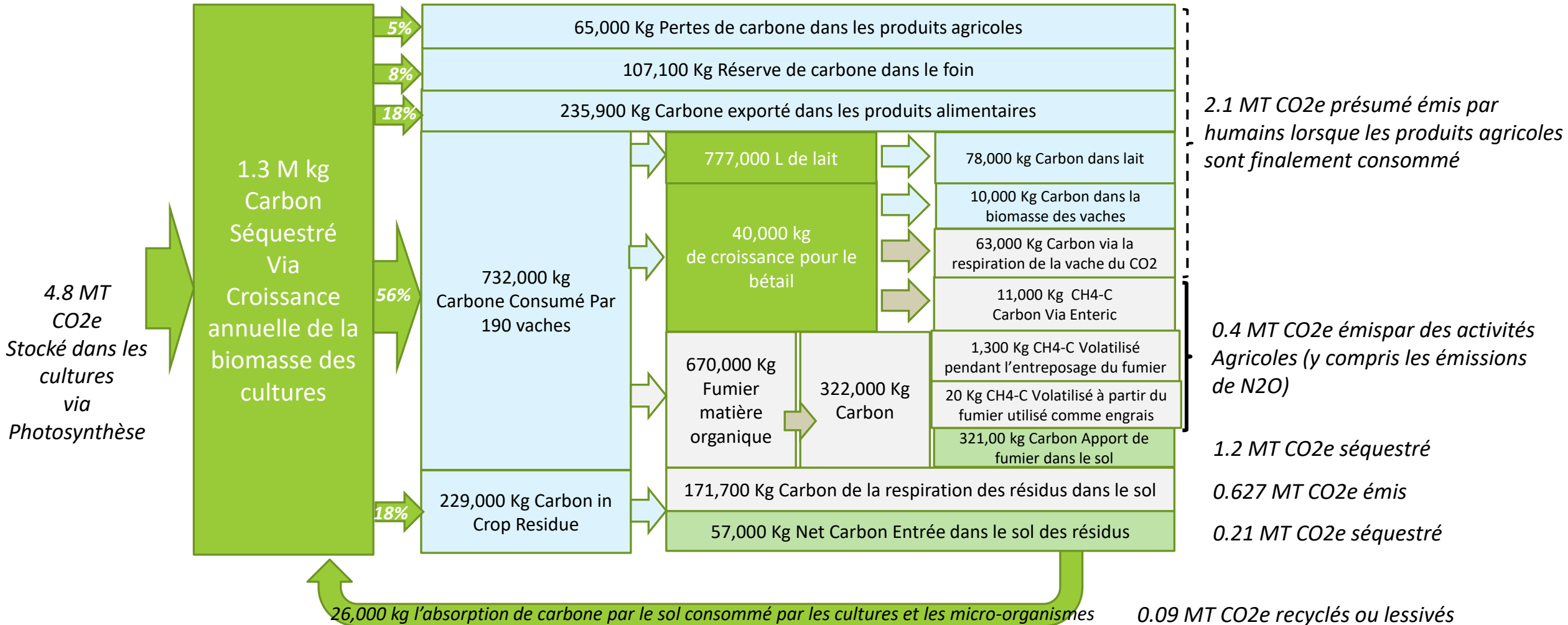


# Étude de cas : Journal comptable du carbone agricole

---

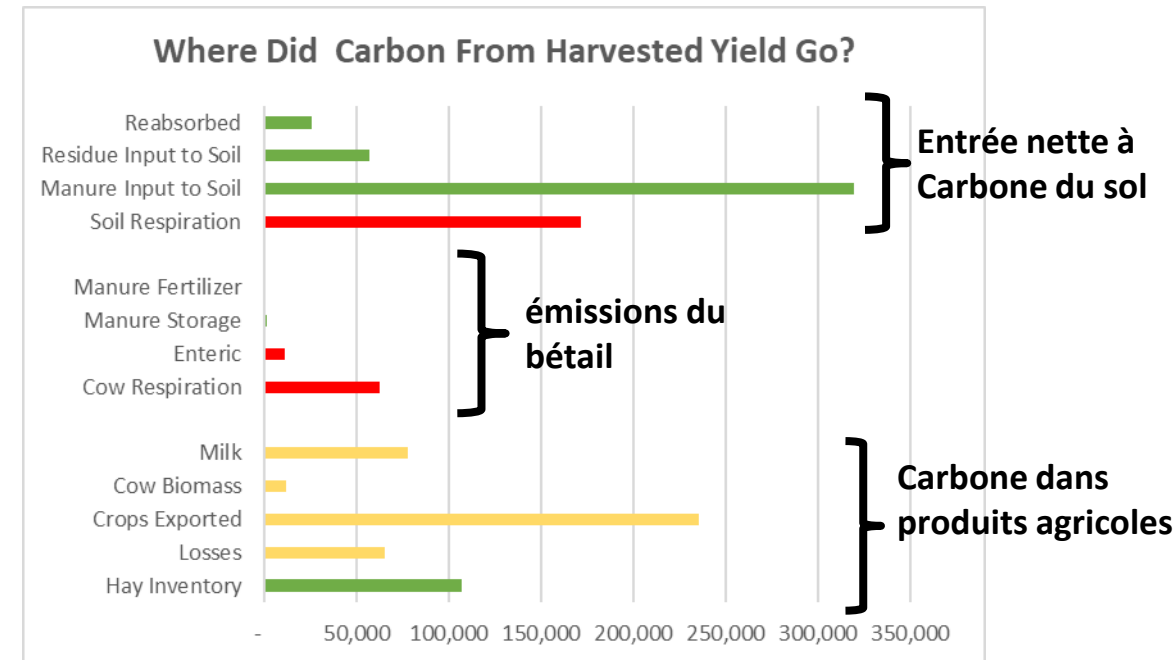
- ❖ Notre modèle trace chaque mole de carbone sur une base de bilan massique de la source atmosphérique de CO<sub>2</sub> aux plantes, cultures et résidus, cultures récoltées exportées comme aliments, cultures récoltées consommées sur place par les bovins, biomasse bovine, respiration des bovins de CO<sub>2</sub>, les produits laitiers, les émissions d'entériques et de fumier, et l'apport de carbone dans le sol
- ❖ Nous avons été en mesure de retracer ces voies du carbone jusqu'à 10 % du carbone total séquestré par les cultures (c.-à-d. dans l'erreur de modélisation).
  - ❖ Nous avons tenu compte des rapports de poids moléculaire du CO<sub>2</sub> au carbone végétal au CH<sub>4</sub> et au glucose de carbone / glucides / sucres
  - ❖ Nous avons également inclus les émissions connexes de N<sub>2</sub>O dans le fumier.
  - ❖ Nous avons supposé un degré moyen de perte de rendement et de production laitière
  - ❖ La diapositive suivante illustre les différentes voies de carbone modélisées
- ❖ Nous avons également modélisé séparément toutes les émissions (portées 1, 2 et 3) ainsi que d'autres séquestrations (p. ex., des arbres de ferme).
  - ❖ Même si nous devions inclure toutes les émissions entériques et de fumier, et exclure la séquestration dans le rendement récolté, cette ferme laitière était encore meilleure que la carboneutralité en raison de la séquestration du carbone par les plantes vivaces (arbres de ferme)
  - ❖ Voir détails en annexe

# Où va le carbone séquestré dans les cultures? Étude de cas d'une ferme laitière de l'Ontario



# Émissions liées au bétail dans le contexte du rendement récolté

- ❖ Ce graphique des mêmes données de la diapositive précédente illustre mieux l'ampleur relative de l'endroit où le carbone séquestré dans la culture se retrouve.
- ❖ L'impact du fumier et des émissions entériques est mineur lorsque tous les aliments destinés aux bovins sont cultivés sur place (l'impact de la supplémentation alimentaire est minime)
  - ❖ Même si la ferme laitière importait tous les aliments à l'exception du foin consommé par ses bovins, et ne faisait pas paître ses vaches taries, toutes les émissions du bétail sont entièrement compensées par la séquestration du carbone dans le foin cultivé
  - ❖ Les résultats de cette étude de cas révèlent que la ferme n'a besoin de cultiver que 20 % du foin consommé par les bovins et aucun autre aliment pour atteindre le seuil de rentabilité des émissions entériques et du fumier.
  - ❖ À l'échelle provinciale ou nationale, l'échange d'aliments du bétail entre les fermes permet le transfert de l'élimination des émissions (c'est-à-dire les « encarts ») entre les fermes, de sorte que les émissions entériques et liées au fumier ne sont JAMAIS des causes additives des changements climatiques.
- ❖ En d'autres termes, les émissions liées aux matières fécales et au fumier ne sont pas plus additives que les émissions des biocarburants parce que le carbone libéré est compensé par le carbone séquestré dans le processus qui crée les émissions.
  - ❖ En fait, les émissions du bétail sont sans doute meilleures parce que la séquestration du CO<sub>2</sub> se produit la même année que les émissions provenant de la fermentation entérique



# Résumé de l'étude de cas sur la séquestration nette dans les fermes laitières

- ❖ Si nous éliminons le carbone transféré ou stocké dans les aliments, le tableau de droite illustre que les émissions liées au bétail (entériques et liées au fumier) sont faibles comparativement aux émissions provenant de la respiration du sol qui se produit dans la décomposition des résidus de culture.
- ❖ Dans l'ensemble, le cycle du carbone biogénique est significativement négatif en carbone sur une base annuelle, séquestrant plus de 2 fois plus de carbone que les émissions annuelles liées au bétail.

<b>Sequestered in Growing Crops</b>			<b>1,304,105</b>	kg
<b>Less Eliminations</b>				
	Hay Inventory	-	107,113	
	Losses	-	65,205	
	Crops Exported	-	235,846	
	Cow Biomass	-	12,207	
	Milk	-	78,164	
	Cow Respiration	-	62,868	
	<b>Net Carbon Sequestered via Crops</b>		<b>742,702</b>	kg
	<b>Emissions</b>			
	Enteric	-	11,246	
	Manure Storage	-	1,354	
	Manure Fertilizer	-	20	
	Soil Respiration	-	171,746	
	<b>Balance</b>			
	Net Sequestered		<b>558,337</b>	kg

# Vue cumulative : Quelle est la différence entre un troupeau de vaches et une centrale électrique fermée?

---

Supposons que tout le carbone sous forme de GES soit taxé :

- ❖ Une centrale électrique émet du CO<sub>2</sub> en brûlant des combustibles fossiles. Ce CO<sub>2</sub> est taxé pendant que la centrale fonctionne. Quand elle s'arrête définitivement, elle n'émet plus de CO<sub>2</sub> et n'est plus taxée. Cependant, le CO<sub>2</sub> déjà émis continue d'affecter le climat pendant des centaines, voire des milliers d'années. Donc, même après la fermeture, cette centrale contribue toujours à maintenir les températures mondiales à cause du CO<sub>2</sub> qui reste dans l'atmosphère.
- ❖ Un troupeau de vaches émet du méthane, alors un agriculteur serait taxé pour ces émissions. Si le troupeau reste de même taille avec les mêmes émissions de méthane chaque année, il maintiendra la même quantité de méthane supplémentaire dans l'atmosphère année après année (parce que les ajouts annuels sont remplacés par la décomposition du méthane et l'absorption de son CO<sub>2</sub> par les usines). En termes de contribution au réchauffement climatique, cela équivaut à la centrale électrique fermée.
- ❖ La centrale a fait monter les températures mondiales alors qu'elle fonctionnait dans le passé, mais ni un troupeau régulier de bétail ni une ancienne centrale électrique ne fait monter les températures mondiales dans ce scénario. Cependant, dans presque tous les systèmes proposés pour taxer les émissions qui tentent d'inclure le méthane, l'agriculteur serait taxé pour les émissions de méthane de son troupeau chaque année où les vaches étaient en vie, tandis que le propriétaire de la centrale électrique fermée ne serait pas.

Adapté de : [Cain M. 2018]: A new way to assess 'global warming potential' of short-lived pollutants. Carbon Brief Ltd; 2018.

<https://www.carbonbrief.org/guest-post-a-new-way-to-assess-global-warming-potential-of-short-lived-pollutants>

# Résumé des conclusions

---

- ❖ La réduction des émissions entériques est importante parce que toute réduction des émissions est bénéfique pour atténuer les changements climatiques
  - ❖ En tant que deuxième source d'émissions de méthane en importance au Canada, la réduction des émissions entériques représente une occasion importante d'atténuation
  - ❖ Toutefois, les émissions entériques ne sont pas différentes des autres émissions de bioénergie et ne sont pas favorables au problème du changement climatique, même si elles ne sont pas atténuées.
- ❖ Nous l'avons démontré au moyen d'un calcul simplifié pour une seule vache laitière qui montre que 2x les émissions entériques sont séquestrées la même année qu'elles se produisent.
- ❖ Nous avons fourni une étude de cas détaillée qui montre l'élimination du carbone par les cultures consommées par le bétail d'une ferme laitière de taille moyenne de l'Est de l'Ontario.
  - ❖ Les émissions dues à la respiration du sol provenant de la décomposition des résidus de culture sont supérieures aux émissions entériques provenant du bétail
  - ❖ Les émissions liées au fumier sont négligeables comparativement aux autres émissions
  - ❖ Plus de carbone est injecté dans le sol que les émissions liées au bétail
  - ❖ Les produits agricoles exportés consommés ultimement par les humains et le bétail hors ferme sont une plus grande disposition de carbone que les émissions entériques

# Principaux points à retenir

---

1. Notre analyse montre que, contrairement au mythe populaire, les émissions du bétail ne contribuent PAS aux changements climatiques parce que chaque gramme de carbone de ces émissions a été compensé par le carbone séquestré dans les plantes consommées par ces animaux. C.-à-d. qu'ils sont carboneutres en raison du recyclage biogénique du carbone chaque année.
2. Même sur une base cumulative, étant donné que le méthane a un impact plus élevé comme GES que le CO<sub>2</sub> sur le réchauffement climatique à court terme (c'est pourquoi un ratio de 20x est utilisé pour convertir le méthane en équivalent CO<sub>2</sub>), les émissions entériques ne contribuent pas à long impact climatique à terme parce qu'ils se décomposent en CO<sub>2</sub> sur une décennie et que ce CO<sub>2</sub> est réabsorbé dans les plantes cultivées pour nourrir le bétail (et par d'autres plantes vivaces comme les pâturages et les arbres).
3. Les émissions du bétail sont en fait meilleures que la carboneutralité parce que notre analyse montre que le rapport entre la séquestration et les émissions est deux fois plus élevé dans la pratique. Par exemple, lorsque le fumier est utilisé comme engrais, seule une partie des solides contribue aux émissions, la majorité est injectée dans le sol pour un stockage à plus long terme.
4. L'inventaire national actuel des rapports sur les GES montre que les émissions liées au bétail représentent plus de la moitié de toutes les émissions liées à l'agriculture, ce qui implique que l'agriculture canadienne dans son ensemble a déjà une empreinte carboneutre. L'empreinte carbone réelle de l'agriculture canadienne fera l'objet d'une prochaine présentation.
5. Bien que les émissions canadiennes liées aux maladies entériques et au fumier puissent sembler importantes, elles n'ont pas d'incidence sur le réchauffement de la planète et ne devraient pas être priorisées par rapport aux initiatives à plus forte incidence, comme :
  - ❖ Réduire l'utilisation de combustibles fossiles et d'engrais synthétiques qui contribuent réellement aux GES non biologiques dans l'atmosphère
  - ❖ Accroître considérablement la séquestration du CO<sub>2</sub> à la ferme au moyen de méthodes agroforestières éprouvées au lieu de subventionner des méthodes non éprouvées de captage du carbone pendant l'extraction et le traitement des combustibles fossiles



# Recherches liées

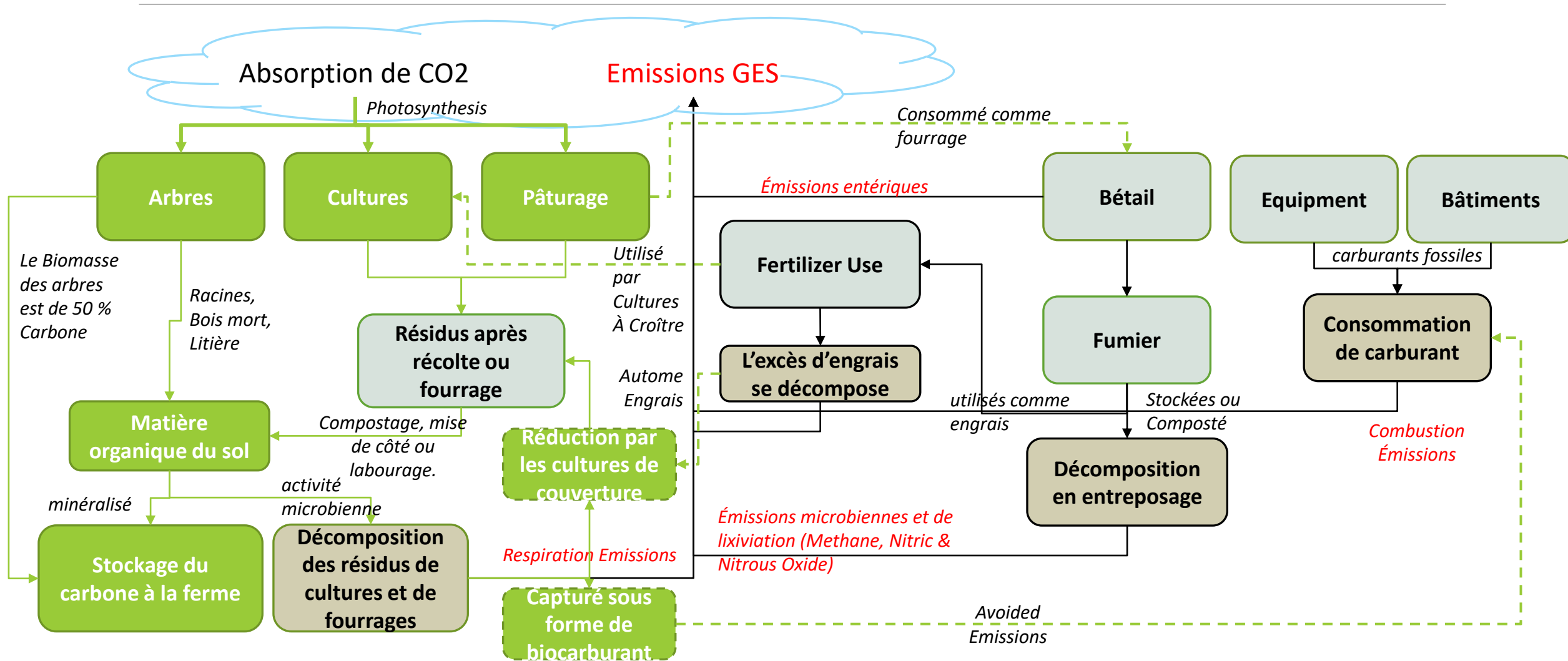
---

- ❖ [Liu, S., Proudman, J., Mitloehner F.M. 2021] Rethinking methane from animal agriculture, CABI Agriculture & Bioscience, (2021) 2:22 <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00041-y>
  - ❖ Convient que les émissions entériques sont biogènes et non toxiques. Observe en outre que les émissions entériques ont diminué aux États-Unis au cours des cinq dernières années en raison de l'amélioration de la productivité du bétail.
- ❖ [Allen MR. 2021] Short-lived promise? The science and policy of cumulative and short-lived climate pollutants. Oxford Martin Policy Paper; 2015. [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/Short\\_Lived\\_Promise.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/Short_Lived_Promise.pdf).
  - ❖ Soutient qu'il est préférable de prioriser les réductions précoces des pics de CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O par rapport aux polluants climatiques de courte durée de vie (PCDV), comme le CH<sub>4</sub>, les aérosols de carbone noir et les HFC, parce que les mesures d'atténuation précoces des PCDV auront très peu d'impact sur le réchauffement éventuel en raison principalement du CO<sub>2</sub>.
- ❖ [Badr, O., Probert, S.D., O'Callaghan, P.W., 1992] Sinks for atmospheric methane, Applied Energy, Vol 41, Issue 2, 1992, pp 137-147 [https://doi.org/10.1016/0306-2619\(92\)90041-9](https://doi.org/10.1016/0306-2619(92)90041-9)
  - ❖ Identifie plusieurs puits naturels dans le cycle du méthane au CO<sub>2</sub>
- ❖ [EPA, 1995] Greenhouse gas biogenic sources. In: Fifth edition compilation of air pollutant emissions factors, vol. 1. Raleigh: EPA; 1995. <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch14/index.html>.
  - ❖ Classe les émissions entériques comme du carbone biogénique

# Annex

---

# Visualisation de la dynamique de l'empreinte carbone au niveau de la ferme (à l'exclusion des changements d'utilisation des sols et des émissions indirectes)



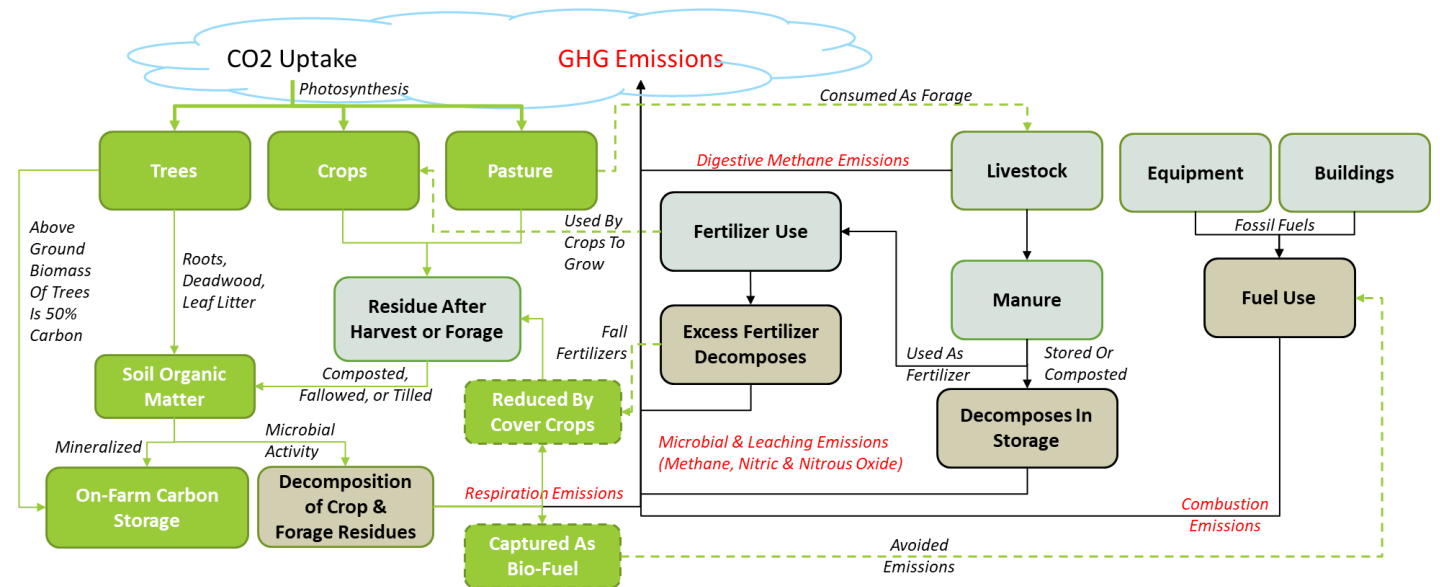
# Modélisation complète de l'empreinte carbone à la ferme de ces dynamiques

## Séquestration

- Modélisation des gains/pertes dans les bassins de carbone définis par le GIEC :
  - la biomasse aérienne
  - Biomasse souterraine
  - carbone organique du sol
  - Déchets organiques et bois mort
- Comprend les arbres, les cultures, les graminées

## Emissions

- Modèle les 3 portées (ISO 16047)
- émissions directes
  - Cultures et bétail
  - Utilisation de carburant et d'engrais
- émissions indirectes
  - consommation d'électricité
  - en amont
    - Extraction et traitement du combustible
    - Fabrication de produits chimiques
    - Livraisons d'aliments et autres intrants
  - en aval
    - Transport de la récolte au marché
    - Exportation de fumier et autres sous-produits d'autres fermes



*La teneur en carbone des cultures récoltées n'est pas considérée comme un carbone piscine parce qu'il est soit consommé ou gaspillé, libérant finalement tout carbone stocké dans le processus.*

*Bien que ce ne soit pas le cas pour les cultures consommées par le bétail (comme démontré précédemment) nous avons exclu la séquestration du carbone dans les cultures récoltées dans toute l'analyse de la ferme montrée sur la diapositive suivante.*

# Elm Creft Farm, Perth Ont



## Activité agricole

Carbon Negative Dairy Farm

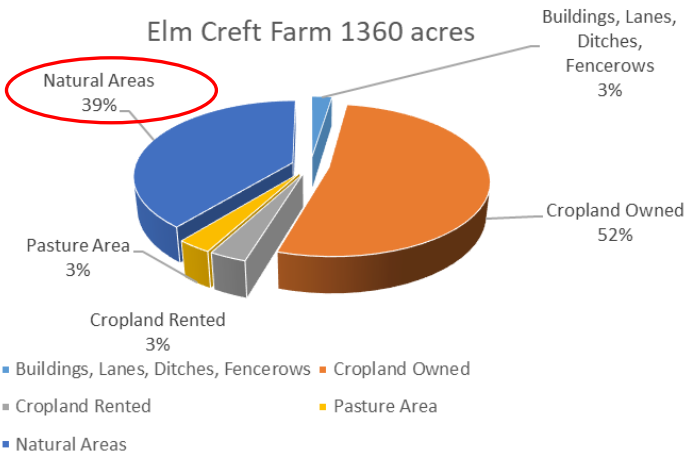
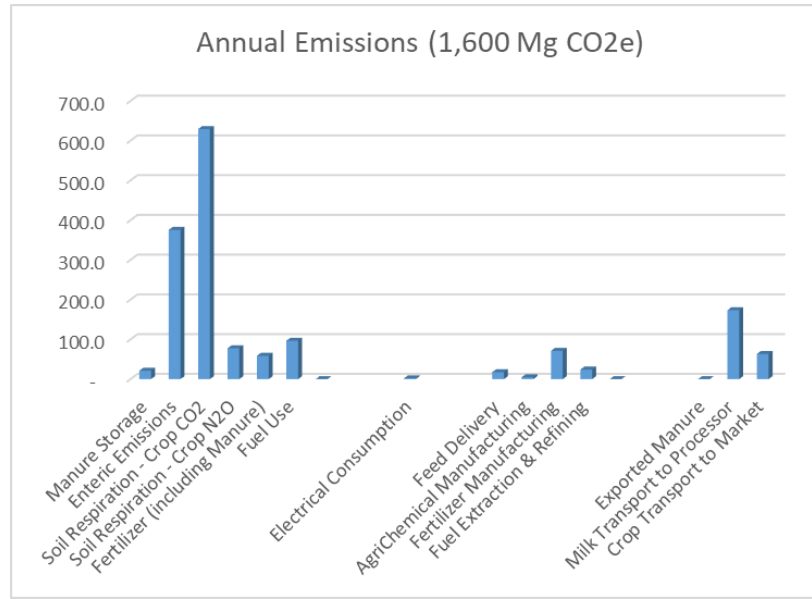
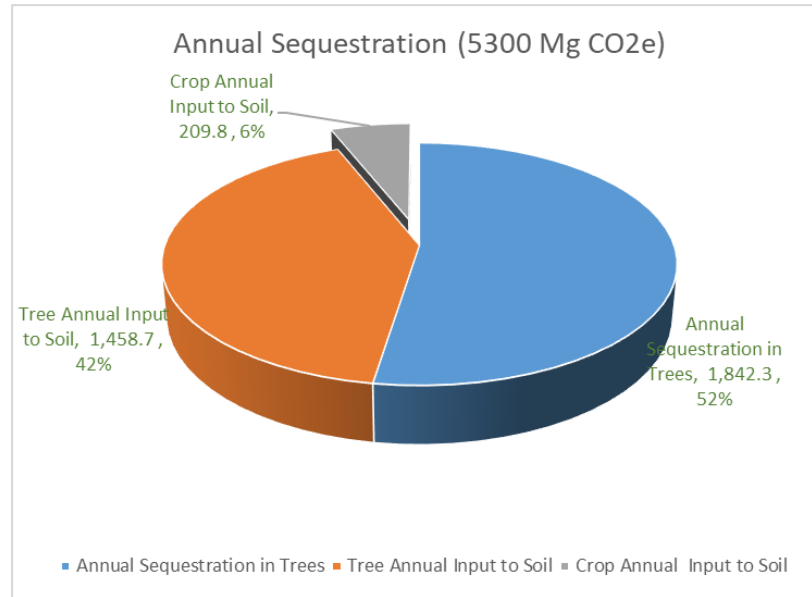
### Bétail

- 190 vache laitière
- 776,728 L Lait par an
- 5,050 T du fumier

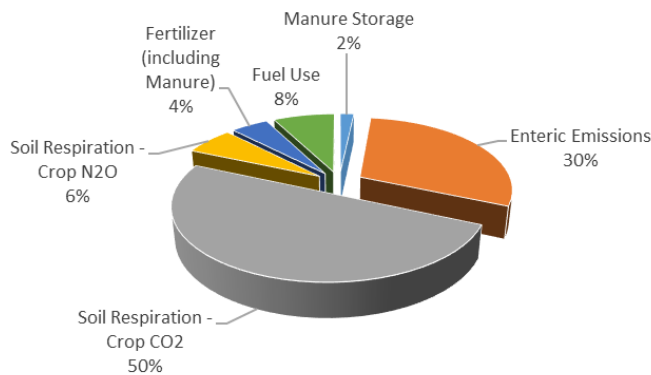
### Cultures

- 1,753 T foin
- 714 T maïs – Grain
- 322 T maïs - Silage
- 100 T orge
- 172 T soja

## L'empreinte carbone est nettement négative



### Scope 1 (Direct) Emissions 1,200 MT CO<sub>2</sub>e



Scope 1  
85%

Scope 2  
0.2%

Scope 3  
14%