

Mai 2024

De l'éducation à l'action

Un examen des outils d'estimation
des émissions de gaz à effet de
serre dans la poursuite d'une
agriculture carboneutre

Préparé pour l'ICPA par Bronwynne Wilton,
Krista Kapitan, Andrea Gal, Jessica Deveau,
Harry Stoddart, Elisabeta Lika, et Margaret Zafiriou



Rapport
Recherche



Institut canadien des politiques agroalimentaires
960, avenue Carling, Ferme expérimentale centrale, immeuble 60
Ottawa (Ontario) K1A 0C6
<https://capi-icpa.ca/fr/>

L'Institut canadien des politiques agroalimentaires (ICPA) a pour mission de diriger l'élaboration de politiques, de collaborer avec les partenaires et de faire progresser les solutions stratégiques en matière d'agroalimentaire.

Banque Scotia^{MD}



**Partenariat canadien pour
une agriculture durable**

Le présent rapport a été financé en partie par le Fonds Net-Zero Research Fund de la Banque Scotia et par Agriculture et Agroalimentaire Canada dans le cadre du programme Agri-assurance du Partenariat canadien pour une agriculture durable.

Les résultats, interprétations et conclusions du présent rapport n'engagent que leurs auteurs.

Note de l'ICPA

Le présent rapport examine l'utilisation et l'efficacité des outils d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) à la ferme au moment où le secteur canadien de l'agriculture vise à devenir carboneutre d'ici 2050. Il examine certains outils nationaux et internationaux d'estimation des émissions de GES et évalue leur pertinence et leur utilité dans le contexte agricole canadien.

Le rapport souligne le grand rôle que ces outils pourraient jouer dans la collecte de données exactes sur les émissions à la ferme, un rôle qui constitue un important facteur d'influence des politiques et des pratiques en matière de réduction des émissions de carbone. Il traite également des entraves à l'adoption généralisée des outils d'estimation des émissions de GES, comme leur complexité et leur manque de spécificité régionale, et des obstacles qui empêchent l'accès aux technologies nécessaires. Il présente des possibilités de mettre en œuvre des politiques publiques qui encouragent l'adoption d'outils au moyen de mesures incitatives, d'un soutien accru, et de communications plus claires.

De plus, le rapport renferme des recommandations visant à accroître l'efficacité de ces outils en vue de l'accélération des efforts de décarbonisation, par exemple : adapter les outils aux exigences du marché et de la réglementation, simplifier l'utilisation des outils, accroître la participation des agriculteurs, améliorer l'exactitude des données recueillies à la ferme et veiller à ce que les outils soient intégrés dans des systèmes de gestion agricole à plus grande échelle. Le présent rapport cherche à combler les écarts entre les pratiques actuelles et le potentiel d'amélioration de la performance environnementale du secteur canadien de l'agriculture, et soutient une démarche stratégique permettant d'atteindre les objectifs nationaux en matière de carboneutralité.

Points saillants

- Il est essentiel de concevoir des outils d'estimation des émissions de GES qui sont adaptés à l'usage que l'on veut en faire et qui répondent précisément aux divers besoins des exploitations agricoles de partout au Canada. Afin d'en accroître l'utilité pour les agriculteurs canadiens, il faut veiller à ce que ces outils soient exacts sur le plan scientifique, pertinents du point de vue pratique, et conviviaux pour les besoins d'orientation, d'information et de conformité.
- Une importante lacune touche l'exactitude des données et le secteur a urgemment besoin de disposer d'outils qui reflètent la diversité régionale de l'agriculture canadienne. L'élaboration d'outils qui tiennent compte de la spécificité régionale permettra d'accroître la précision du suivi des émissions et de soutenir des stratégies de gestion locales.
- L'absence d'incitatifs économiques évidents constitue un obstacle majeur à l'adoption d'outils d'estimation des émissions de GES. Le fait d'associer ces outils à des avantages financiers pourrait accroître considérablement leur attrait et leur adoption auprès des agriculteurs.
- Il faut mieux intégrer les outils d'estimation des émissions de GES aux systèmes de gestion agricole existants. Cette intégration peut réduire le fardeau opérationnel imposé aux agriculteurs et accroître l'utilité concrète des données sur les émissions dans les pratiques agricoles au quotidien.
- Il est essentiel d'améliorer la collaboration entre les secteurs public et privé dans le but de normaliser les méthodes de mesure des émissions de GES. Une telle collaboration garantirait que les produits agricoles canadiens demeurent concurrentiels à l'échelle internationale, d'autant plus que la durabilité environnementale devient un facteur de plus en plus important sur les marchés mondiaux.

Table des matières

NOTE DE L'ICPA	3
PRINCIPAUX POINTS À RETENIR	3
1 INTRODUCTION	5
2 LA CARBONEUTRALITÉ ET SA SIGNIFICATION DANS LE CADRE DE LA DÉCLARATION DES ÉMISSIONS DE GES DANS LE SECTEUR CANADIEN DE L'AGRICULTURE	6
2.1 Les PGB et les initiatives dirigées par l'industrie	7
2.2 L'influence des politiques et des programmes du gouvernement	8
2.3 Exigences de déclaration du secteur privé	9
2.4 Outils d'estimation des émissions de GES : un aperçu	11
3 MÉTHODES	12
4 APERÇU DES OUTILS D'ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE GES ET DES SOURCES DE DONNÉES	13
5 RÉSULTATS	22
5.1 Évaluation des approches des outils d'estimation des émissions de GES	22
5.2 Politiques publiques : défis et possibilités à venir	26
6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	37
6.1 Obtention de données exactes	38
6.2 Incitation à l'adoption des outils d'estimation des émissions de GES	38
7 ANNEXES	39
8 RÉFÉRENCES	43

1 Introduction

L'agriculture est à la fois une source d'émissions de GES et de solutions, et elle détient le potentiel de diminuer la quantité de ses propres émissions et de séquestrer le carbone provenant d'autres secteurs économiques. Dans le cadre de l'objectif du gouvernement fédéral de devenir carboneutre d'ici 2050, l'industrie agricole canadienne souhaite avoir une meilleure idée des émissions de GES à la ferme et pendant la transformation et le transport des produits agricoles. Ces données sont nécessaires pour célébrer les réussites et cibler les occasions de diminuer les émissions et d'augmenter la séquestration du carbone tout au long de la chaîne de valeur agroalimentaire. Des outils d'estimation des émissions de GES sont disponibles pour certaines pratiques et certains produits de base, mais leur adoption à la ferme demeure limitée, et on observe un manque d'uniformité pour les quelques produits de base dont les émissions sont mesurées par ces outils pendant le processus de transformation.

Cette étude d'envergure nationale est un élément essentiel qui manquait au domaine de l'agriculture pour qu'il fasse avancer des politiques, des outils, des programmes, et des mesures efficaces pour accélérer la décarbonisation devant mener à la carboneutralité d'ici 2050. Les produits livrables de ce projet comprendront, dans un premier temps, une liste définitive des recommandations de politiques publiques. Ces recommandations seront communiquées et feront l'objet de discussions dans le cadre d'un dialogue avec divers intervenants du secteur agroalimentaire, l'objectif étant d'augmenter l'adhésion et de tenir compte de leurs points de vue afin de faire progresser les mesures et de faciliter une décarbonisation plus rapide.

En 2016, l'industrie agricole canadienne représentait environ 7 % des émissions de GES du pays, selon Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ce pourcentage tient compte du carbone que le sol absorbe et ne comprend pas les émissions associées à l'usage de carburant fossile.

Le présent rapport fournit les renseignements suivants :

- ✓ Le contexte entourant un avenir carboneutre et sa signification pour les agriculteurs canadiens.
- ✓ Un aperçu de certains outils d'estimation des émissions de GES utilisés dans le domaine de l'agriculture au Canada ou utilisés à l'échelle internationale et applicables au Canada.
- ✓ Une évaluation des différentes approches des outils d'estimation des émissions de GES.
- ✓ Les défis et les possibilités relativement à la mise en œuvre de politiques publiques qui appuient l'adoption d'outils d'estimation des émissions de GES dans le secteur agricole.
- ✓ Des recommandations pour accélérer la décarbonisation à l'aide d'outils d'estimation des émissions de GES dans le domaine de l'agriculture.

2 La carboneutralité et sa signification dans le cadre de la déclaration des émissions de GES dans le secteur canadien de l'agriculture

Plusieurs facteurs incitent le secteur de l'agriculture primaire à accorder la priorité à la réduction des émissions de GES :

Les pratiques de gestion bénéfiques (PGB) et les initiatives dirigées par l'industrie

- Soucieux des préoccupations à l'égard de la gérance environnementale et de la responsabilité sociale, les agriculteurs souhaitent trouver des façons de réduire les émissions et de mettre en œuvre des PGB pour faire progresser ces travaux.
- Les agriculteurs sont aussi motivés par des scénarios gagnant-gagnant, où des PGB en matière de réduction des émissions de GES contribuent également au rendement des investissements.
- Des initiatives sectorielles (p. ex., des partenariats dans la chaîne de valeur et des groupements de production spécialisée) appuient ces travaux.

L'influence des politiques et des programmes du gouvernement

- Des politiques (comme la *Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité*) et des programmes (comme le Fonds d'action à la ferme pour le climat) qui incitent les agriculteurs à prendre des mesures de réduction des émissions à la ferme.
- Du financement pour des technologies et des pratiques innovatrices à la ferme qui visent à réduire les émissions (p. ex., le Défi de réduction du méthane agricole).

Les exigences de déclaration du secteur privé

- Des exigences fondées sur le marché ou des efforts de déclaration des émissions de GES.
- Les agriculteurs prévoient de devoir produire des estimations des émissions pour permettre aux sociétés de produits alimentaires, de boissons et de produits agricoles cotées en bourse de communiquer ces renseignements.

2.1 Les PGB et les initiatives dirigées par l'industrie

Des intervenants de la chaîne de valeur agroalimentaire entreprennent des initiatives visant à réduire les émissions de GES et à parvenir à la carboneutralité. Par exemple, la [Canadian Alliance for Net-Zero Agri-Food](#) (l'Alliance canadienne pour un secteur agroalimentaire carboneutre, ou CANZA) a été fondée en 2023 pour appuyer des projets pilotes, des projets et des innovations échelonnables qui permettent « d'éliminer 150 tonnes métriques d'émissions du secteur agroalimentaire canadien d'ici 2050 » [traduction libre] (CANZA, 2023). La CANZA a appuyé des initiatives telles que « Cultiver un système alimentaire carboneutre : Un cadre de référence ouvert pour les produits agroalimentaires adaptés au climat au Canada » qui comprend une méthodologie de mesure pour la comptabilisation des GES (Deloitte et CANZA, 2024). Les Fermiers pour la transition climatique sont une coalition nationale dirigée par des agriculteurs qui aide le secteur à faire la transition vers des pratiques agricoles à faibles émissions et hautement résilientes. Ils collaborent avec des organismes agricoles et des partenaires autochtones à la grandeur du pays afin d'offrir le Programme de mentorat pour des fermes résilientes, dont l'objectif est de fournir une formation pratique et une orientation aux agriculteurs dans les domaines de la gestion de l'azote, des systèmes de pâturage et de la culture de couverture.

Des efforts sont aussi déployés pour les produits de base partout au Canada (Tableau 1).

Tableau 1. Exemples d'initiatives de réduction des émissions de GES pour des produits de base.

Produit de base	Initiative
Bœuf	<ul style="list-style-type: none">• L'industrie canadienne du bœuf vise à réduire ses émissions de GES provenant de la production primaire de 33 % d'ici 2030 (Association canadienne des bovins, sans date).• L'industrie a établi les facteurs clés (en anglais) pour appuyer l'atteinte de ces objectifs.
Production laitière	<ul style="list-style-type: none">• Les Producteurs laitiers du Canada se sont engagés à ce que le secteur de la production laitière atteigne la carboneutralité d'ici 2050 (Producteurs laitiers du Canada, 2024).• Ils mettent l'accent sur la prise de mesures volontaires à la ferme pour atteindre cet objectif et ils offrent la publication « Carboneutres d'ici 2050 : Guide des pratiques de gestion bénéfiques pour atténuer les émissions dans les fermes laitières » aux agriculteurs afin de les accompagner dans cette transition.
Œufs	<ul style="list-style-type: none">• Les Producteurs d'œufs du Canada se sont engagés à atteindre la carboneutralité d'ici 2050 (Producteurs d'œufs du Canada, 2023).• L'Outil d'évaluation de l'empreinte écologique des fermes (OEEEF), traité plus en détail dans la section 4, constitue l'une des ressources qui appuient les producteurs d'œufs dans cette transition.

Les agriculteurs sont déjà en train de mettre en œuvre des PGB visant à réduire les émissions de GES. Par exemple, en 2021, 31 % des fermes canadiennes déclaraient recourir à des pratiques d'ensemencement sans travail du sol (Statistique Canada, 2022b, 2022a). De plus, en 2021, Fertilisants Canada a estimé qu'au Canada, 15 % du volume total d'azote provenait d'engrais à efficacité améliorée (Fertilisants Canada, 2022).

2.2 L'influence des politiques et des programmes du gouvernement

Les politiques et les programmes du gouvernement fédéral sont également une force motrice qui encourage la transition vers un avenir carboneutre pour l'agriculture (Tableau 2).

Tableau 2. Politiques et programmes clés du gouvernement fédéral à l'appui de l'agriculture carboneutre.

Politique ou programme	Optique de réduction des émissions de GES
<u>Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Officialisation d'un engagement à atteindre la carboneutralité d'ici 2050. • Établissement de l'objectif de réduction des émissions de 40 % à 45 % sous les niveaux de 2005 d'ici 2030 comme <u>contribution déterminée au niveau national</u> du Canada revue à la hausse.
<u>Un environnement sain et une économie saine</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Plan climatique renforcé du Canada. • Présentation des politiques et des programmes qui favorisent des mesures concrètes pour l'atteinte des objectifs nationaux et la réalisation des progrès économiques et environnementaux décrits dans la <i>Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité</i>. • Établissement d'un objectif national de réduction de 30 % par rapport aux niveaux de 2020 des émissions absolues de GES provenant de l'épandage d'engrais d'ici 2023.
<u>Plan de réduction des émissions pour 2030 : Un air pur, et une économie forte</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusion d'une feuille de route pour parvenir, d'ici 2030, à une réduction de 40 à 45 % des émissions de GES par rapport aux émissions de 2005.
<u>Le Partenariat canadien pour une agriculture durable (PCA durable)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Entente de 3,5 milliards de dollars sur cinq ans (2023-2028) entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux pour renforcer la compétitivité, l'innovation, et la résilience du secteur de l'agriculture, de l'agroalimentaire et des produits agro-industriels.
<u>Le programme Solutions agricoles pour le climat</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Programme à deux volets : <u>l'Initiative des laboratoires vivants</u> et le <u>Fonds d'action à la ferme pour le climat</u>. • Aide les producteurs à adopter des pratiques de gestion permettant de réduire les émissions et d'accroître le stockage du carbone.
<u>Programme des technologies propres en agriculture</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif d'encourager l'adoption de technologies propres (p. ex. des innovations dans les domaines de l'énergie verte et de l'efficacité énergétique, de l'agriculture de précision ainsi que de la bioéconomie) qui sont nécessaires pour permettre au secteur agricole de prospérer dans une économie à faibles émissions de carbone.
<u>Le Défi de réduction du méthane agricole</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Programme de financement concurrentiel visant à aider à recourir à des pratiques, à des technologies, ou à des processus qui contribuent à la réduction des émissions de méthane entérique produites par l'industrie bovine et de la production laitière.

2.3 Exigences de déclaration du secteur privé

En juin 2023, le Conseil des normes internationales d'information sur la durabilité (International Sustainability Standard Board ou ISSB) a publié les deux premières normes de déclaration des renseignements en matière de durabilité : les normes *Obligations générales en matière d'informations financières liées à la durabilité (IFRS S1)* et *Informations à fournir en lien avec les changements climatiques (IFRS S2)*. Les documents énoncent les obligations générales auxquelles les entités cotées en bourse doivent se soumettre afin de déclarer les renseignements financiers liés à la durabilité et aux changements climatiques (pour avoir un aperçu de l'état actuel du rapport global des émissions du champ d'application 3, voir l'annexe A).

Selon la norme IFRS S2, les entreprises sont tenues de déclarer leurs émissions de GES, qui sont réparties dans les champs d'application 1, 2 et 3 (Figure 1). Dans le cas des grandes entreprises alimentaires, les émissions du champ d'application 3 sont principalement liées aux intrants agricoles. Ces émissions sont les plus difficiles à calculer, compte tenu de la complexité des systèmes agricoles et de la diversité des types de fermes, des régions, du climat et des pratiques de gestion.

Figure 1. Émissions – Aperçu des champs d'application 1, 2, 3.

Champ d'application 1	Champ d'application 2	Champ d'application 3
<ul style="list-style-type: none">• Les émissions découlant directement des activités de l'entreprise.• Par exemple : les émissions provenant de la machinerie utilisée dans la fabrication de denrées alimentaires.	<ul style="list-style-type: none">• Les émissions produites indirectement par les services de tierces parties.• Par exemple : les émissions associées à l'énergie servant à chauffer les bâtiments.	<ul style="list-style-type: none">• Les émissions provenant d'autres sources dont l'entreprise est indirectement responsable tout au long de sa chaîne d'approvisionnement (en amont et en aval).• Par exemple : les émissions générées par un fournisseur de biens achetés par l'entreprise.



Le Conseil canadien des normes d'information sur la durabilité a élaboré deux exposés-sondages connexes.¹ En mars 2024, des consultations étaient en cours en ce qui concerne les modifications à apporter (Normes d'information financière et de certification Canada, 2024), notamment :

- La déclaration volontaire dès le 1^{er} janvier 2025.
- La déclaration obligatoire des émissions de GES du champ d'application 3 dès le 1^{er} janvier 2027.

D'autres pays ont déjà adopté les recommandations de l'ISSB, et ses exigences en matière de déclaration pourraient avoir une incidence sur les entreprises canadiennes ou celles qui s'approvisionnent en marchandises au Canada. Par exemple, la [directive sur la publication d'informations en matière de durabilité par les entreprises \(CSRD en anglais\)](#) de l'Union européenne exigera que les entreprises commencent à produire des rapports obligatoires sur les facteurs liés à l'environnement, la durabilité et la gouvernance en 2025. On estime que la directive touchera jusqu'à 1 000 entreprises canadiennes, en plus des entreprises mondiales qui exercent leurs activités au Canada (Marsh et coll., 2023).

Les entreprises agroalimentaires se fixent également des objectifs et travaillent à les atteindre. En voici quelques exemples :

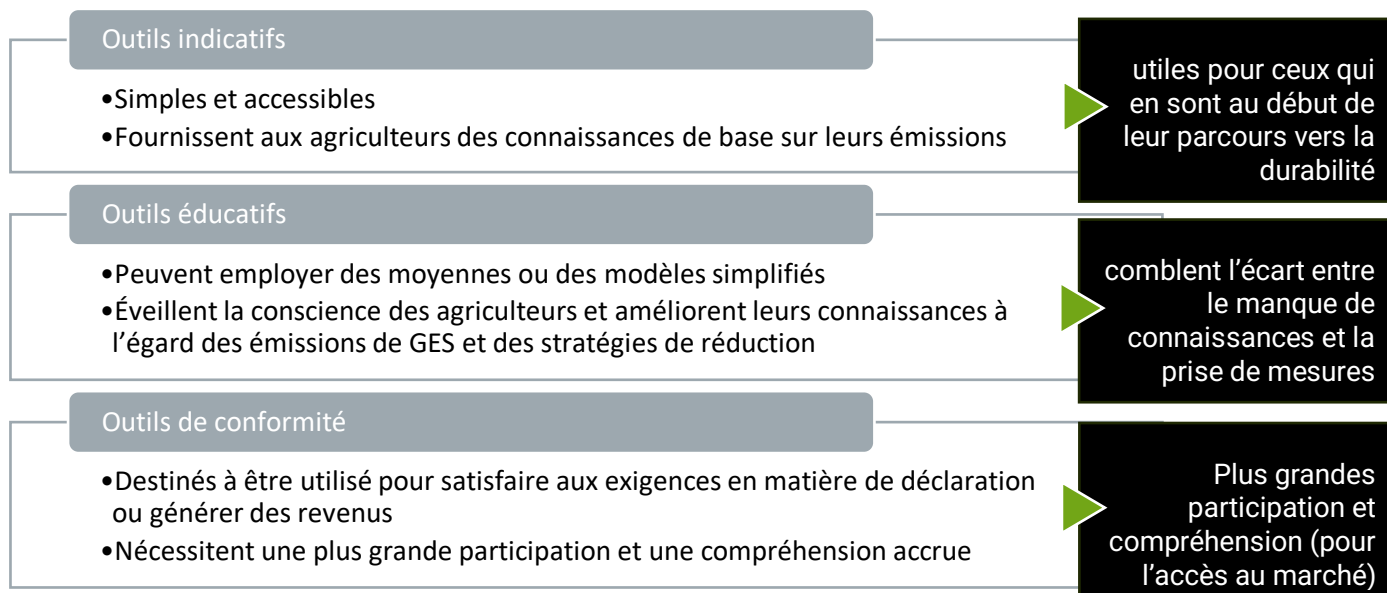
- ✓ L'entreprise Les Aliments Maple Leaf est carboneutre depuis 2019 et elle s'efforce de faire chuter son empreinte écologique globale de 50 % d'ici 2025 (Maple Leaf, sans date).
- ✓ General Mills réduira ses émissions de GES de 30 % (comparativement à 2020) d'ici 2030. D'ici 2050, General Mills atteindra la carboneutralité dans l'ensemble de sa chaîne de valeur (General Mills, 2021).
- ✓ Kraft Heinz deviendra carboneutre d'ici 2050 et réduira ses émissions actuelles de moitié d'ici 2030 (Kraft Heinz, 2023).

¹ Les exposés-sondages sont les suivants :

- [Exposé-sondage du CCNID : Projet de Norme canadienne d'information sur la durabilité \(NCID\) 1. Obligations générales en matière d'informations financières liées à la durabilité](#)
- [Exposé-sondage du CCNID : Projet de Norme canadienne d'information sur la durabilité \(NCID\) 2. Informations à fournir en lien avec les changements climatiques.](#)

2.4 Outils d'estimation des émissions de GES : un aperçu

Il est essentiel de cibler et de concrétiser les possibilités pour l'agriculture et le système agroalimentaire de faire progresser les mesures et de faciliter une décarbonisation accélérée. On trouve au Canada un éventail d'outils d'aide à l'estimation des émissions de GES à la ferme. Ces outils peuvent être regroupés en trois catégories :



3 Méthodes

Nous avons mené une analyse environnementale et une revue de la littérature concernant les outils et les méthodologies auxquels le secteur a recours actuellement pour estimer les émissions de GES émanant de la production de la ferme. Dans la mesure du possible, nous fournissons des renseignements concernant l'adoption. Au total, 11 outils ont été évalués dans le cadre de cette étude.

Voici les critères de sélection des outils :

- ✓ outils connus et utilisés par les agriculteurs canadiens;
- ✓ outils axés sur les estimations des émissions à la ferme (p. ex. les estimations « se terminent » à la sortie de la ferme);
- ✓ outils internationaux qui s'avèrent prometteurs sur les plans de l'utilité et de la pertinence pour le secteur agricole canadien;
- ✓ outils liés à la chaîne d'approvisionnement qui peuvent être utilisés à la ferme.

Outils évalués :

- HOLOS
- AgriSuite
- CropTrak
- AgriTask
- FieldPrint Calculator
- Cool Farm Tool
- US Cropland Greenhouse Gas Calculator
- Soil Organic Carbon Reserves And Transformations in EcoSystems (S.O.C.R.A.T.E.S.)
- Outils du département de l'agriculture des États-Unis et de l'Université d'État du Colorado
- Ex-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)
- Outil sur les GES du Plan agroenvironnemental du Manitoba
- Outil d'évaluation de l'empreinte écologique des fermes (OEEEEF)
- Greenhouse Accounting Framework Tools pour les secteurs primaires en Australie
- Australian Dairy Carbon Calculator
- Plateforme de comptabilité environnementale d'Agriculture Innovation Australia
- Australian Wine Carbon Calculator
- Meat and Livestock Australia Carbon Calculator
- Ruminati
- HortCarbonInfo
- Full Carbon Accounting Model (FullCAM)

Nous avons mené une revue de la littérature afin de découvrir les travaux de recherche associés aux outils d'estimation des émissions de GES dans le secteur primaire de l'agriculture. La revue de la littérature a permis d'examiner des travaux de recherche universitaires examinés par des pairs, ainsi que des rapports renfermant de précieux renseignements, qui provenaient du secteur, du gouvernement ou d'organismes sans but lucratif.

Nous avons aussi mené des entrevues dans le but de comprendre les différents points de vue sur l'état actuel de l'adoption d'outils d'estimation des émissions de GES, leur efficacité et leur rôle dans la transition vers une agriculture carboneutre. Nous avons conduit 12 entrevues auprès d'un vaste éventail d'intervenants, dont certains provenaient de la scène internationale, du milieu universitaire, du gouvernement, du secteur et d'organismes agricoles.

4 Aperçu des outils d'estimation des émissions de GES et des sources de données

Outil	Produits de base visés	Source de données
Outils canadiens		
<p>HOLOS</p> <p>Les données sont tirées des renseignements saisis sur les fermes individuelles et l'objectif principal est de tester les moyens possibles de réduire les émissions de GES et d'augmenter les stocks de carbone dans le sol par l'examen des effets de différentes pratiques de gestion.</p>	<p>On trouve dans l'outil l'ensemble des principales céréales et légumineuses, et des principaux oléagineux et fourrages, certaines cultures légumières, ainsi que toutes les principales espèces d'élevage dans différents systèmes de production.</p>	<p>La méthodologie de l'outil HOLOS tire son origine des Lignes directrices de 2006 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. La version 4.0 de l'outil intègre les révisions de 2019 des niveaux I et II du GIEC (en anglais).</p> <p>Le logiciel HOLOS comprend des modifications uniques au Canada qui visent principalement l'estimation des émissions d'oxyde nitreux provenant des sols et des cultures, des émissions de méthane attribuables à la gestion du fumier, et des émissions de dioxyde de carbone produit par des sources d'énergie, ainsi que le stockage et l'élimination du carbone dans le sol et les arbres. Les paramètres et les algorithmes particuliers sont tirés de la littérature scientifique publiée. La documentation complète se trouve ici : Documentation de l'algorithme de la version 4.0 de HOLOS (en anglais).</p>
<p>AgriSuite – Outil d'aide à la décision concernant les GES</p> <p>Cet outil estime les émissions de GES des fermes de culture et d'élevage ontariennes et permet à ses utilisateurs de mettre à l'essai des solutions de réduction des émissions et de séquestration du carbone en mettant en œuvre diverses PGB.</p>	<p>L'outil renferme déjà les valeurs de 50 variétés de céréales, d'oléagineux et de légumes cultivées en Ontario et possède une fonction permettant de créer des intrants personnalisés pour d'autres cultures. Il comprend également des paramètres pour plusieurs systèmes de production : bœuf, poulet, chinchilla, vaches laitières, chevreuil ou wapiti, émeu, renard, chèvre, cheval, autruche, lapin, mouton, porc, dindon et veau.</p>	<p>La méthodologie utilisée reflète les lignes directrices du GIEC. L'outil est conçu à partir du logiciel HOLOS d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et comprend des révisions intégrant des données sur le climat et la production propres à l'Ontario de même que les dernières découvertes scientifiques concernant le potentiel de réduction des émissions et de séquestration de carbone de différentes PGB.</p> <p>La documentation de la méthodologie sera disponible plus tard comme ressource sur l'outil.</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
<p>Outil sur les GES du Plan agroenvironnemental du Manitoba</p> <p>Un outil d'estimation des émissions de GES intégré au Plan agroenvironnemental du Manitoba montre le total des émissions de l'exploitation agricole, selon la source, pour sept différents types d'émissions. Les agriculteurs peuvent modifier les pratiques afin de mieux comprendre comment les PGB influencent leurs émissions globales selon la source. L'outil comprend des renseignements sur le rendement des investissements pour les PGB.</p>	<p>L'outil comprend des cultures (cultures annuelles, pâturages, foin cultivé et indigène), des terres non agricoles (terres boisées, zones riveraines, milieux humides et prairies) et des espèces d'élevage (vache laitière, bœuf, porc, volaille, mouton, dindon), ainsi que des caractéristiques adaptées aux différents types de systèmes de production.</p>	<p>Cet outil fait appel aux méthodologies HOLOS et comprend des caractéristiques adaptées à l'agriculture au Manitoba.</p>
<p>Canadian FieldPrint Calculator</p> <p>Un outil de mesure à la ferme qui permet aux cultivateurs d'évaluer et de documenter de manière confidentielle leur performance environnementale en le comparant à des critères nationaux et régionaux à l'aide des données de leurs propres champs.</p>	<p>Les cultures visées sont la luzerne, l'orge, le maïs (en grain), le maïs (à ensilage), le coton, l'arachide, la pomme de terre, le riz, le sorgo, le soya, la betterave sucrière, le blé (blé dur), le blé (de printemps), le blé (d'hiver). L'outil ne modélise les variations de la concentration de carbone organique du sol que pour l'Ouest canadien.</p>	<p>Les estimations d'émissions de GES et de la variation de la concentration de carbone du sol sont fondées en grande partie sur des algorithmes de modélisation auxquels AAC a eu recours pour son outil HOLOS.</p>
<p>Calculateur d'émissions de GES de Biological Carbon Canada</p> <p>Il s'agit d'un instrument éducatif que Biological Carbon Canada a créé dans le cadre de sa mission visant à soutenir des mesures significatives de réduction et d'élimination du carbone en vue de créer de la valeur pour les agriculteurs, les éleveurs et les sylviculteurs.</p>	<p>Le calculateur comporte une série de tableaux imprimables qui sont assez généraux pour être utilisés pour la plupart des produits de base. Il contient également des tableaux pour les changements d'affectation des terres et la consommation énergétique.</p>	<p>Les valeurs des émissions sont tirées des tableaux contextuels de 2021 (en anglais) du GIEC et d'Environnement et Changement climatique Canada.</p>
<p>OEEEF : Outil d'évaluation de l'empreinte écologique des fermes</p> <p>L'outil permet aux producteurs d'œufs d'entreprendre une évaluation de la durabilité de leur ferme, en comparant leurs résultats à ceux d'autres fermes</p>	<p>L'outil est conçu sur mesure pour les activités de ponte qui ont lieu dans les fermes de production d'œufs de poule du Canada (il exclut la culture et d'autres activités qui</p>	<p>Les calculs sont fondés sur l'analyse du cycle de vie effectuée par le professeur Nathan Pelletier et son équipe de l'Université de la Colombie-Britannique.</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
canadiennes. Grâce à un accès sur demande à des données comparatives et aux renseignements environnementaux les plus récents, les producteurs d'œufs peuvent également établir des objectifs de durabilité éclairés et assurer le suivi de leurs progrès.	pourraient avoir lieu dans une ferme).	
Outils internationaux pouvant s'appliquer à l'agriculture canadienne		
<p>Cool Farm Tool</p> <p>L'outil a pour objectif d'aider les agriculteurs à choisir des options de gestion qui améliorent leur performance environnementale et à suivre et à mesurer les progrès au fil du temps.</p>	<p>Il est conçu de manière générique afin de couvrir les principales grandes cultures, les pommes de terre, le riz ainsi que le bœuf et le lait. Il n'est pas recommandé d'utiliser le module générique sur le bétail pour d'autres espèces d'élevage.</p>	<p>L'outil repose entièrement sur des travaux de recherche empirique examinés par les pairs et puise des renseignements d'un éventail divers de jeux de données publiés et de méthodes du GIEC.</p> <p>Les résultats peuvent être utilisés dans le cadre des engagements de déclaration de l'initiative Science Based Targets que prennent des entreprises. Cool Farm Tool Un calculateur en ligne pour les GES, l'eau et la biodiversité (en anglais)</p>
<p>Ex-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)</p> <p>L'outil aide les décideurs à recueillir les données probantes et les renseignements disponibles sur les résultats de leurs interventions dans le secteur agroalimentaire. Il les aide à déterminer la quantité de GES émise ou séquestrée dans le cadre de la production agricole, à analyser les résultats des activités découlant d'investissements dans le secteur agroalimentaire tout au long de chaînes de valeur agricoles sélectionnées ainsi qu'à évaluer l'incidence des activités agricoles sur la biodiversité locale.</p>	<p>L'outil couvre le secteur de l'agriculture, de la foresterie et des autres utilisations des terres, les milieux humides côtiers et intérieurs, les pêches et l'aquaculture, les intrants et les infrastructures agricoles.</p>	<p>L'outil est fondé sur la méthodologie du GIEC pour les inventaires des émissions de GES (en anglais). Les valeurs par défaut de l'outil sont des valeurs de niveau 1 du GIEC, mais l'utilisateur peut inclure des valeurs de niveau 2.</p>
<p>Integrated Farm Systems Model de l'Agricultural Research Service du département de l'agriculture des États-Unis (USDA)</p>	<p>Le modèle couvre les systèmes de production laitière et bovine ainsi que les systèmes de cultures.</p>	<p>La modélisation de processus s'écarte du protocole du GIEC en incluant le dioxyde de carbone assimilé dans les aliments pour</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
<p>Le modèle simule l'ensemble des principales composantes d'une ferme au niveau des processus. Il relie les composantes de la ferme afin d'illustrer les processus biologiques et physiques qui ont lieu à la ferme. Il se veut un outil de recherche et d'enseignement pour étudier l'incidence des changements en matière de gestion et de technologie sur l'ensemble de la ferme.</p>		<p>animaux aux émissions nettes par rapport aux normes d'émissions.</p> <p>L'approche réduit l'empreinte carbone des stratégies de production d'environ <u>25 % par rapport à l'approche de modélisation normalisée du GIEC</u> (page 221, en anglais). En tout autre point, la modélisation suit les lignes directrices du GIEC.</p>
<p>Soil Organic Carbon Reserves And Transformations in EcoSystems (S.O.C.R.A.T.E.S.)</p> <p>SOCRATES est un modèle de prévision à long terme des variations de la concentration de carbone organique du sol dans les écosystèmes terrestres.</p>	<p>Le modèle couvre les rotations de cultures qui comprennent le blé, l'orge, l'avoine, le canola, les légumineuses, les pâturages améliorés, les pâturages de graminées et les jachères.</p>	<p>SOCRATES est un modèle de représentation des dynamiques du carbone organique du sol dans les écosystèmes terrestres, qui est basé sur les processus et qui requiert peu de saisie de données. Il est spécialement conçu pour examiner l'incidence de l'utilisation des terres et des changements d'affectation des terres sur le stockage du carbone dans le sol. Il comprend également un calculateur simple de rendement.</p> <p>SOCRATES a réussi à prédire des variations dans la concentration de carbone organique du sol pour 18 essais (pâturages, milieux boisés et cultures sans irrigation) qui se sont déroulés en Amérique du Nord, en Europe et en Australasie. Ces essais, dont la durée varierait entre 8 et 86 ans, ont eu lieu dans toutes sortes de climats et de types de sols.</p>
<p>US Cropland Greenhouse Gas Calculator</p> <p>Le calculateur a été mis au point pour aider les agriculteurs, les vulgarisateurs, les agences, les responsables politiques, ainsi que toute autre personne intéressée à en apprendre davantage au sujet des émissions de GES qui proviennent de la production des grandes cultures afin qu'ils</p>	<p>L'outil couvre le maïs-grain, le maïs à ensilage, le soya, le blé, l'avoine et le panic raide.</p>	<p>Les données sur les émissions du département de l'agriculture des États-Unis (USDA) ont été obtenues à l'aide des méthodes de niveau 2 du GIEC.</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
<p>prennent des décisions éclairées sur la gestion des cultures et la gérance environnementale. L'outil a appuyé la participation d'agriculteurs américains à une foule de projets de conservation.</p>		
<p>Calculateur FAST-GHG™ de Cornell FAST-GHG est un outil de calcul des émissions de GES conçu de façon à produire des estimations à la fois fidèles et rapides du potentiel de réduction des émissions issues de l'agriculture.</p>	<p>L'outil produit des estimations de l'incidence du travail du sol amélioré, de la culture de couverture et de la gestion de l'engrais azoté sur la production de maïs, de blé et de soya aux États-Unis.</p>	<p>De manière générale, l'outil semble suivre le processus d'estimation de niveau 2 du GIEC pour créer des facteurs régionaux fondés sur des conclusions corroborées par des études universitaires.</p>
<p>FARM Environmental Stewardship – Industrie laitière aux États-Unis L'objectif du programme FARM consiste à continuer de démontrer aux clients et aux consommateurs que l'industrie laitière américaine respecte les normes les plus strictes.</p>	<p>Le programme couvre le lait.</p>	<p>La principale source de données provient d'une analyse du cycle de vie (ACV) de plus de 500 fermes laitières américaines (en anglais).</p>
<p>COMET-Planner et COMET-Farm Ces deux outils ont été conçus pour évaluer les quantités de carbone séquestré et les réductions des émissions de GES qu'il est possible d'atteindre par l'adoption de pratiques de conservation du National Resource Conservation Service (NRCS) des États-Unis.</p>	<p>L'outil est organisé en fonction de pratiques de conservation particulières du NRCS plutôt qu'en fonction de produits de base.</p>	<p>Méthodes d'inventaire des GES (en anglais) à l'échelle de l'entité du département de l'agriculture des États-Unis.</p>
<p>Greenhouse Accounting Framework Tools pour les secteurs primaires en Australie Ces outils sont des feuilles de calcul sur des produits de base précis qui ont été conçues de manière à prédire l'ampleur et les sources d'émissions de GES à la ferme ou d'un produit à la sortie de la ferme. Les outils tiennent compte des émissions des champs d'application 1, 2 et 3 (chaîne</p>	<p>Les outils couvrent ce qui suit : lait, mouton et bœuf, cultures, parcs d'engraissement, sucre, coton, horticulture, porc, bison, cerf, volaille, riz.</p>	<p>Les calculs sont conformes à la méthodologie de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie, qui est conforme aux lignes directrices du GIEC.</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
d'approvisionnement en amont). Les fluctuations du carbone du sol ne font pas partie des modèles.		
<p>Australian Dairy Carbon Calculator</p> <p>Cet outil est un modèle de feuille de calcul Excel conçu afin d'étudier les conséquences d'une variété d'options de gestion de la diète, des troupeaux ou de la base de l'alimentation des animaux sur les émissions de GES d'une exploitation laitière.</p>	L'outil couvre la production laitière.	Les calculs sont conformes à la méthodologie de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie, qui est conforme aux lignes directrices du GIEC.
<p>Plateforme de comptabilité environnementale d'Agricultural Innovation Australia</p> <p>La plateforme est conçue de façon à offrir aux secteurs australiens de l'agriculture, des pêches et de la foresterie une approche accessible et normalisée du calcul de l'empreinte carbone, qui peut être effectué au niveau d'un produit de base, d'un projet ou de l'ensemble de l'entreprise. La plateforme est conçue afin de s'intégrer aux logiciels de gestion de la ferme, aux offres des fournisseurs de services agricoles et à agri-finance. La première étape permettra aux agriculteurs, aux pêcheurs et aux sylviculteurs de calculer l'empreinte carbone de leur entreprise pour de nombreux produits de base (les essais bêta de la solution viennent de se clore, mais celle-ci n'a pas encore été offerte pour utilisation générale).</p>	La plateforme couvre la plupart des produits de base des secteurs australiens de l'agriculture, des pêches et de la foresterie.	La plateforme repose sur les modèles des Greenhouse Accounting Framework Tools qui sont conformes aux protocoles de déclaration de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie, ainsi qu'aux normes ISO et aux lignes directrices du GIEC pertinentes.
<p>Australian Wine Carbon Calculator</p> <p>Cet outil est conçu afin d'aider les cultivateurs de raisins et les vinificateurs à estimer leurs émissions directes (champs d'application 1 et 2) de GES.</p>	L'outil couvre le raisin et le vin.	L'outil est basé sur les méthodologies du document Australian National Greenhouse Accounts Factors de 2022 ainsi que sur les plus récents potentiels de réchauffement planétaire qui se trouvent dans le sixième rapport d'évaluation du GIEC (2021). Ce calculateur ne tente pas d'estimer les émissions hors site du champ

Outil	Produits de base visés	Source de données
		d'application 3 (emballage, distribution, chène, etc.).
<p>Meat and Livestock Australia Carbon Calculator</p> <p>Il s'agit d'une version en ligne des Greenhouse Accounting Framework Tools (mentionnés plus haut) pour le mouton et le bœuf, et les céréales. Leur intégration vise à créer des estimations des émissions de GES au niveau de la propriété ainsi que de l'intensité des émissions pour chaque produit obtenu.</p>	Le calculateur couvre le bœuf, la viande de mouton, la laine et les céréales.	Les calculs sont conformes à la méthodologie de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie, qui est conforme aux lignes directrices du GIEC.
<p>Ruminati</p> <p>Un outil de calcul des émissions en ligne conçu pour aider les agriculteurs à établir des estimations des émissions totales à la ferme, de la séquestration du carbone et des émissions nettes à la ferme, qui sont réparties dans les champs d'application 1, 2 et 3.</p>	L'outil couvre le bœuf, la viande de mouton, la laine et les céréales.	L'outil utilise les équations de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie (en anglais) pour calculer les émissions. Les facteurs d'émission pour les intrants agricoles proviennent du document Australian National Greenhouse Accounts Factors de 2022.
<p>HortCarbonInfo</p> <p>Un outil en ligne qui peut être utilisé pour calculer les émissions de GES de la plupart des exploitations de produits horticoles comestibles. Son interface est simplifiée, et les émissions de GES sont calculées pour l'électricité, le carburant, les engrais, la dolomite et la chaux, les résidus de culture, les fuites de réfrigération et les déchets à la ferme. Il y a aussi d'autres sources de GES dans les fermes, notamment les eaux usées.</p>	L'outil couvre 16 cultures fruitières et 17 cultures légumières.	Les facteurs d'émission sont harmonisés aux facteurs énoncés dans le document Australian National Greenhouse Accounts Factors de 2022.
<p>Full Carbon Accounting Model (FullCAM)</p> <p>L'outil évalue la variation des stocks de carbone dans les écosystèmes, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> la biomasse en surface et souterraine; 	Sa principale applicabilité à l'agriculture concerne l'incidence des changements d'affectation des terres sur le carbone – soit le reboisement, soit le défrichage évité de la repousse indigène.	Les données sur les émissions proviennent du document Australian National Greenhouse Accounts.

Outil	Produits de base visés	Source de données
<ul style="list-style-type: none"> les débris non décomposés et en décomposition; le carbone dans le sol attribuable à l'utilisation des terres et aux activités de gestion. <p>L'outil est utilisé pour générer des estimations de réduction des émissions pour les méthodes de gestion de la végétation au titre de l'Australian Carbon Credit Units Scheme.</p>		
Outils liés à la chaîne d'approvisionnement pouvant s'appliquer à l'agriculture canadienne		
<p>Optchain Carbon Tracking</p> <p>L'outil Optchain Carbon Tracking simplifie le processus de suivi du carbone pour les entreprises de production de biens à la consommation, d'aliments et de boissons. Il permet de se conformer aux cadres de production de rapports établis. Il permet à une entreprise de suivre et de surveiller les émissions de GES en amont et en aval dans les chaînes d'approvisionnement afin d'obtenir une vue d'ensemble de toutes les émissions de GES des champs d'application 1, 2 et 3 ainsi qu'une évaluation détaillée et exacte de l'empreinte carbone et un accès aux renseignements nécessaires pour réduire les émissions.</p>	<p>L'outil couvre tous les ingrédients alimentaires pour lesquels une analyse du cycle de vie a été effectuée.</p>	<p>Les analyses du cycle de vie sont propres aux produits utilisés. Elles constituent des renseignements confidentiels à l'attention de l'entreprise à l'origine du produit. Toutefois, l'analyse du cycle de vie du secteur des grains du Québec qui a été réalisée par la même entreprise avec laquelle OPTTEL est partenaire est accessible au public.</p>
<p>CropTrak</p> <p>L'outil Croptrak propose des estimations des émissions à des entreprises alimentaires qui regroupent des produits agricoles de multiples sources dans le cadre de leurs chaînes d'approvisionnement.</p>	<p>L'outil couvre les grandes cultures, les légumes et les fruits.</p>	<p>L'outil tire avantage d'autres outils tels que COMET-Planner, Cool Farm Tool et FieldPrint Calculator pour créer des estimations globales des émissions de GES par culture ou par champ destiné à la culture dans la chaîne d'approvisionnement de grandes entreprises du secteur de l'alimentation et des boissons, de même que des estimations de rendement et des relevés détaillés des pratiques de production.</p>

Outil	Produits de base visés	Source de données
<p>AgriTask</p> <p>L'outil fournit une vue d'ensemble des émissions, par région, culture ou activité, afin d'aider les entreprises alimentaires multinationales à atteindre leurs objectifs de réduction. Il permet de déceler les « points chauds », de collaborer avec des cultivateurs pour la mise en place à plus grande échelle de pratiques agricoles durables et de planifier d'autres activités de décarbonisation.</p>	<p>L'outil couvre les grandes cultures et l'horticulture.</p>	<p>Il s'appuie sur d'autres outils, comme Cool Farm Tool pour l'estimation des émissions de GES, pour créer un tableau de bord du bilan de carbone.</p>

5 Résultats

5.1 Évaluation des approches des outils d'estimation des émissions de GES

Les outils d'estimation des émissions de GES ont recours à différentes approches de comptabilisation. Cette étude et d'autres travaux de recherche de l'industrie nous ont permis de trouver plusieurs sources de données qui éclairent le calcul des émissions de GES :

- ✓ calculs des niveaux I et II du GIEC;
- ✓ analyse du cycle de vie (diverses sources);
- ✓ travaux de recherche empirique examinés par les pairs;
- ✓ estimations des émissions qui ont été effectuées à l'échelle fédérale (Rapport d'inventaire national du Canada, méthodes d'inventaire des émissions de GES du département de l'agriculture des États-Unis, document Australian National Greenhouse Accounts Factors, etc.);
- ✓ combinaisons des méthodologies mentionnées ci-dessus.

Une étude menée au Royaume-Uni a évalué les méthodologies et les résultats des outils d'estimation des émissions de GES en mettant à l'essai cinq outils différents dans sept fermes pour mesurer la variation entre les résultats et les estimations des émissions de GES (Sykes et coll., 2017). L'étude a conclu que bon nombre des estimations des émissions dans chaque ferme variaient grandement, et qu'« une quantité considérable était attribuable aux outils eux-mêmes » [traduction libre]. Cette conclusion souligne l'importance d'approfondir notre compréhension des avantages et des inconvénients des différentes approches des outils pour l'estimation des émissions à la ferme, particulièrement lorsqu'il s'agit de s'assurer que les efforts agricoles appuient un avenir carboneutre.

« La transparence [dans les méthodes] et la disponibilité de l'information sont susceptibles d'être un enjeu clé lorsque des outils [d'estimation des émissions de GES] sont utilisés pour orienter les politiques, et elles constituent donc un facteur limitatif potentiel dans l'adoption d'outils par les décideurs. Elles peuvent également limiter la mesure dans laquelle les utilisateurs peuvent utiliser les outils pour prendre des décisions éclairées sur la réduction des émissions issues des systèmes agricoles [traduction libre]. »

– Sykes et coll., 2017

Les personnes interrogées ont fait part de leurs observations sur les limites des outils actuels d'estimation des émissions de GES dans le secteur agricole canadien ainsi que sur les obstacles connexes à l'adoption à la ferme (Tableau 3).

Tableau 3. Résumé des observations provenant des personnes interrogées et tirées des travaux de recherche : limites du contexte actuel des outils d'estimation des émissions de GES dans le secteur agricole canadien et obstacles à l'adoption à la ferme.

Limites et obstacles actuels	Description
Manque de données régionales	Selon les personnes interrogées, les outils manquent souvent d'exactitude pour les fermes canadiennes et utilisent des données ou des moyennes générales qui ne correspondent pas à toutes les situations ou aux « réalités nuancées » de la diversité du secteur agricole canadien. Les personnes interrogées soulignent que la collecte de données exactes et propres à une ferme entraîne des coûts importants, ce qui limite la production de données propres à une région.

Limites et obstacles actuels	Description
Complexité et accessibilité des outils	<p>Les outils disponibles exigent souvent beaucoup de travail et une compréhension approfondie pour l'entrée des données et ils pourraient ne pas être conviviaux pour les cultivateurs.</p> <p>Certains outils disponibles mesurent « pour mesurer » et surchargent les agriculteurs de données inutiles, ce qui pourrait constituer un obstacle à leur adoption.</p> <p>L'accessibilité des systèmes informatiques (p. ex., le fait de suivre l'évolution rapide des systèmes) et l'accès à une connexion Internet fiable ont été mentionnés comme un obstacle à l'utilisation des outils d'estimation des émissions de GES (Organisation de coopération et de développement économiques, 2023).</p> <p>De plus, les producteurs ne connaissent souvent pas les outils et la façon dont ils peuvent être avantageux pour leurs exploitations.</p>
Prise en compte l'ensemble de la ferme	<p>Des outils qui évaluent toutes les répercussions d'un système agricole sur les émissions de GES de manière exhaustive, mais conviviale, n'ont pas encore été élaborés. Les outils ne doivent pas « simplifier les processus biologiques pour donner lieu à des paramètres potentiellement trompeurs ». Les agriculteurs devraient également avoir la possibilité d'intégrer différents outils de gestion agricole pour simplifier le processus d'entrée de données.</p>
Manque d'interopérabilité des outils et de transparence entre ceux-ci	<p>La portée et les limites des différents outils varient, ce qui rend difficile leur comparaison directe. Cette situation pourrait encourager les entreprises à « choisir » des outils pour leurs chaînes d'approvisionnement, plutôt que de laisser le secteur fournir des solutions avant-gardistes qui fournissent des mesures exactes des émissions de GES.</p>
La science exige du temps	<p>Les personnes interrogées reconnaissent que, malgré les travaux de recherche en cours, il existe encore un « niveau important d'incertitude » dans les méthodes de calcul des estimations des émissions, particulièrement en ce qui concerne le carbone du sol et les émissions d'oxyde nitreux.</p>
Plein développement des outils	<p>De nombreux outils n'ont pas atteint leur plein développement. Les personnes interrogées affirment que bon nombre d'outils en sont encore aux premières étapes d'adoption et que la quantification des taux d'utilisation et d'adoption des outils demeure un défi, particulièrement dans le cas des outils éducatifs à participation volontaire.</p>
Harmonisation de l'économie et de mesures incitatives (c.-à-d. l'absence d'incitatifs économiques évidents)	<p>Ce sont souvent des incitatifs économiques plutôt que des facteurs purement environnementaux qui motivent l'utilisation des outils d'estimation des émissions de GES. Il faut mieux aligner les outils sur des avantages financiers, comme l'amélioration de l'accès aux marchés ou l'admissibilité à des programmes axés sur la durabilité, afin d'encourager l'adoption à grande échelle. Selon les personnes interrogées, des mécanismes qui énoncent clairement les avantages économiques des efforts de réduction des émissions de GES pourraient accroître considérablement l'adoption de ces outils.</p>
Préoccupations relatives à la confidentialité et à la sécurité des données	<p>Les craintes des agriculteurs au sujet de la confidentialité des données et de la sécurité des renseignements opérationnels de nature délicate constituent un obstacle important à l'adoption des outils. « La confusion et les soupçons » au sujet de la collecte de données si les données doivent être communiquées à des organismes de réglementation ou à des organisations aux intentions incertaines ont été ciblés comme un obstacle à la participation aux plateformes axées sur la durabilité (Buck et Palumbo-Compton, 2022). Il y a aussi beaucoup de discussions sur la question de savoir si les agriculteurs devraient être</p>

Limites et obstacles actuels	Description
	rémunérés pour de telles données. Il est essentiel de répondre à ces préoccupations au moyen de mesures de protection rigoureuses des données et de politiques d'utilisation transparentes pour établir la confiance et faciliter une plus grande utilisation des outils (McIntosh, 2018).

Les entreprises de logiciels de gestion de chaîne d'approvisionnement lancent déjà des produits pour faciliter la collecte des renseignements que les entreprises seront tenues de déclarer : une recherche dans Google sur « calculateur des émissions du champ d'application 3 » propose 1,6 million de résultats. Les outils de calcul des émissions de GES à la ferme continueront probablement d'évoluer afin de renseigner sur les exigences de collecte de données requises par les normes mondiales de déclaration des émissions de GES. Par exemple, le Cool Farm Tool est couramment utilisé au Canada. Le Cool Farm Tool a été intégré à plus d'une solution logicielle de gestion de chaîne d'approvisionnement et a reçu des investissements de grandes entreprises mondiales d'aliments et de boissons, dont des entreprises présentes au Canada².

Des intervenants du secteur agroalimentaire canadien devraient explorer les possibilités de se joindre à la Cool Farm Alliance et veiller à ce que les intérêts du Canada soient représentés.

Avec autant d'outils à la disposition des agriculteurs et sur le marché, plusieurs questions se posent :

- Les outils de calcul utilisés dans l'agriculture canadienne peuvent-ils se fonder sur des méthodologies communes qui permettent la production de rapports axés sur le marché?
- Qui devrait diriger les efforts en vue de s'assurer que les outils sont justifiables, faciles à utiliser et avantageux pour les agriculteurs?
- Que pouvons-nous apprendre d'autres pays?

Agriculture Innovation Australia travaille à l'élaboration de la plateforme de comptabilité environnementale avec des capacités d'accès par API complètes qui permettraient un type similaire d'intégration pour les produits agricoles australiens (voir page 25). À l'heure actuelle, il n'existe pas d'outil canadien fondé sur des données canadiennes ayant des capacités équivalentes. Cependant, des modèles comme l'outil canadien HLOS sont prometteurs en vue d'un examen plus approfondi. Cette poursuite de l'examen doit tenir compte de plusieurs facteurs :

Adaptation selon l'usage prévu : chaque outil canadien d'estimation des émissions de GES devrait être conçu pour répondre à des besoins agricoles particuliers. Par exemple, certains outils pourraient être optimisés pour l'éducation des agriculteurs, tandis que d'autres sont mieux adaptés à la production de rapports fondés sur le marché. Cette approche ciblée permet de s'assurer que les outils sont efficaces et pertinents, en plus de satisfaire précisément aux divers besoins et objectifs de durabilité des différentes exploitations agricoles.

Approche axée sur l'ensemble de la ferme : une approche nationale pourrait permettre au secteur de s'éloigner des approches propres à un produit de base qui peuvent entraîner un doublement des efforts ou recourir à des méthodologies différentes. Idéalement, les fermes comptant plusieurs activités devraient pouvoir mesurer et communiquer leur empreinte au moyen d'un seul outil.

² Une liste complète des partenaires et des membres participant au Cool Farm Tool se trouve à l'adresse suivante : <https://coolfarm.org/members-partners/> (en anglais).

Gouvernance des données : une approche fiable et bien régie de la gestion des données devrait être envisagée. Les méthodologies devraient être compatibles avec d'autres programmes et canaux que les agriculteurs utilisent déjà et en lesquels ils ont confiance.

Cultiver un système alimentaire carboneutre : Un cadre de référence ouvert pour les produits agroalimentaires adaptés au climat au Canada

En avril 2024, Deloitte et la CANZA ont publié un cadre de référence ouvert. Le cadre fournit une approche unifiée de mesure, de déclaration et de vérification pour l'agriculture canadienne. L'objectif du cadre est de « permettre aux organisations de la chaîne de valeur de mesurer de manière crédible la réduction et la suppression des émissions associées à des pratiques adaptées aux impératifs climatiques ».

Alors que des intervenants canadiens s'efforcent de mieux comprendre les émissions de GES du secteur agricole et de collaborer en vue de l'atteinte de la carboneutralité, il sera essentiel de prendre part aux cadres de modélisation existants.

Approches du secteur public : le cas des Greenhouse Accounting Frameworks Tools et de la plateforme de comptabilité environnementale de l'Australie

Les Greenhouse Accounting Frameworks Tools sont des feuilles de calcul sur des produits de base précis qui ont été conçues de manière à prédire l'ampleur et les sources d'émissions de GES à la ferme ou d'un produit à la sortie de la ferme. Les cadres comprennent des méthodes de calcul des émissions des champs d'application 1, 2 et 3 (chaîne d'approvisionnement en amont)³.

Les calculs sont conformes à la méthodologie de l'inventaire national des gaz à effet de serre de l'Australie, qui est conforme aux lignes directrices du GIEC.

À partir des Greenhouse Accounting Frameworks Tools, Agricultural Innovation Australia est en train de mettre au point une [plateforme de comptabilité environnementale](#) (en anglais) afin de permettre au secteur de tirer parti d'un outil accessible et normalisé de calcul de l'empreinte carbone.

L'approche de l'Australie, qui vise l'élaboration d'une source unique de données nationales sur les méthodologies, est un modèle digne d'être examiné au Canada :

- Élaborer des méthodologies à source unique pour calculer les émissions des champs d'application 1, 2 et 3 pour le secteur de l'agriculture.
- Veiller à ce que les méthodologies soient justifiables et conformes aux approches mondiales (p. ex. respect des normes ISO et des lignes directrices du GIEC).
- Mettre en place des outils d'estimation des émissions de GES pour l'ensemble de la ferme qui s'harmonisent avec les objectifs de l'entreprise (p. ex. l'adoption de PGB et la formation à ce sujet, ou la production de rapports axés sur le marché) et qui s'intègrent aux canaux de confiance que les agriculteurs utilisent déjà.

« Notre approche globale en matière d'agriculture, de pêche et de foresterie vise à aider l'Australie à éviter la fragmentation, le dédoublement et les incohérences observés sur d'autres marchés qui connaissent une prolifération des calculateurs d'émissions de carbone » [traduction libre].

³ Les fluctuations du carbone du sol ne font pas partie des modèles.

Facteurs de réussite

- ✓ La plateforme est préconcurrentielle et s'intégrera aux canaux existants.
- ✓ Une approche fondée sur l'ensemble de la ferme qui permet de veiller à ce que les exploitations agricoles ayant plusieurs activités puissent en profiter.
- ✓ Les données, la propriété intellectuelle et la gouvernance relèveront d'un organisme sans but lucratif.
- ✓ Un comité consultatif technique donne des conseils sur les nouveaux travaux de recherche et les mises à jour possibles de la plateforme.

5.2 Politiques publiques : défis et possibilités à venir

Surmonter les limites des outils d'estimation des émissions de GES et les obstacles à leur adoption à la ferme

Bien que les statistiques ne soient pas disponibles pour quantifier officiellement le taux d'adoption de tous les outils d'estimation des émissions de GES au Canada, des représentants de l'industrie reconnaissent que l'utilisation de ces outils par les agriculteurs demeure relativement faible. Par exemple, on estime qu'environ 20 % des producteurs d'œufs canadiens utilisent l'OEEEE⁴. Les limites des outils à la ferme (voir la section 5.1) entravent leur adoption généralisée par les agriculteurs.

Le gouvernement, les chercheurs et le secteur ont tous un rôle à jouer pour aider à surmonter ces limites et ces obstacles, ainsi que pour encourager les agriculteurs à utiliser ces outils (Tableau 4).

Tableau 4. Stratégies pour surmonter les limites des outils d'estimation des émissions de GES et les obstacles à leur adoption à la ferme

Limites et obstacles traités	Catégorie de stratégie ou type d'intervention stratégique	Exemples ou solutions stratégiques	Rôle du gouvernement, des chercheurs et du secteur
<ul style="list-style-type: none"> • Absence d'incitatifs économiques évidents • Complexité et accessibilité des outils (p. ex. utilisation nécessitant beaucoup de travail et complexité apparente) 	Amélioration des incitatifs financiers et de l'assistance technique	Incitatifs financiers : fournir des subventions ou un financement à frais partagés pour l'adoption de PGB déterminées au moyen d'outils de GES. Fournir du financement aux chercheurs pour qu'ils recueillent, analysent et intègrent des données plus régionales dans les outils existants.	<p>Gouvernement : offrir du financement et des services de soutien aux chercheurs qui élaborent et perfectionnent les outils de même qu'aux agriculteurs qui les utilisent.</p> <p>Chercheurs : créer et simplifier les interfaces des outils. Veiller à ce que l'outil soit accessible aux non-initiés. Cerner et combler les lacunes dans les données propres aux régions.</p>

⁴ Une personne interrogée qui est associée au projet OEEEE nous a fait part cette estimation.

Limites et obstacles traités	Catégorie de stratégie ou type d'intervention stratégique	Exemples ou solutions stratégiques	Rôle du gouvernement, des chercheurs et du secteur
<ul style="list-style-type: none"> Manque de données régionales 		<p>Assistance technique : offrir des consultations ou des services de soutien sans frais pour la configuration et l'utilisation de l'outil.</p>	<p>Secteur : encourager l'adoption des outils en offrant des mesures d'incitation ou de soutien qui visent à réduire les émissions de GES dans les chaînes d'approvisionnement.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Complexité et accessibilité des outils (p. ex. manque de possibilités de formation, manque de sensibilisation) 	Programmes éducatifs	<p>Programmes de formation : créer des ateliers afin que les agriculteurs en apprennent davantage sur les outils et leur utilisation. Établir des partenariats avec des organismes agricoles et des groupements de production spécialisée afin d'avoir accès à leurs membres.</p> <p>Campagnes de sensibilisation : mener des campagnes soulignant les avantages de la réduction des émissions de GES et de l'utilisation des outils. Souligner les possibilités d'accroître le rendement des investissements et d'améliorer l'efficacité de la main-d'œuvre.</p>	<p>Gouvernement : financer et promouvoir des initiatives éducatives.</p> <p>Chercheurs : fournir le fondement scientifique du matériel de formation. Veiller à ce que le matériel soit rédigé dans un langage simple et accessible.</p> <p>Secteur : appuyer les campagnes de sensibilisation et offrir de la formation aux agriculteurs.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Préoccupations relatives à la confidentialité et à la sécurité des données 	Mesures de protection pour assurer la confidentialité des données	<p>Lignes directrices sur la protection des données : élaborer et mettre en œuvre des normes strictes en matière de confidentialité des données.</p> <p>Politiques transparentes : communiquer clairement la façon dont les données seront utilisées et protégées. Par exemple, envisagez la certification Ag Data Transparent (en anglais).</p>	<p>Gouvernement : appliquer les lois et les normes en matière de protection des données.</p> <p>Chercheurs : veiller à ce que les travaux de recherche et les outils soient conformes aux normes de confidentialité.</p> <p>Secteur : respecter la confidentialité des données dans toutes les relations avec les agriculteurs. Communiquer clairement les politiques de confidentialité des données.</p>

Limites et obstacles traités	Catégorie de stratégie ou type d'intervention stratégique	Exemples ou solutions stratégiques	Rôle du gouvernement, des chercheurs et du secteur
<ul style="list-style-type: none"> Prise en compte l'ensemble de la ferme 	Simplification et accessibilité de l'outil	<p>Mise au point d'outils : améliorer les outils pour qu'ils soient plus conviviaux et capables de gérer les évaluations de toute la ferme.</p> <p>Conception conviviale : simplifier les interfaces utilisateur et réduire le besoin de formation spécialisée.</p>	<p>Gouvernement : soutenir l'élaboration d'outils simplifiés.</p> <p>Chercheurs : miser sur les principes de conception axés sur l'utilisateur dans l'élaboration des outils. Veiller à ce que les outils soient accessibles à des publics non-initiés. Cerner les possibilités de simplifier l'entrée des données au moyen d'intégrations facultatives ou volontaires aux systèmes de gestion agricole existants. Tirer le maximum de ces intégrations.</p> <p>Secteur : fournir une rétroaction sur l'aspect pratique des outils et leur intégration dans les systèmes de gestion agricole.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Absence de demande dictée par le marché 	Demande dictée par le marché	<p>Incitatifs du marché : établir un prix supérieur ou une certification pour les produits à faibles émissions.</p> <p>Intégration dans la chaîne d'approvisionnement : encourager les transformateurs et les détaillants d'aliments à s'approvisionner avant tout auprès de fermes qui utilisent des outils d'estimation des émissions de GES.</p>	<p>Gouvernement : favoriser des conditions de marché qui récompensent les pratiques durables.</p> <p>Chercheurs : fournir des données probantes établissant un lien entre les pratiques durables et les avantages pour le marché.</p> <p>Secteur : offrir des incitatifs pour les produits à faibles émissions vérifiés. Offrir des programmes pour aider les agriculteurs à adopter des PGB qui réduisent leurs émissions de GES.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Manque d'interopérabilité des outils et de transparence entre ceux-ci 	Création d'un groupe de travail et élaboration d'un cadre	Groupe de travail : créer un groupe de travail national composé d'intervenants qui participent à la conception et à l'amélioration des outils d'estimation des émissions	<p>Gouvernement : appuyer l'établissement du groupe de travail.</p> <p>Chercheurs : collaborer à l'élaboration d'une méthodologie</p>

Limites et obstacles traités	Catégorie de stratégie ou type d'intervention stratégique	Exemples ou solutions stratégiques	Rôle du gouvernement, des chercheurs et du secteur
<ul style="list-style-type: none"> • La science exige du temps • Plein développement des outils 		<p>de GES afin qu'ils parviennent à un consensus sur une méthode normalisée⁵. Élaborer une stratégie de communication globale qui mise sur le potentiel de retour sur les investissements découlant de l'utilisation de ces outils.</p>	<p>normalisée pour les outils d'estimation des émissions de GES.</p> <p>Secteur : participer aux discussions du groupe de travail afin d'échanger des renseignements sur les besoins du secteur à l'égard des outils d'estimation des émissions de GES. Aider à promouvoir le retour sur les investissements des outils d'estimation des émissions de GES. Explorer et mettre à profit les possibilités d'intégration dans les différents systèmes de gestion agricole et d'interopérabilité de ces systèmes afin de simplifier le processus d'entrée de données pour les outils d'estimation des émissions de GES.</p>

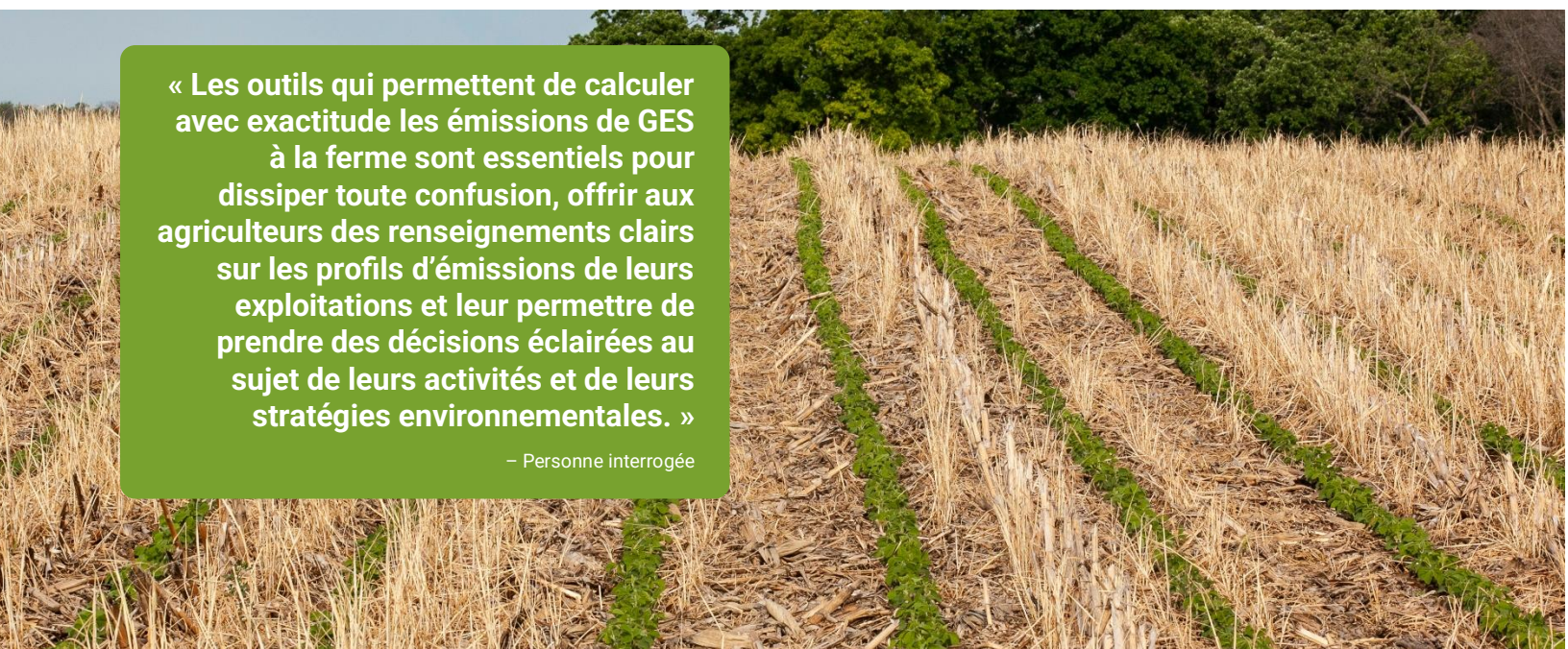
⁵ Cet exemple s'inspire d'une recommandation visant une plus grande collaboration internationale sur les outils d'estimation des émissions de GES. Voir Wilton Consulting Group. (2024). « Ateliers sur le développement durable dans le cadre du dialogue sur l'agriculture entre l'UE et le Canada sur l'AECC – Conférence des parties prenantes – Voies potentielles à suivre » (en anglais).

L'avenir des outils d'estimation des émissions de GES

En s'appuyant sur des stratégies visant à améliorer l'adoption des outils d'estimation des émissions de GES, il est important de porter notre attention vers leur évolution future. Il ressort clairement des entrevues que des améliorations sont absolument nécessaires pour que ces outils fassent partie intégrante des systèmes de gestion agricole. Les agriculteurs et les experts de l'industrie ont fait valoir des points précis à améliorer pour rendre ces outils plus efficaces et largement adoptés. Répondre à ces besoins permettra non seulement d'accroître la convivialité des outils, mais aussi de renforcer leur rôle dans la réalisation de pratiques agricoles durables.

Ces outils doivent :

- ✓ **s'intégrer aux outils de gestion agricole existants** afin de simplifier la collecte et l'analyse des données, de réduire le temps et les efforts requis des agriculteurs pour utiliser ces outils. Les outils doivent évoluer afin de recueillir automatiquement les données liées aux diverses activités de l'exploitation agricole, simplifiant ainsi le processus de calcul des émissions de GES;
- ✓ **être conviviaux et accessibles** (c.-à-d. faciles à comprendre et à utiliser pour les producteurs sans connaissance technique approfondie des émissions de GES – ceci peut exiger la conception d'applications mobiles, d'interfaces utilisateur améliorées, etc.);
- ✓ **fournir des renseignements exploitables** (p. ex. déterminer les pratiques qui réduiront les émissions de GES et augmenteront la rentabilité ou amélioreront l'efficacité opérationnelle);
- ✓ **être constamment mis à jour** pour tenir compte des plus récentes découvertes scientifiques et de l'évolution des pratiques de gestion agricole au Canada, en veillant à leur exactitude et à leur pertinence;
- ✓ **intégrer des données précises et propres à chaque région** afin de refléter les variations à l'échelle du Canada. Cette adaptation améliorera l'exactitude des calculs d'émissions de GES et rendra les outils plus applicables aux diverses conditions environnementales et pratiques agricoles à l'échelle du pays;
- ✓ **disposer d'un cadre de sécurité strict afin d'assurer la protection des données et de la vie privée** (p. ex. la [certification Ag Data Transparent](#)). Des politiques transparentes concernant l'utilisation et la sécurité des données peuvent répondre aux préoccupations des agriculteurs et encourager l'adoption des outils à plus grande échelle;
- ✓ **être régulièrement améliorés** en fonction des commentaires des utilisateurs (c.-à-d. les agriculteurs) et des chercheurs. Les outils devraient être adaptables et dotés de mécanismes permettant aux utilisateurs de proposer des améliorations, en veillant à ce qu'ils évoluent de manière à répondre directement aux besoins et aux préférences des utilisateurs.



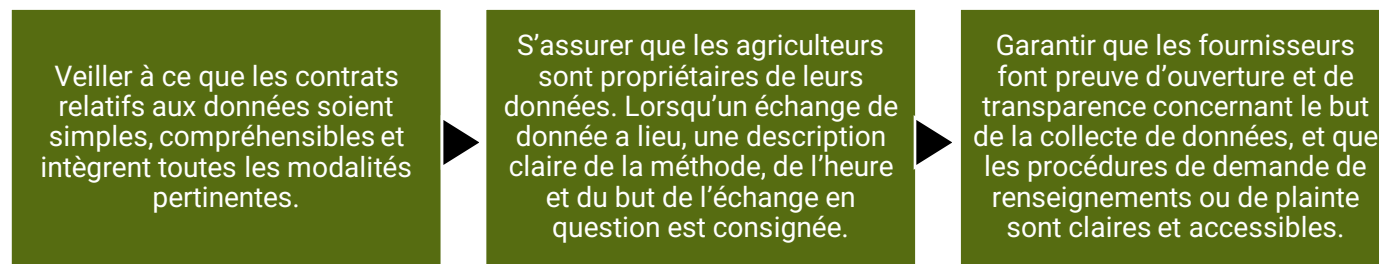
« Les outils qui permettent de calculer avec exactitude les émissions de GES à la ferme sont essentiels pour dissiper toute confusion, offrir aux agriculteurs des renseignements clairs sur les profils d'émissions de leurs exploitations et leur permettre de prendre des décisions éclairées au sujet de leurs activités et de leurs stratégies environnementales. »

– Personne interrogée

À la lumière : Intégration d'AgExpert à HOLOS

[AgExpert](#) de Financement agricole Canada est un logiciel de gestion agricole. Les producteurs peuvent utiliser AgExpert Comptabilité pour la tenue des livres et AgExpert Champs pour les dossiers ayant trait à l'inventaire des champs, à la rotation des cultures et au coût de production. AgExpert détient également le sceau d'approbation [Ag Data Transparent](#), ce qui garantit que les agriculteurs demeurent propriétaires de leurs données et que ces dernières sont en sécurité. Les agriculteurs décident également à qui ils communiquent leurs données.

La certification Ag Data Transparent



AgExpert offre de plus en plus d'intégrations avec d'autres outils et solutions afin de simplifier la tenue de dossiers et d'aider les producteurs à prendre de meilleures décisions. À compter de ce printemps, l'une de ces [intégrations se fera avec HOLOS](#). Le processus d'estimation de la séquestration du carbone des fermes des agriculteurs est simplifié, car l'outil tire parti des données de production qu'ils ont déjà saisies dans AgExpert. Les agriculteurs peuvent accéder aux estimations de la séquestration du carbone à la fois à l'échelle des champs et à l'échelle des cultures entières. À plus long terme, AgExpert vise à offrir une fonction permettant aux agriculteurs d'estimer les émissions d'oxyde nitreux et de méthane.

En intégrant HOLOS à AgExpert, Financement agricole Canada propose un outil d'estimation des émissions de GES qui est :

- ✓ accessible;
- ✓ peu tactile;
- ✓ convivial;
- ✓ volontaire (c.-à-d. que les utilisateurs d'AgExpert peuvent choisir ou non d'y participer).

Les données des agriculteurs relatives à la séquestration du carbone demeurent également privées et ne quittent jamais la plateforme AgExpert.

Mobilisation des connaissances

La mobilisation des connaissances constitue un autre outil essentiel en vue de surmonter les obstacles associés au manque de sensibilisation à l'égard des outils d'estimation des émissions de GES ainsi qu'à la formation portant sur l'utilisation de ces outils. Pour contribuer à la réussite de tels efforts de mobilisation des connaissances, il est primordial qu'une diversité d'agents de prestation y participent, notamment :

- le secteur public (p. ex. Agriculture et Agroalimentaire Canada, les ministères provinciaux et territoriaux de l'Agriculture);
- les organismes non gouvernementaux (p. ex. les organismes de producteurs et les organismes de produits);
- les fournisseurs privés de services de vulgarisation et de consultation (p. ex. les fournisseurs d'intrants).

Qu'est-ce que la mobilisation des connaissances?

« Essentiellement, l'objet est de permettre aux connaissances issues de la recherche de circuler à la fois au sein du milieu universitaire et entre les chercheurs universitaires et dans l'ensemble de la communauté. En transmettant les connaissances issues de la recherche à la société, la mobilisation des connaissances accroît son incidence intellectuelle, économique, sociale et culturelle. »

– Définition du Conseil de recherches en sciences humaines, 2014, citée dans Cooper et coll. (2018)

En général, les fournisseurs de services publics de vulgarisation et de conseils agricoles adoptent une approche descendante (Klerkx, 2020). Par exemple, ces fournisseurs de services pourraient :

- élaborer et promouvoir des fiches d'information sur la façon d'utiliser les outils;
- veiller à ce que les spécialistes en la matière des centres d'appel (p. ex. le Centre de ressources sur l'élevage du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario) connaissent bien ces outils;
- offrir de la formation aux agronomes, aux agrologues professionnels et aux conseillers certifiés en cultures pour les familiariser avec les outils et les avantages dont pourraient bénéficier les agriculteurs.

Les acteurs privés des services de vulgarisation et de conseils agricoles et les organismes de producteurs adoptent souvent une approche plus proactive afin de combler les besoins en vulgarisation de l'industrie. Par exemple, si la demande augmente, ces fournisseurs de services pourraient :

- organiser des ateliers visant à permettre aux agriculteurs d'utiliser ces outils;
- travailler directement avec les agriculteurs pour les aider à se servir des outils et à élaborer des plans d'action pour adopter de nouvelles PGB en vue de réduire leur empreinte carbone.

Cet échange de connaissances doit être multidirectionnel. Les agriculteurs devraient avoir l'occasion d'apprendre des fournisseurs de services de vulgarisation et de conseils agricoles et de leurs homologues. Les activités et les événements de mobilisation des connaissances doivent être conçus de façon à créer des contextes propices à l'échange de connaissances entre les agriculteurs (Knook et coll., 2023), puisque ces derniers s'inspirent souvent de leurs pairs. Par exemple, dans le contexte d'un atelier, les agriculteurs peuvent discuter de la façon dont ils ont adapté les PGB pour les faire correspondre aux conditions locales.

Les agriculteurs devraient également avoir l'occasion d'échanger leurs connaissances avec les chercheurs qui élaborent les outils, ainsi qu'avec les fournisseurs de services, afin de veiller à ce que les outils, le matériel pédagogique et les stratégies de promotion soient régulièrement peaufinés pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs.

Obtention de données exactes

À ce stade de leur évolution, les outils d'estimation des émissions de GES sont axés sur l'éducation des agriculteurs et soulignent les différences entre les pratiques de gestion dans le but d'encourager l'adoption de pratiques contribuant à réduire les émissions. Cette utilisation demeure importante. Cependant, en raison des normes de déclaration des facteurs ESG qui existent désormais pour les émissions de GES, une utilisation secondaire de ces outils est en train de faire son apparition et pourrait avoir une incidence sur la position concurrentielle des exportations canadiennes. Il est question de l'agrégation des émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement des entreprises mondiales de production du secteur de l'alimentation et des boissons.

À l'échelle mondiale, des outils de calcul des émissions de GES à la ferme ont été conçus en fonction de divers buts et objectifs. Par exemple, des outils ont été conçus pour faciliter les versements effectués dans le cadre de programmes gouvernementaux particuliers⁶, pour sensibiliser les agriculteurs aux avantages de la mise en œuvre de pratiques de gestion précises⁷, pour appuyer des produits particuliers⁸ ou pour fournir des estimations pour l'ensemble de l'exploitation agricole⁹. Les différences entre les cas d'utilisation se traduisent par des différences dans les exigences en matière de données et dans les résultats. Toutefois, les outils qui permettent la production de rapports sur la durabilité devront suivre des méthodologies normalisées¹⁰.

Des outils sont en cours d'élaboration pour faciliter la production de rapports à l'échelle mondiale, mais les entreprises ayant leur siège social aux États-Unis, en Europe, et en Asie pourraient adopter des approches qui ne donnent pas de visibilité aux avantages des produits de base canadiens et aux variations régionales partout au Canada.

« Les pays ont besoin de systèmes de mesure, de déclaration et de vérification plus robustes pour les émissions de gaz à effet de serre agricoles afin de refléter fidèlement leur situation à l'échelle nationale et de démontrer de façon transparente les mesures d'atténuation. »

Il est essentiel de disposer d'outils et de ressources pour aider les pays à adapter la mesure, la déclaration et la vérification à leurs systèmes de production et à leurs priorités politiques. »
– L'Alliance mondiale de recherche sur les gaz à effet de serre agricoles (2018) (en anglais)

⁶ Par exemple, le ex-ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) et les outils de l'État du Colorado et de l'USDA

⁷ Par exemple, HOLOS, l'outil d'aide à la décision AgriSuite, le US Cropland GHG Calculator, les outils du GAF australien

⁸ Par exemple, l'OEEEF, Dairy Farm ES, le Australian Wine Carbon Calculator

⁹ Par exemple, HOLOS, l'outil d'aide à la décision AgriSuite, la plateforme de comptabilité environnementale d'Agricultural Innovation Australia

¹⁰ Par exemple, les entreprises assujetties à la directive de l'Union européenne sur les rapports de développement durable des entreprises sont tenues de respecter les [normes européennes d'information en matière de durabilité \(ESRS en anglais\)](#).

La vaste géographie du Canada et la variété des types de sol, de la topographie et du climat entraînent de grandes variations de l'intensité en carbone des produits de base générés (Tableau 5). Ces facteurs d'influence variable devraient être pris en compte dans la comptabilisation des émissions. Toutefois, les méthodes utilisées pour estimer les émissions ne rendent pas nécessairement compte avec précision de ces différences. Par exemple, la FAO fait état de l'intensité en carbone des systèmes de production de porc et de bœuf du Canada à titre de moyenne pour l'Amérique du Nord (Annexe B).

Tableau 5. Exemples de variation de l'intensité de production de divers produits de base au Canada

Produit de base	Exemples de variation de l'intensité de la production au Canada
Orge	L'intensité en carbone peut varier de moins de 0,2 kg d'éq. CO ₂ /kg de matière sèche à plus de 1 kg d'éq. CO ₂ /kg de matière sèche au Canada. Dans certaines provinces, les régions où l'intensité est la plus élevée peuvent produire des émissions qui sont deux ou trois fois supérieures à celles des régions où l'intensité est la plus faible (Desjardins et coll., 2020). Cette variation peut se répercuter sur la production animale selon la source des céréales fourragères utilisées dans les rations du bétail.
Blé d'hiver	Les émissions de GES (à l'exception des variations de la concentration en carbone organique du sol) peuvent varier de 0,27 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à 0,67 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à l'échelle du Canada.
Avoine	Les émissions de GES (à l'exception des variations de la concentration en carbone organique du sol) peuvent varier de 0,31 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à 0,91 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à l'échelle du Canada*.
Haricots secs	Les émissions de GES (à l'exception des variations de la concentration en carbone organique du sol) peuvent varier de 0,31 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à 0,49 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à l'échelle du Canada*.
Soya	Les émissions de GES (à l'exception des variations de la concentration en carbone organique du sol) peuvent varier de 0,17 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à 0,24 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à l'échelle du Canada*.
Maïs-grain	Les émissions de GES (à l'exception des variations de la concentration en carbone organique du sol) peuvent varier de 0,30 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à 0,34 tonne d'éq. CO ₂ /tonne à l'échelle du Canada*.
* Source : Fertilisants Canada. (2022). <i>4R Nutrient Stewardship Grower Adoption across Canada: A summary of the fertilizer use survey conducted from 2014 to 2021.</i> https://fertilizercanada.ca/wp-content/uploads/2022/08/SPARK-FERTILIZER-USE-IN-CANADA-REPORT-2022-VF_08_04_2022.pdf (en anglais uniquement)	

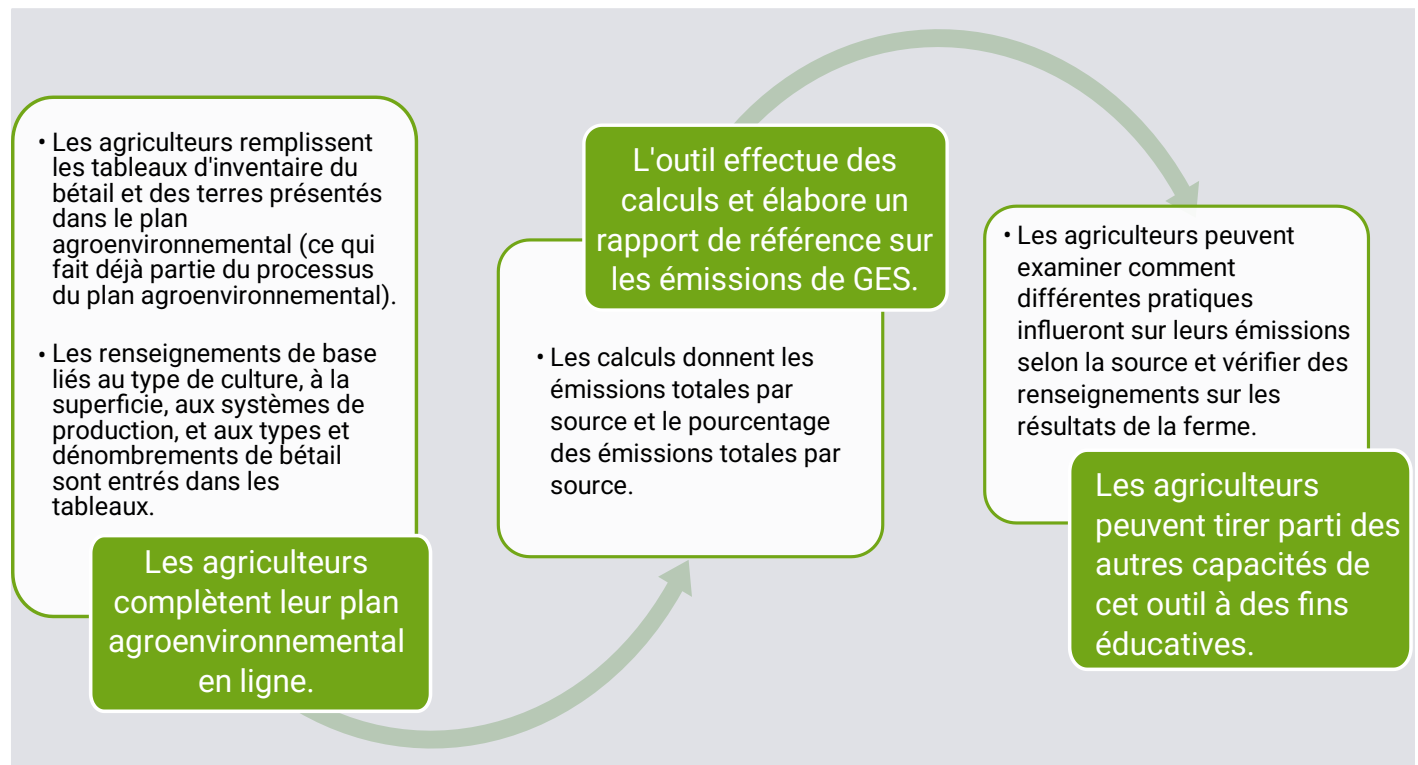
Au cours des 30 dernières années, les agriculteurs canadiens ont modifié leurs pratiques de gestion qui ont une incidence sur la santé des sols et, au bout du compte, sur les flux de carbone des sols (Annexe C). Ces changements se sont traduits par d'importantes différences dans l'intensité en carbone des cultures canadiennes au fil du temps. Ce fait souligne également la nécessité de mettre en place un processus de mise à jour continue des outils de calcul des émissions de GES afin de s'assurer qu'ils reflètent bien les pratiques de gestion actuellement exercées dans l'agriculture canadienne.

À la lumière : Outil volontaire sur les gaz à effet de serre du plan agroenvironnemental du Manitoba

Le Manitoba élabore actuellement un outil d'estimation des émissions de GES. Celui-ci donnera aux agriculteurs une estimation de leurs émissions à la ferme selon la source. Il fournira des estimations pour sept différents types d'émissions agricoles :

- (1) Oxyde nitreux dans le sol
- (2) Dioxyde de carbone provenant de la consommation de combustibles fossiles
- (3) Méthane entérique
- (4) Méthane en provenance au fumier
- (5) Émissions indirectes d'oxyde nitreux attribuables au fumier et à la volatilisation de l'ammoniac
- (6) Dioxyde de carbone provenant d'engrais contenant du carbone
- (7) Fabrication d'engrais azotés

Comment fonctionne l'outil d'estimation des émissions des GES?



Les calculs des émissions sont fondés sur des logiciels et des formules dérivés de l'outil HOLOS d'AAC. La collaboration entre les intervenants du plan agroenvironnemental du Manitoba et d'AAC a permis ce qui suit :

- ✓ l'adoption croissante des méthodologies du modèle HOLOS dérivées par les chercheurs d'AAC, avec des caractéristiques uniques conçues pour représenter les réalités régionales du Manitoba;
- ✓ la simplification et la rationalisation des méthodologies du modèle HOLOS dans le programme de plan agroenvironnemental destiné aux agriculteurs;
- ✓ une plus grande sensibilisation concernant les PGB qui réduisent les émissions de GES à l'aide de voies simples dans les programmes existants.

Pour faciliter la cohérence entre les outils, les décideurs peuvent fournir une source commune de calculs (une « source unique de vérité ») qui sont présentés de différentes façons afin de répondre aux besoins des divers utilisateurs. Telle est la vision des Greenhouse Accounting Framework Tools de l'Australie et de la Environmental Accounting Platform qui en découle (voir la page 254).

Il serait dans l'intérêt supérieur de l'agriculture canadienne de veiller à ce que les outils reflètent fidèlement les émissions de GES des produits de base canadiens et les pratiques de gestion les plus récentes.

Les intervenants du secteur agricole canadien devraient aussi continuer de surveiller le domaine des logiciels de gestion de la chaîne d'approvisionnement pour dégager de nouvelles tendances et solutions ainsi que pour veiller de façon proactive à ce que les ensembles de données utilisés assurent une représentation fidèle de l'agriculture canadienne. Au bout du compte, ce marché évoluera bien au-delà des outils de calcul à la ferme fondée sur une modélisation savante de données dérivées des analyses du cycle de vie de la chaîne d'approvisionnement. Comme le secteur agricole canadien investi dans ce domaine, il serait prudent d'adopter un processus axé sur l'approche des analyses du cycle de vie afin que l'industrie soit en bonne posture en vue l'évolution à venir des exigences en matière de données.

La politique publique canadienne devrait jouer un rôle de premier plan dans la promotion de normes de calcul qui s'appliquent uniformément et qui permettent de refléter fidèlement les différences régionales du Canada.

Chaque région du Canada est unique et les possibilités particulières de réduction des émissions varient selon d'un endroit à l'autre. Il convient donc d'éviter les comparaisons directes des émissions entre les régions aux fins de la « pondération » de la durabilité. Toutefois, ces différences régionales doivent être prises en compte pour permettre de réaliser des estimations exactes des réductions d'émissions dans l'ensemble des exploitations agricoles canadiennes; cette information est nécessaire pour produire des rapports de déclaration des émissions du champ d'application 3 qui soient précis et scientifiquement fiables. Finalement, un tel leadership assurera l'exactitude des mesures des émissions attribuables aux produits agricoles canadiens.



6 Conclusions et recommandations

Le point de vue des agriculteurs sur les objectifs de carboneutralité et la vaste gamme d'outils d'estimation des émissions de GES à la disposition du secteur agricole canadien jouent un rôle important dans la définition de la voie à suivre pour parvenir à la durabilité. Le défi comporte deux volets. D'une part, certains agriculteurs ne voient pas l'intérêt immédiat de viser la carboneutralité ou de comprendre leur empreinte de GES. Souvent, cette situation est attribuable au fait que le lien avec les avantages possibles, comme l'accès aux marchés du carbone ou les incitatifs économiques, demeure flou. Cette situation souligne le besoin urgent d'une communication plus efficace qui énonce clairement les avantages des outils d'estimation des émissions de GES et la façon dont ils peuvent appuyer les objectifs financiers et environnementaux des agriculteurs.

De l'autre côté du spectre, les agriculteurs qui souhaitent tirer parti des outils d'estimation des émissions de GES pour améliorer leurs efforts en matière de durabilité font face à un marché encombré de nombreuses options, ce qui rend difficile le choix de l'outil adéquat. C'est dans cette situation que le concept d'« adaptation à l'usage prévu » devient essentiel. Ce ne sont pas tous les outils qui sont universellement applicables ou avantageux à l'ensemble des exploitations agricoles. Chaque type d'outil joue un rôle distinct, répondant aux besoins et aux capacités propres aux différentes catégories d'agriculteurs. Cette approche nuancée ne consiste pas seulement à s'assurer que les outils sont accessibles, mais aussi qu'ils sont utiles et efficaces pour les utilisateurs auxquels ils sont destinés.

Le rôle du gouvernement est essentiel pour assurer l'exactitude des estimations des émissions agricoles canadiennes, surtout pour les outils qui ont des répercussions au-delà de la gestion agricole, comme la participation aux crédits de carbone ou la déclaration des émissions du champ d'application 3. La normalisation des sources de données et des méthodologies peut garantir que les résultats de ces outils sont reconnus et justifiables, tant au pays qu'à l'étranger, renforçant les marchés existants et facilitant ainsi l'accès des agriculteurs à de nouveaux marchés.

Au-delà de la disponibilité et de la fonctionnalité de ces outils, il existe un défi encore plus difficile à relever, à savoir sensibiliser les agriculteurs à la valeur et à la pertinence des outils. Le gouvernement et l'industrie doivent investir dans une communication claire sur le rôle de ces outils. Plutôt que de se concentrer sur le grand plan des ambitions de carboneutralité, les communications doivent tenir compte du contexte immédiat des activités et des intérêts économiques des agriculteurs. Il s'agit de démystifier les outils, de mettre en évidence leurs avantages et de montrer comment ils s'inscrivent dans le contexte plus large de la durabilité et de la rentabilité agricoles.

La collaboration entre les concepteurs d'outils est tout aussi importante pour éviter le dédoublement des efforts et veiller à ce que les ressources soient affectées à la création d'outils qui répondent réellement aux besoins des agriculteurs. En travaillant ensemble, les concepteurs peuvent s'assurer que les outils ne sont pas seulement valables sur le plan technique et méthodologique, mais qu'ils sont également adaptés aux réalités pratiques et aux défis de l'agriculture moderne.

Nous proposons deux rôles principaux pour les politiques publiques afin d'appuyer l'adoption des outils et d'accroître leur usage dans le but de faire avancer des mesures et de faciliter une décarbonisation accélérée : fournir des données exactes ainsi que cerner et surmonter les obstacles à l'adoption des outils d'estimation des émissions de GES.

« L'efficacité des outils d'estimation des émissions de GES dépend de leur capacité à refléter les réalités nuancées de chaque exploitation agricole, qui peuvent varier considérablement selon les régions, les pratiques de gestion et les systèmes de production. En l'absence de données de grande qualité propres aux exploitations agricoles, les outils risquent de fournir des renseignements génériques qui ne se traduiront pas nécessairement par des stratégies réalisables ou efficaces pour tous les agriculteurs. »

– Personne interrogée

6.1 Obtention de données exactes

- (1) Les partenaires fédéraux d'AAC devraient étudier les possibilités d'harmoniser les méthodologies du modèle HOLOS avec les cadres mondiaux de déclaration des émissions afin d'en accroître la valeur pour les agriculteurs, en s'inspirant [de l'approche australienne](#). Les partenaires fédéraux d'AAC devraient continuer d'actualiser l'outil HOLOS avec des renseignements à jour et exacts à l'échelle régionale et de les publier en vue du calcul des émissions du champ d'application 3 présentes dans les chaînes d'approvisionnement du secteur de l'alimentation et des boissons.
- (2) Les intervenants nationaux du secteur de l'agriculture, dont les représentants du gouvernement et de l'industrie, devraient créer un groupe de direction pour élaborer une feuille de route visant à garantir que l'agriculture canadienne dispose d'un plan coordonné et efficace pour communiquer les données nécessaires à la déclaration des émissions. Le groupe de direction devrait également appuyer les initiatives visant à encourager l'adoption d'outils de calcul des émissions de GES pour permettre aux agriculteurs d'adopter des PGB.
- (3) Les organismes de produits, en collaboration avec les intervenants de la politique publique et du milieu universitaire, devraient continuer d'effectuer une analyse du cycle de vie des émissions de GES des produits agroalimentaires canadiens afin que les acheteurs de produits canadiens puissent disposer de données applicables à l'ensemble de l'industrie.
- (4) L'Indice national de rendement agroalimentaire du Canada devrait continuer de cibler les possibilités permettant de s'assurer que les données agrégées de production primaire axées sur les résultats sont fondées sur des mesures exactes des réalités agricoles canadiennes.

6.2 Incitation à l'adoption des outils d'estimation des émissions de GES

Pour encourager l'adoption des outils d'estimation des émissions de GES à la ferme, il faut un effort de collaboration entre le gouvernement, l'industrie (les organismes de produits et les organismes agricoles), la chaîne de valeur et les chercheurs.

- (1) Appuyer le perfectionnement des outils « adaptés à l'usage prévu », fondés sur une méthodologie et un ensemble de données publiés, qui correspondent le mieux aux différents cas d'utilisation (c.-à-d. les outils indicatifs, pédagogiques ou de conformité).
- (2) Étudier les possibilités d'établir un lien entre les outils pédagogiques concernant les GES et l'admissibilité au financement dans le cadre de programmes gouvernementaux comme le Fonds d'action à la ferme pour le climat.
- (3) Tirer parti des incitatifs publics et privés pour appuyer la mise en œuvre de PGB déterminées au moyen d'outils approuvés de réduction des émissions de GES. Il s'agit, par exemple, d'intégrer des outils conviviaux aux services de vulgarisation existants, comme le plan agroenvironnemental.
- (4) Accroître la disponibilité des services de vulgarisation et d'autres conseillers (p. ex. les agronomes, les agrologues professionnels, les conseillers agricoles certifiés, les professionnels de la gestion agricole, le personnel des centres d'appels gouvernementaux) qui peuvent aider les agriculteurs à utiliser et à mettre en œuvre des outils d'estimation des émissions de GES.

Au bout du compte, grâce à une approche « adaptée à l'usage prévu » des outils d'estimation des émissions de GES, harmonisée avec le soutien stratégique et un effort concerté en éducation, en communication et en normalisation, le secteur agricole peut faire croître l'adoption et l'utilisation d'outils de calcul des émissions de GES. Ils peuvent servir d'instruments efficaces pour contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux et mondiaux de carboneutralité.

7 Annexes

Annexe A. Règlements en matière de déclaration des émissions du champ d'application 3 selon l'administration.
Tableau 6. Règlements actuels en matière de déclaration des émissions du champ d'application 3 selon l'administration.

Règlement ou norme	Région	Type d'entreprise	Chronologie
Directive sur les rapports de développement durable des entreprises (CRSD en anglais)	Union européenne	Les petites, moyennes et grandes entreprises, tant celles établies dans l'Union européenne que les entreprises non européennes actives au sein de l'Union européenne.	Mise en œuvre en janvier 2023. Rapports échelonnés de 2025 à 2028, en commençant par les entités d'intérêt public.
Directive sur le devoir de vigilance des entreprises en matière de durabilité (CSDDD en anglais) – Proposition	Union européenne (proposition)	Les grandes entreprises établies dans l'Union européenne et les grandes entreprises non européennes concernées par la directive. Les PME ne sont pas encore touchées.	Adoption par la Commission européenne en février 2022 et possibilité d'entrée en vigueur en 2025.
Climate Corporate Data Accountability Act (projet de loi 253 du Sénat de la Californie)	Californie	Les entreprises privées et publiques exerçant leurs activités en Californie dont les revenus sont supérieurs à 1 milliard de dollars.	Signature par le gouverneur de l'État en octobre 2023. Proposition de déclaration progressive de 2026 à 2030.
Normes du Conseil des normes internationales d'information sur la durabilité (ISSB)	À l'échelle mondiale	Toute entreprise précisée par pays.	Actuellement à recours volontaire. Entrée en vigueur officielle en janvier 2024 avec une approche progressive pour les émissions du champ d'application 3.

	Royaume-Uni	Les entreprises britanniques les plus importantes sur le plan économique.	Les normes de l'ISSB sont déjà obligatoires dans les rapports annuels de 2023 des entreprises du Royaume-Uni.
	Australie (proposition)	Adoption pour les grandes, moyennes et petites entreprises.	L'approche progressive commencera en fonction de la taille de l'entreprise de 2024 à 2027.
	Canada (proposition)	À déterminer	À déterminer – Les Autorités canadiennes en valeurs mobilières doivent déterminer si les normes de l'ISSB doivent être adoptées et la façon d'y parvenir.

Adapté de : Aligned Incentives. (2023). *Navigating mandatory Scope 3 emissions reporting in the EU, US, and beyond*, <https://alignedincentives.com/mandatory-scope-3-emissions-reporting-eu-us-uk-international/> (en anglais).

Annexe B. Intensité des émissions de carbone provenant du bœuf et du porc par pays

Géographies ^s	Taille des troupeaux de bovins, 2020 ¹	Intensité des émissions (kilogramme d'équivalent dioxyde de carbone par kilogramme de produit de bœuf), 2015 ³		Classement des exportateurs nets de bœuf, 2021 ²	Taille des troupeaux de porcs, 2020 ¹	Intensité des émissions (kilogramme d'équivalent dioxyde de carbone par kilogramme de produit de porc), 2015 ³		Classement des exportateurs nets de porc, 2021 ²
1. Brésil	152 705 209	58,97 (Am c et s*)		1 ^{er}	10 281 058	5,36 (Am c et s)		4 ^e
2. Inde	97 241 178	105,63 (Asie du Sud)		–	1 770 422	10,09 (Asie du Sud)		–
3. États-Unis	93 793 300	17,42 (Amérique du Nord)		–	19 328 000	4,95 (Amérique du Nord)		2 ^e
4. Chine	39 733 748	52,74 (Asie de l'Est)		–	103 043 069	6,59 (Asie de l'Est)		–
5. Argentine	38 122 559	58,97 (Am c et s*)		4 ^e	1 344 240	5,36 (Am c et s)		–
6. Éthiopie	35 145 888	106,97 (ASS*)		–	7 283	6,66 (ASS*)		–
7. Mexique	24 947 446	58,97 (Am c et s*)		10 ^e	4 697 001	5,36 (Am c et s)		–
8. Pakistan	24 812 000	105,63 (Asie du Sud)		–	–	10,09 (Asie du Sud)		–
9. Australie	21 152 914	27,37 (Océanie)		2 ^e	564 512	7,89 (Océanie)		–
10. Colombie	19 771 683	58,97 (Am c et s*)		–	1 677 667	5,36 (Am c et s)		–
11. Tchad	16 118 605	106,97 (ASS*)		–	22 312	6,66 (ASS*)		–
12. France	16 010 325	24,09 (Europe de l'Ouest)		–	3 434 250	4,97 (Europe de l'Ouest)		9 ^e
13. Soudan	15 878 633	46,25 (AOAN*)		–	–	6,57 (AOAN*)		–
14. Tanzanie	14 167 525	106,97 (ASS*)		–	104 177	6,66 (ASS*)		–
15. Turquie	12 575 837	46,25 (AOAN*)		–	198	6,57 (AOAN*)		–

De l'éducation à l'action : un examen des outils d'estimation des émissions de GES dans la poursuite d'une agriculture carbonneutre

16. Myanmar	12 275 771	52,74 (Asie de l'Est)	–	4 798 160	6,59 (Asie de l'Est)	–
17. Bangladesh	12 195 500	52,74 (Asie de l'Est)	–	–	6,59 (Asie de l'Est)	–
18. Venezuela	11 367 456	58,97 (Am c et s*)	–	750 037	5,36 (Am c et s)	–
19. Indonésie	11 353 415	52,74 (Asie de l'Est)	–	2 267 473	6,59 (Asie de l'Est)	–
20. Canada	11 265 000	17,42 (Amérique du Nord)	8 ^e	3 492 500	4,95 (Amérique du Nord)	5 ^e
21. Nouvelle-Zélande	9 074 509	27,37 (Océanie)	3 ^e	58 633	7,89 (Océanie)	–
22. Espagne	5 972 787	24,09 (Europe de l'Ouest)	–	8 199 018	4,97 (Europe de l'Ouest)	1 ^{er}
23. Irlande	5 876 496	24,09 (Europe de l'Ouest)	9 ^e	419 643	4,97 (Europe de l'Ouest)	–
24. Pays-Bas	3 321 900	24,09 (Europe de l'Ouest)	–	2 885 250	4,97 (Europe de l'Ouest)	7 ^e
25. Danemark	1 350 000	24,09 (Europe de l'Ouest)	–	3 347 750	4,97 (Europe de l'Ouest)	3 ^e

***Acronymes et abréviations**

Am c et s : Amérique centrale et du Sud

ASS : Afrique subsaharienne

AOAN : Asie de l'Ouest et Afrique du Nord

§ Régions définies selon le modèle GLEAM.

Source des données :

(1) (FAOSTAT, 2020b). *Tendances dans l'élevage*. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/EK>

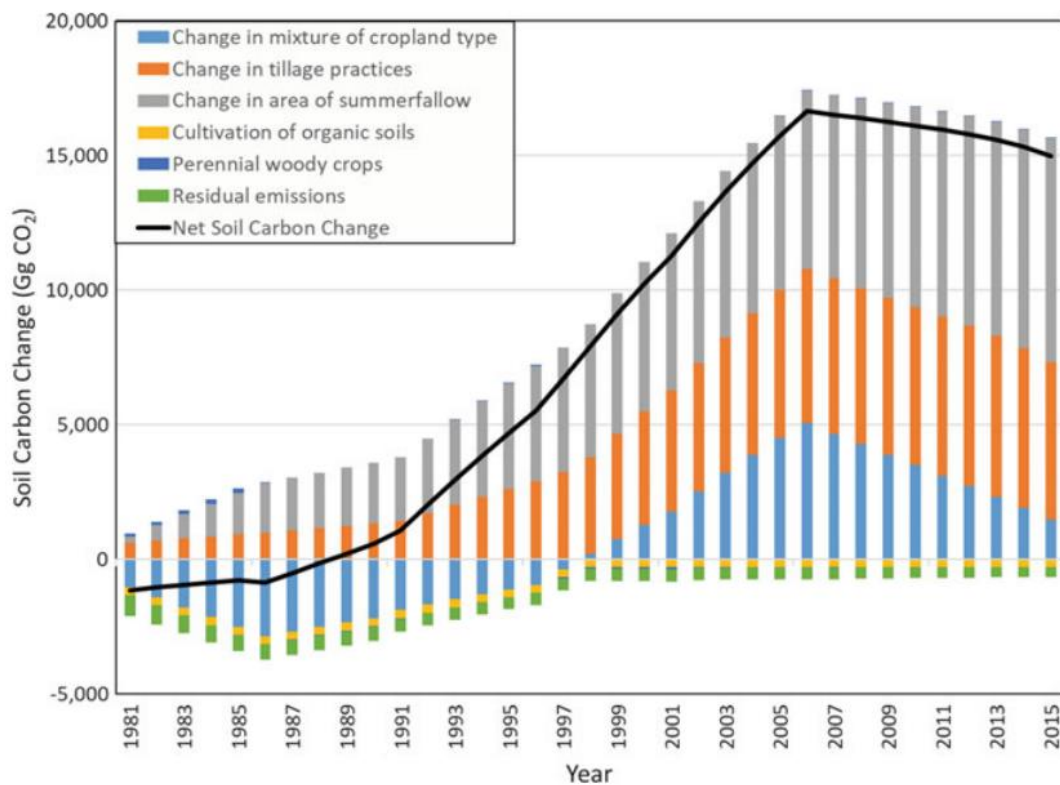
(2) (FAOSTAT, 2021). *Cultures et produits animaux*. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/TCL> (calculs effectués à l'interne)

(3) (FAO, 2022). FAO (2022). *Tableau de bord de la version 3 du modèle GLEAM [données de 2015]*. Dans *Shiny Apps* Modèle pour l'évaluation environnementale de l'élevage mondial. https://foodandagricultureorganization.shinyapps.io/GLEAMV3_Public/

Reproduit à partir de : Mussell, A., Poirier, A. et Zafiriou, M. (2023) *Animal Agriculture in Canada and its Regions: A White Paper on Livestock*. Institut canadien des politiques agroalimentaires.

Annexe C. Variation de la concentration de carbone du sol agricole au Canada.

Figure 2. Variation de la concentration de carbone du sol agricole au Canada de 1981 à 2015 imputable à des changements dans les pratiques de gestion.



Reproduit à partir de : Desjardins, R. L., Worth, D. E., Dyer, J. A., Vergé, X P. C. et McConkey, B. G. (2020). [The Carbon Footprints of Agricultural Products in Canada](#), [page 11]. Dans S. S. Muthu (dir.), *Carbon Footprints : Case Studies from the Building, Household, and Agricultural Sectors* (en anglais).

8 Références

- Alliance mondiale de recherche sur les gaz à effet de serre en agriculture (2018). *Outils et ressources de mesure, de déclaration et de vérification*. https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2019/01/MRV-summary_Dec2018.pdf (en anglais).
- Association canadienne des bovins (sans date). *Objectifs de l'industrie canadienne du bœuf*. Consulté le 30 avril 2024 à l'adresse <https://www.cattle.ca/fr/durabilite/objectifs-de-lindustrie-canadienne-du-boeuf>.
- Buck, H. J. et Palumbo-Compton, A. (2022). Soil carbon sequestration as a climate strategy: What do farmers think? *Biogeochemistry*, vol. 161, n° 1, p. 59 à 70.
- CANZA (2023). Partners. Canadian Alliance for Net-Zero Agri-Food. <https://canza.ca/partners-members/>.
- Cooper, A., Rodway, J. et Read, R. (2018). Knowledge Mobilization Practices of Educational Researchers Across Canada. *Revue canadienne d'enseignement supérieur*, vol. 48, n° 1. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1178100.pdf> (en anglais).
- Deloitte et CANZA (2024). *Cultiver un système alimentaire carboneutre : Un cadre de référence ouvert pour les produits agroalimentaires adaptés au climat au Canada*. Deloitte Canada. <https://www2.deloitte.com/ca/fr/pages/strategy/articles/growing-a-net-zero-food-system.html>.
- Desjardins, R. L., Worth, D. E., Dyer, J. A., Vergé, X. P. C. et McConkey, B. G. (2020). The Carbon Footprints of Agricultural Products in Canada. Dans S. S. Muthu (dir.), *Carbon Footprints : Case Studies from the Building, Household, and Agricultural Sectors*, p. 1 à 34. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7916-1_1 (en anglais).
- FAO (2022). *GLEAM v3 Dashboard [données de 2015]*. Dans *Shiny Apps*. Global Livestock Environmental Assessment Model. https://foodandagricultureorganization.shinyapps.io/GLEAMV3_Public/ (en anglais).
- FAOSTAT (2020). *Tendances dans l'élevage*. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/EK>.
- FAOSTAT (2021). *Cultures et produits animaux : Commerce (Commerce) [jeu de données]*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/TCL>.
- Fertilisants Canada (2022). *4R Nutrient Stewardship Grower Adoption across Canada: A summary of the fertilizer use survey conducted from 2014 to 2021*. https://fertilizercanada.ca/wp-content/uploads/2022/08/SPARK-FERTILIZER-USE-IN-CANADA-REPORT-2022-VF_08_04_2022.pdf (en anglais).
- Gal, A. (2024). *Voies potentielles à suivre (Ateliers sur le développement durable dans le cadre du dialogue sur l'agriculture entre l'UE et le Canada sur l'AECG – Conférence des parties prenantes)*. Wilton Consulting Group. https://food.ec.europa.eu/document/download/762f598a-1a28-41a5-9679-3372d8cb076a_en?filename=eu-can_20231205_workshop_ppf_outcomes-report.pdf (en anglais).
- General Mills (mars 2021). *Policy on climate*. <https://www.generalmills.ca/news/issues/climate-policy>.
- Klerkx, L. (2020). Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: Towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, vol. 26, n° 2, p. 131 à 140. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1738046> (en anglais).
- Knook, J., Eastwood, C., Beehre, L., Mitchelmore, K. et Barker, A. (2023). Resilience building in agricultural extension programmes: Application of a resilience framework and development of a farmer-focused assessment tool. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, vol. 0, n° 0, p. 1 à 21. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2023.2264276> (en anglais).
- Kraft Heinz (2023). *ESG Goals*. <https://www.kraftheinzcompany.com/esg/index.html> (en anglais).
- Les Producteurs d'œufs du Canada (sans date). Les Producteurs d'œufs du Canada soulignent leur 50^e anniversaire en s'engageant à atteindre une consommation énergétique nette zéro (consultation le

23 mars 2023). <https://www.producteursdoeufs.ca/presse/les-producteurs-doeufs-du-canada-soulignent-leur-50e-anniversaire-en-sengageant-a-atteindre-une-consommation-energetique-nette-zero/>.

Les Producteurs laitiers du Canada (2024). Carboneutres d'ici 2050.

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

Maple Leaf (sans date). *Nous sommes maintenant carboneutre*. Consulté le 30 avril 2024 à l'adresse

<https://www.mapleleaf.ca/fr/carboneutre/>.

Marsh, S., Feetham, P. et Lawson, J. CSRD: Directive sur la publication d'informations en matière de durabilité par les entreprises (CSRD) : pourquoi les entreprises canadiennes doivent-elles agir? PwC Canada (consultation le 10 octobre 2023). <https://www.pwc.com/ca/fr/today-s-issues/environmental-social-and-governance/insights/corporate-sustainability-reporting-directive.html>.

McIntosh, M. Putting a value on on-farm big data. *Farmtario* (consultation le 4 septembre 2018).

<https://farmtario.com/news/putting-a-value-on-on-farm-big-data/> (en anglais).

Mussell, A., Poirier, A. et Zafiriou, M. (2023). *Animal Agriculture in Canada and its Regions: A White Paper on Livestock*. Institut canadien des politiques agroalimentaires. <https://capi-icpa.ca/wp-content/uploads/2023/11/A-White-Paper-on-Animal-Agriculture-in-Canada-and-its-Regions-1.pdf> (en anglais).

Navigating mandatory Scope 3 emissions reporting in the EU, US, and beyond—Aligned Incentives (consultation le 26 septembre 2023). <https://alignedincentives.com/mandatory-scope-3-emissions-reporting-eu-us-uk-international/> (en anglais).

Normes d'information financière et de certification Canada. *En bref – Un aperçu clair et net des exposés-sondages sur la NCID 1, Obligations générales en matière d'informations financières liées à la durabilité, et la NCID 2, Informations à fournir en lien avec les changements climatiques* (consultation le 13 mars 2024).

<https://www.frascanada.ca/fr/durabilite/projects/adoption-ncid-1-ncid-2/en-bref-ncid-1-ncid-2>.

OCDE (2023). *Forum mondial sur l'agriculture 2023 – Compte rendu sommaire*. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://www.oecd.org/agriculture/events/oecd-global-forum-on-agriculture/global-forum-agriculture-2023-summary.pdf> (en anglais).

Pearson, A. et Dyer, J. (2023). *Application of Sustainable Agriculture Metrics to Canadian Field Crops* (quatrième édition). Field to Market Canada. <https://fieldtomarket.ca/media/2024/02/Application-of-Sustainable-Agriculture-Metrics-to-Canadian-Field-Crops-Fourth-Edition.pdf> (en anglais).

Stackhouse, J., Halliday, K. et Fraser, E. (2022). *Les sept technologies transformatrices capables de soutenir le Canada dans sa révolution verte* (Services économiques et Leadership avisé RBC). RBC.

<https://leadershipavise.rbc.com/les-sept-technologies-transformatrices-capables-de-soutenir-le-canada-dans-sa-revolution-verte/>.

Statistique Canada (2022a). Exploitations agricoles classées selon la superficie agricole totale, données chronologiques du Recensement de l'agriculture [jeu de données]. Tableau 32-10-1056-01.

https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210015601&request_locale=fr.

Statistique Canada (2022b). Pratiques de travail du sol et d'ensemencement, Recensement de l'agriculture, 2021 [jeu de données]. Tableau 32-10-0367-01.

https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210036701&request_locale=fr.

Sykes, A. J., Topp, C. F., Wilson, R. M., Reid, G. et Rees, R. M. (2017). A comparison of farm-level greenhouse gas calculators in their application on beef production systems. *Journal of Cleaner Production*, vol. 164, p. 398 à 409.