



BILAN ENVIRONNEMENTAL DE LA PRODUCTION DE LÉGUMES DE SERRE DU QUÉBEC

Rapport final, septembre 2021

À l'intention du comité de suivi de la Filière Fruits et légumes de serre du Québec

Par :

Camille Chaudron, M.Sc., analyste

Geneviève Martineau, B.ing., M.Sc.A., conseillère

Julie-Anne Chayer, ing., vice-présidente

G R O U P E
AGÉCO
20 ANS

REMERCIEMENT

- La réalisation de cette étude a bénéficié d'une aide financière du programme de développement sectoriel, issu de l'Accord Canada-Québec de mise en oeuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture.
- « L'Accord Canada-Québec de mise en oeuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture représente un financement du gouvernement fédéral et du gouvernement du Québec totalisant 293 millions de dollars répartis sur une période de 5 ans, soit de 2018 à 2023. Cet accord appuie des initiatives stratégiques qui aideront les secteurs à croître, à innover et à prospérer. »



Source: Pexels

AVANT-PROPOS

La présente étude constitue un **bilan environnemental** de la production de légumes de serre du Québec, **basé sur l'approche cycle de vie**. Il permet ainsi d'établir les bases d'une réflexion plus globale sur les avenues à emprunter pour améliorer le bilan de gaz à effet de serre (GES) du secteur et le positionner de manière avantageuse par rapport à la concurrence.

Cette étude constitue également une occasion d'informer les producteurs du Québec quant à leurs **leviers d'action** et à **l'importance de leurs choix** pour réduire l'empreinte carbone de leurs activités.

L'identification des points chauds et des principales sources de GES liés à la production en serre est **essentielle** pour prendre des décisions d'affaires éclairées et atteindre rapidement des cibles de réduction de GES.

Cette expertise pourra également accompagner la filière dans le contexte de la modernisation et de l'agrandissement des entreprises du secteur.



Source: Pexels

FAITS SAILLANTS DE L'ÉTUDE

INFORMATIONS À RETENIR PAR LES ACTEURS DE LA FILIÈRE



Rendement

La présente étude montre que l'augmentation du rendement permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la production d'un kg de légumes.

Passer du rendement moyen québécois au rendement d'une serre haute technologie peut diminuer

jusqu'à 45% des émissions de GES

de légumes-fruits produits au Québec.



Sources d'énergie

Le choix de la source d'énergie pour le chauffage des serres a une grande influence sur les émissions de GES.

La modernisation d'une installation utilisant de l'huile n°2 pour passer à l'électricité peut diminuer

jusqu'à 79% des émissions de GES

de légumes-fruits produits au Québec.



Efficacité énergétique

L'augmentation de l'efficacité énergétique est toujours une méthode de réduction des GES pertinente.

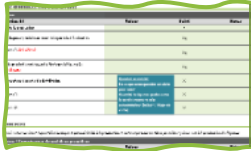
Les besoins de chaleur sont variables d'une installation à l'autre. Mais la réduction des pertes de chaleur grâce à la modernisation des infrastructures aurait un impact important sur les émissions de GES.

TABLE DES MATIÈRES



1

Objectifs et champ de l'étude..... p.5



2

Méthodologie..... p.13



3

Résultats de l'ACV – Tomates et légumes-fruits... p.16



4

Résultats de l'ACV – Légumes-feuilles..... p.27



5

Constats et pistes de réflexion..... p.32



6

Annexes..... p.39



Source: Laitues Mirabel

1

OBJECTIFS ET CHAMP DE L'ÉTUDE

LA PRODUCTION DE FRUITS ET LÉGUMES DE SERRE AU QUÉBEC, CE SONT :



468 entreprises qui totalisent 123 hectares (2018)



Qui supportent annuellement 1344 emplois (2019)



Qui génèrent des recettes monétaires de 146,8 M\$ (2019)



Des entreprises de toutes tailles, présentes dans toutes les régions du Québec

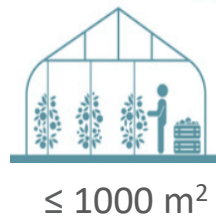


Sources : MAPAQ (en ligne); Statistique Canada 2021, tableaux 32-10-0023-01 et 32-10-0456-01 et calculs DAMECO 2021.

UNE STRUCTURE DE PRODUCTION DIVERSIFIÉE

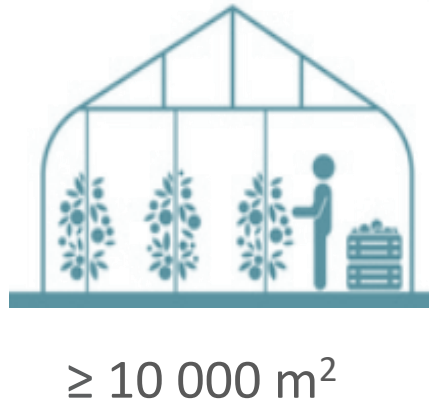
468 exploitations

60 %



- Productions plus diversifiées
- Vente directe

7 %



- Productions plus spécialisées
- Vente aux détaillants

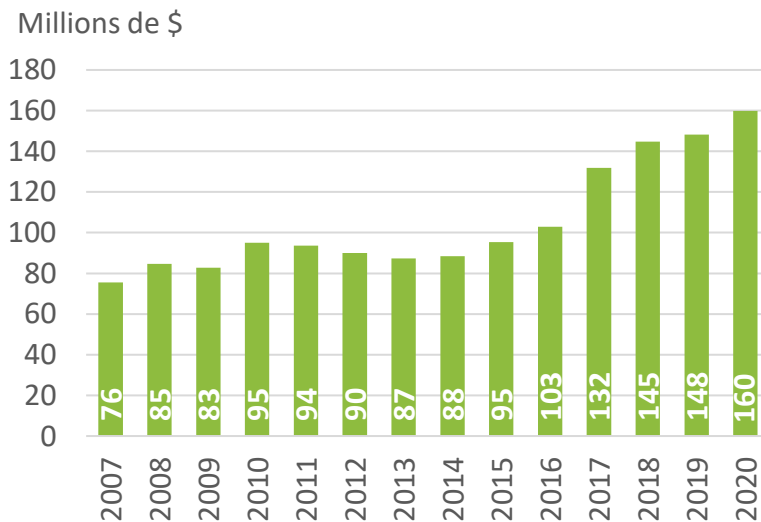
↓
75 % superficies
totales

Source: Portrait diagnostique sectoriel des légumes de serre au Québec, MAPAQ, 2018

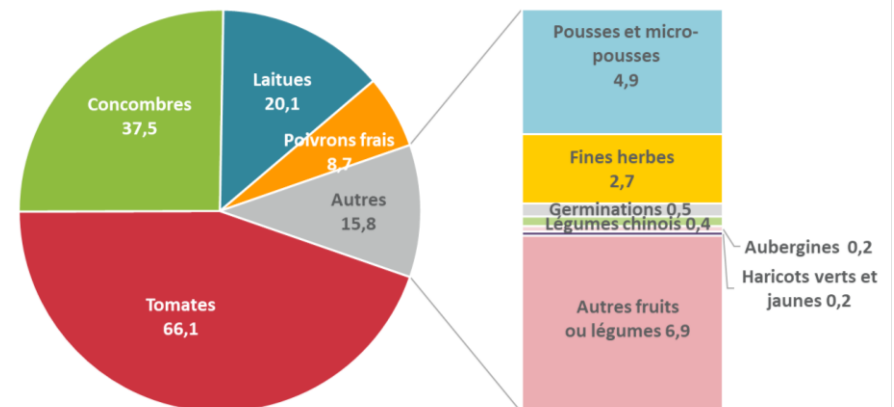
LES VENTES DE FRUITS ET LÉGUMES DE SERRE DU QUÉBEC

- Les ventes de fruits et légumes de serre ont presque doublé au Québec entre 2014 et 2020 passant de 88 à 160 M\$
- La tomate, le concombre et la laitue représentent 88 % des ventes et 93 % des volumes de production
- La production s'est diversifiée au cours des dernières années avec le développement de nouvelles productions, dont les concombres, les micro-pousses et les fines herbes

Évolution des ventes de fruits et légumes de serre du Québec (M\$)



Ventes de fruits et légumes de serre du Québec en 2019 (M\$)



Source : Statistique Canada 2021. Tableau 32-10-0023-01, Ventes totales des produits de serre.

OBJECTIFS



La Filière Fruits et légumes de serre du Québec a mandaté Groupe AGÉCO afin de réaliser un bilan environnemental

Objectifs de l'étude

- Identifier et comprendre les points chauds de la production de légumes-fruits et de légumes-feuilles en serre au Québec
- Comparer les légumes de serre du Québec à d'autres options sélectionnées et en faire ressortir les bénéfices
- Supporter la filière dans ses démarches de communication
- Contribuer aux initiatives de RSE de la filière

LE BILAN ENVIRONNEMENTAL ET L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE

Collecte de données

Modélisation des activités de la filière

Calcul des impacts environnementaux

Énergie consommée

Type d'infrastructure utilisée

Matières premières consommées

Eau consommée



Émissions de gaz à effet de serre



Consommation d'eau d'irrigation



Utilisation des terres agricoles

Référentiel reconnu et largement utilisé
ISO 14 040/14 044



UNITÉ FONCTIONNELLE ET INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Le bilan environnemental de la production de légumes en serre au Québec est basé sur l'**unité fonctionnelle** suivante:

« 1 kg de légumes-fruits ou de légumes-feuilles de serre produits et vendus à l'année au Québec, en 2019 »

Indicateurs environnementaux retenus



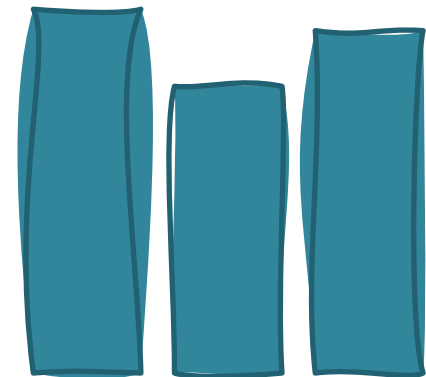
Émissions de gaz à effet de serre (GES)



Consommation d'eau d'irrigation



Utilisation des terres agricoles



FRONTIÈRES DU SYSTÈME

ACTIVITÉS INCLUSES DANS L'ACV



Approvisionnement

- Substrats de croissance
- Plantules et semences
- Engrais
- Pesticides
- Production du CO₂ liquide ajouté



Production maraîchère

- Énergie consommée (électricité, gaz naturel, propane, autre)
- Consommation d'eau
- Infrastructures (sur 30 ans)
- Surfaces utilisées
- Émissions liées au CO₂ ajouté



Emballage

- Matériaux d'emballages
- Gestion de la fin de vie des emballages



Transports divers

- Transport des matières premières vers les serres
- Transport des légumes vers les centres de distribution

Exclusions

- Pertes chez le consommateur
- Réfrigération
- Préparation et cuisson
- Équipements à la serre (charriots, systèmes d'irrigation, de ventilation, d'éclairage...)
- Gestion des déchets organiques à la serre



2

MÉTHODOLOGIE

BILAN DE LA COLLECTE DE DONNÉES – QUÉBEC

Production de légumes de serre du Québec

- 2 producteurs ont participé – données 2019
 - 5 types de productions: tomates, concombres, poivrons, laitues et mâche
- Complété avec des données publiées (Dorais et al., 2014)
 - Données de 2 sites représentant la production de tomates biologiques et de tomates conventionnelles en serre



Les résultats de la production québécoise présentés dans cette étude sont donc basés sur une moyenne de

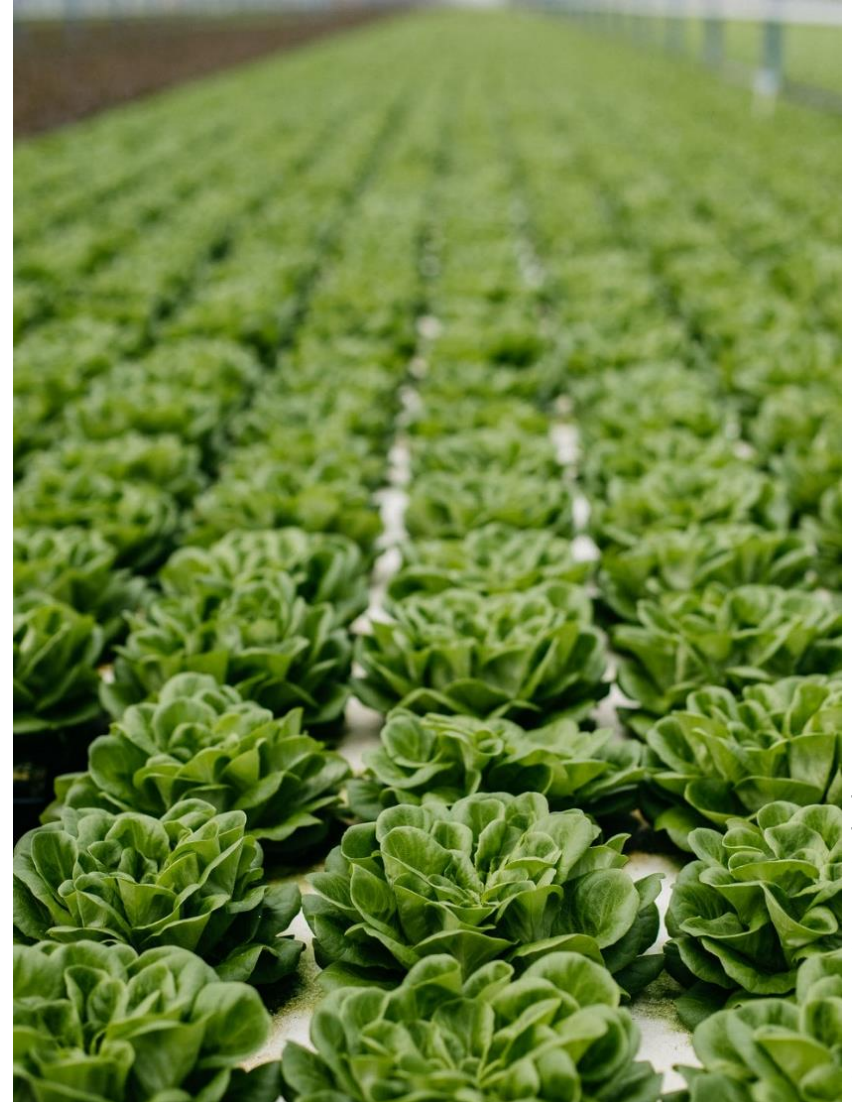
**6 sites de production de légumes-fruits
(4 tomates, 1 concombres et 1 poivrons)**

**2 sites de production hydroponique de légumes-feuilles
(1 laitues et 1 mâches)**

BILAN DE LA COLLECTE DE DONNÉES – COMPÉTITEURS

- Résultats d'ACV de production ontarienne (Dias et al., 2016; Hendrick, 2012) et californienne (Plawecki et al. 2013; Emery et al., 2016)
- Données de la littérature pour la modélisation de la production mexicaine en champ et en serre (Pratt & Ortega, 2019)
 - Rendement
 - Infrastructures
 - Irrigation
 - Fertilisants
- Avis d'experts de la production mexicaine en serre pour les sources de chaleur et les quantités de CO₂ liquide

Voir l'Annexe pour la liste détaillée des articles couverts par la revue de littérature, de-même que les sources de données retenues.



Source: Laitue Mirabel

Source: Pexels



3

RÉSULTATS DE L'ACV – LÉGUMES-FRUITES



- **Émissions de gaz à effet de serre**

- Profil environnemental moyen des légumes-fruits de serre au Québec p.18
 - **Analyse de sensibilité 1** : Effet de la source de chaleur sur le profil au Québec p.21
 - **Analyse de sensibilité 2** : Effet du rendement sur le profil au Québec p.23

- **Utilisation des terres agricoles**

- Comparaison préliminaire avec des concurrents..... p.25

- **Consommation d'eau d'irrigation**

- Comparaison préliminaire avec des concurrents..... p.26





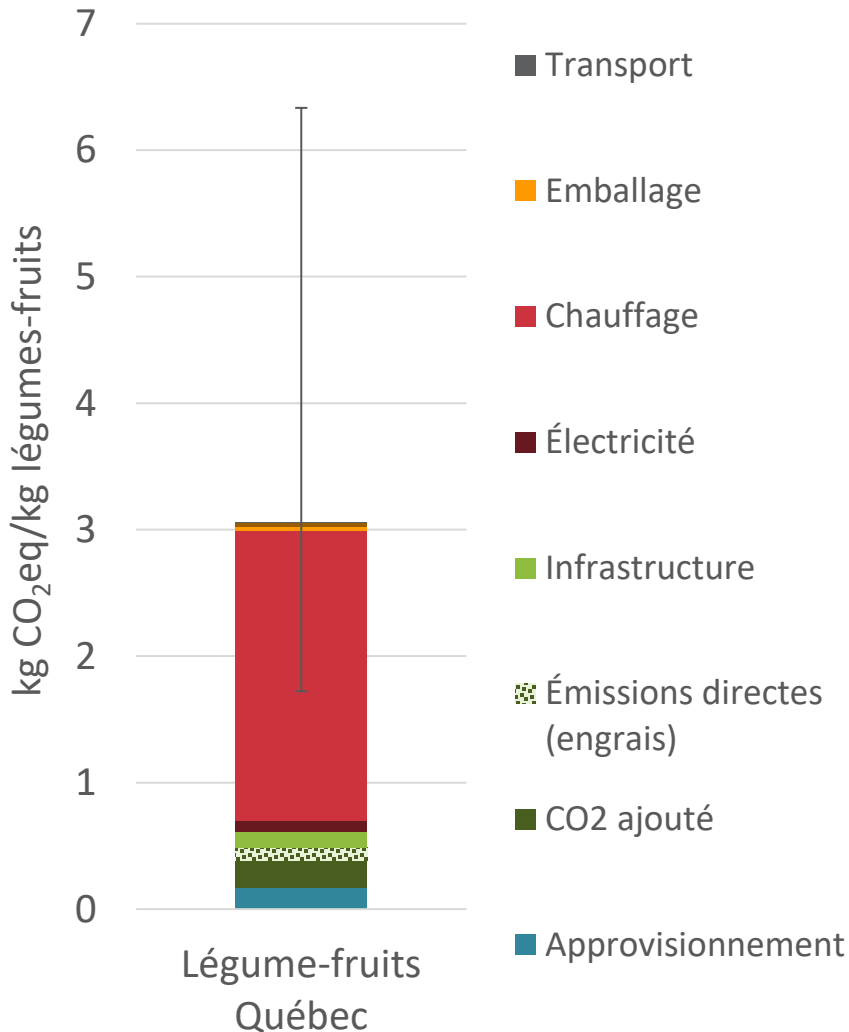
Principaux constats

- L'empreinte carbone montre que l'énergie nécessaire pour le **chauffage** des installations et le **CO₂ ajouté** sont les principaux contributeurs à l'impact de la production de légumes-fruits en serre au Québec
- Le choix de la **source de chaleur**, l'**efficacité énergétique** et le **rendement** sont les paramètres qui ont le plus d'influence sur l'empreinte carbone

PROFIL ENVIRONNEMENTAL – LÉGUMES-FRUITES AU QC



LES GRANDS CONTRIBUTEURS AUX ÉMISSIONS DE GES



Le chauffage de la serre est responsable en moyenne de 68% des émissions de GES, mais peut représenter entre 40 et 85% des émissions de GES en fonction de l'efficacité énergétique de la serre et de la source d'énergie utilisée.

C'est le plus grand contributeur.

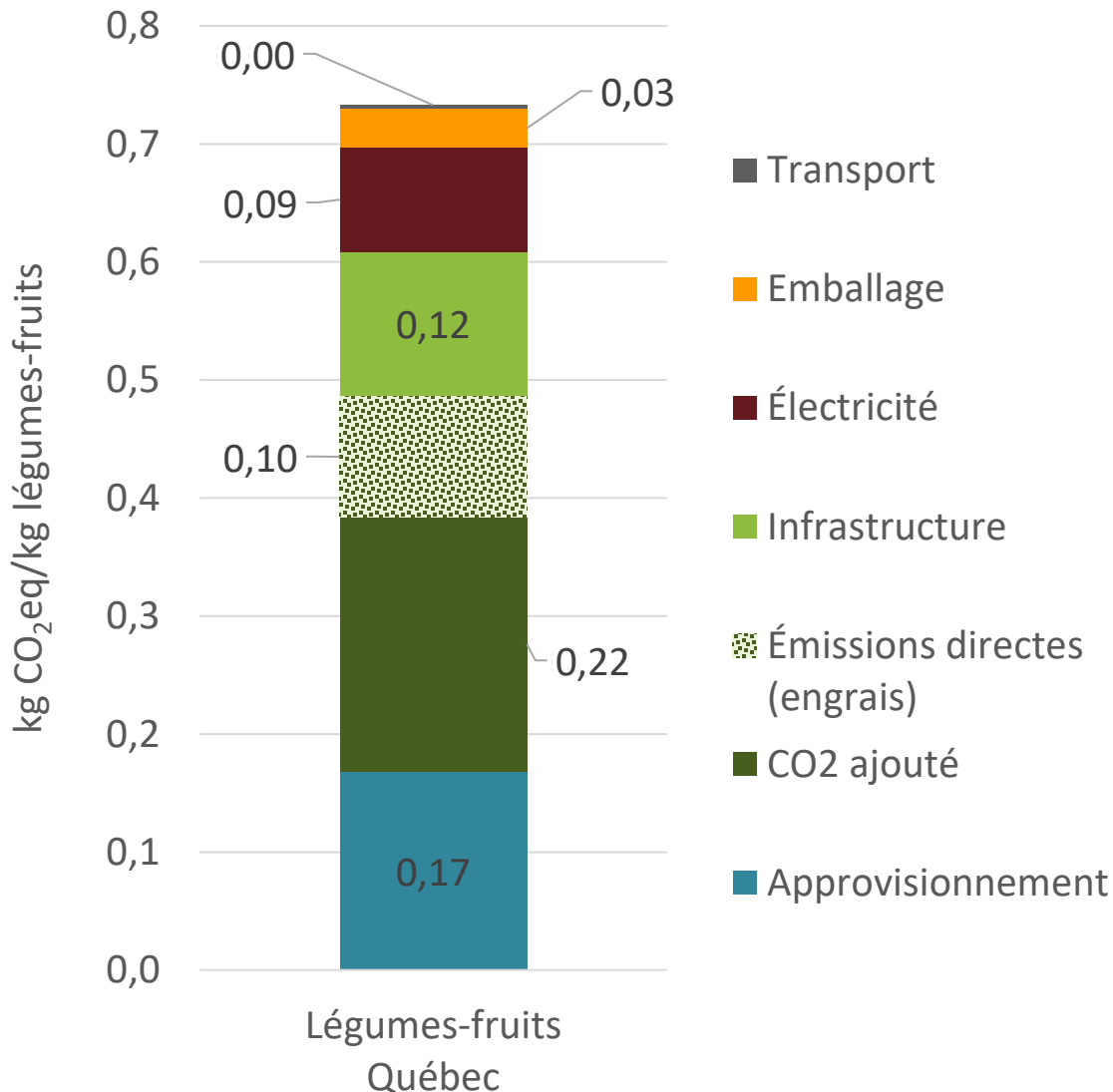
- Les résultats présentés ici correspondent à la moyenne simple des répondants de cette étude (incluant le gaz naturel, le biogaz, la cogénération, la biomasse et l'huile n°2).
- La barre d'erreur indique la variation potentielle liée aux sources d'énergie, allant du biogaz (min) à l'huile n°2 (max).

L'utilisation de CO₂ liquide commercial ajouté à la serre représente en moyenne 8% de l'impact total, c'est le deuxième contributeur.

PROFIL ENVIRONNEMENTAL – LÉGUMES-FRUIITS DU QC



RÉSULTATS EN EXCLUANT LES ÉMISSIONS LIÉES À LA CHALEUR



- En retirant l'impact du chauffage, il est possible de mieux voir l'impact des autres éléments
- On constate ainsi que l'utilisation de CO₂ liquide, les émissions produites par les engrais (NO₂, NH₃), l'infrastructure et l'électricité sont les autres contributeurs les plus importants

ANALYSE SENSIBILITÉ 1:



EFFET DE LA SOURCE DE CHALEUR SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL AU QUÉBEC



Une analyse de sensibilité à été réalisée afin d'évaluer l'influence de la source de chaleur

- En gardant le même besoin calorifique par kg de légumes-fruits, la source d'énergie utilisée a été modifiée afin de quantifier l'effet sur les émissions de GES. Tous les autres contributeurs ont été gardés constants.
- **Note:** selon la source de chaleur, du CO₂ liquide sera ajouté ou non à la serre – les émissions de combustion pouvant servir de source de CO₂. Dans le cadre de l'analyse, la quantité ajoutée a été gardée constante pour des raisons de simplification.
- Les résultats bruts sont présentés en annexe (p. 43)

Principaux constats

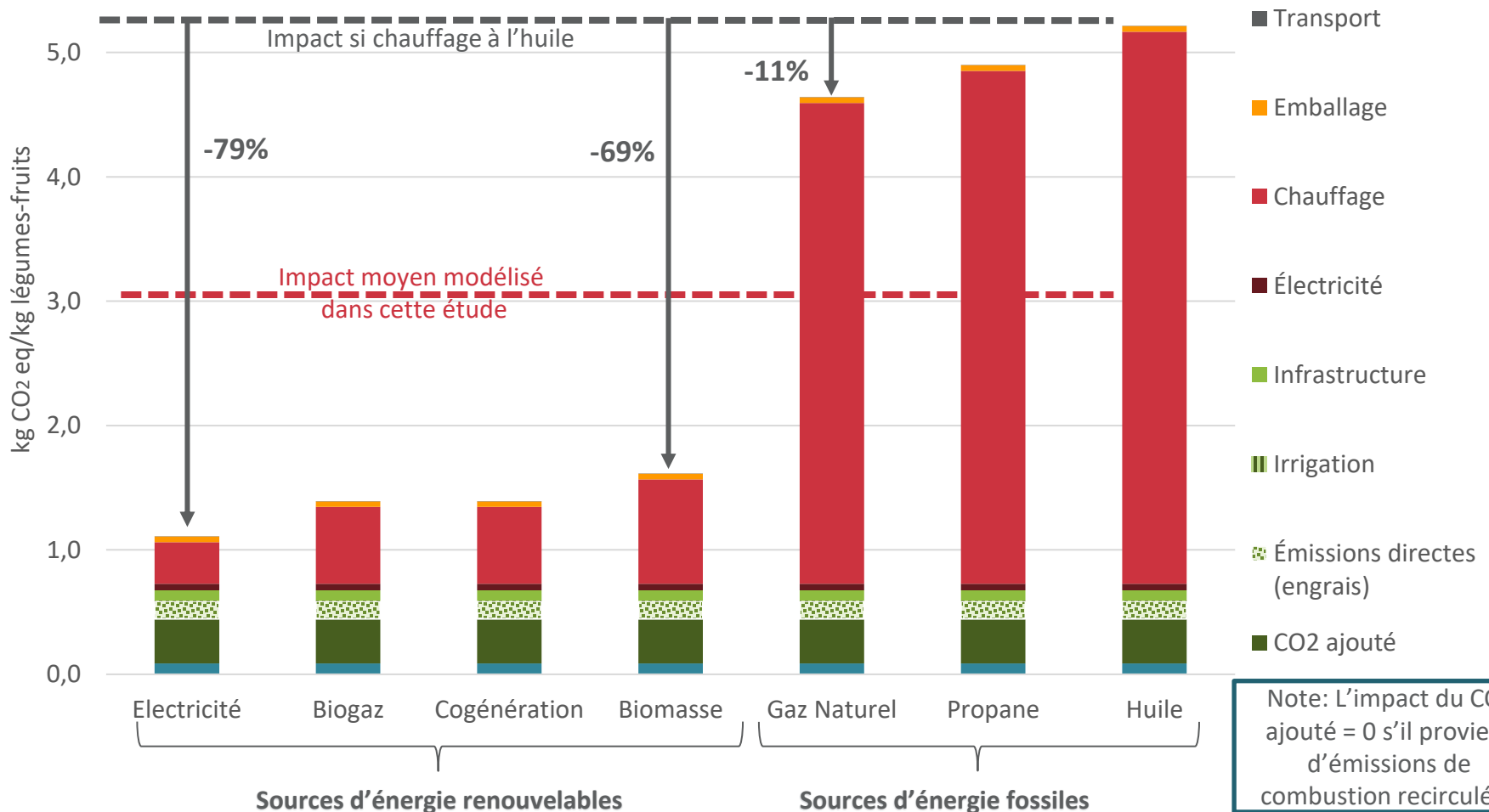
- Les sources d'énergie renouvelables émettent jusqu'à 79 % moins de GES que les sources fossiles (voir page suivante)
- Au Québec, l'électricité est la source d'énergie pour le chauffage qui offre la plus petite empreinte carbone, suivie du biogaz, de la cogénération et de la biomasse

ANALYSE SENSIBILITÉ 1:



EFFET DE LA SOURCE DE CHALEUR SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL AU QUÉBEC

LA SOURCE DE CHALEUR A UNE GRANDE INFLUENCE SUR L'EMPREINTE CARBONE DE LA PRODUCTION DE LÉGUMES-FRUIITS AU QUÉBEC



ANALYSE DE SENSIBILITÉ 2:



EFFET DU RENDEMENT SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL AU QUÉBEC



Une analyse de sensibilité a été réalisée afin d'évaluer l'influence du rendement sur les émissions de GES

- Les quantités d'intrants, d'emballage et de transport ont été gardées constantes par **kg de légumes-fruits**
- Les quantités d'électricité, de chaleur, d'infrastructure, de CO₂ liquide et d'eau ont été gardées constantes par **unité de surface** de serre
- Cette analyse de sensibilité est une estimation qui ne tient pas compte de l'infrastructure supplémentaire nécessaire à l'augmentation du rendement (éclairage par exemple)
- Dans cette analyse de sensibilité, le mix énergétique pour le chauffage est le même que celui présenté dans le profil environnemental des légumes-fruits (p.19)

Principaux constats

- Les émissions de GES des légumes-fruits pourraient être réduites de 45 % si le rendement moyen de 37 kg/m² (rendement moyen des tomates au Québec en 2019) passait à 70 kg/m² (rendement potentiel des futures serres du Québec)

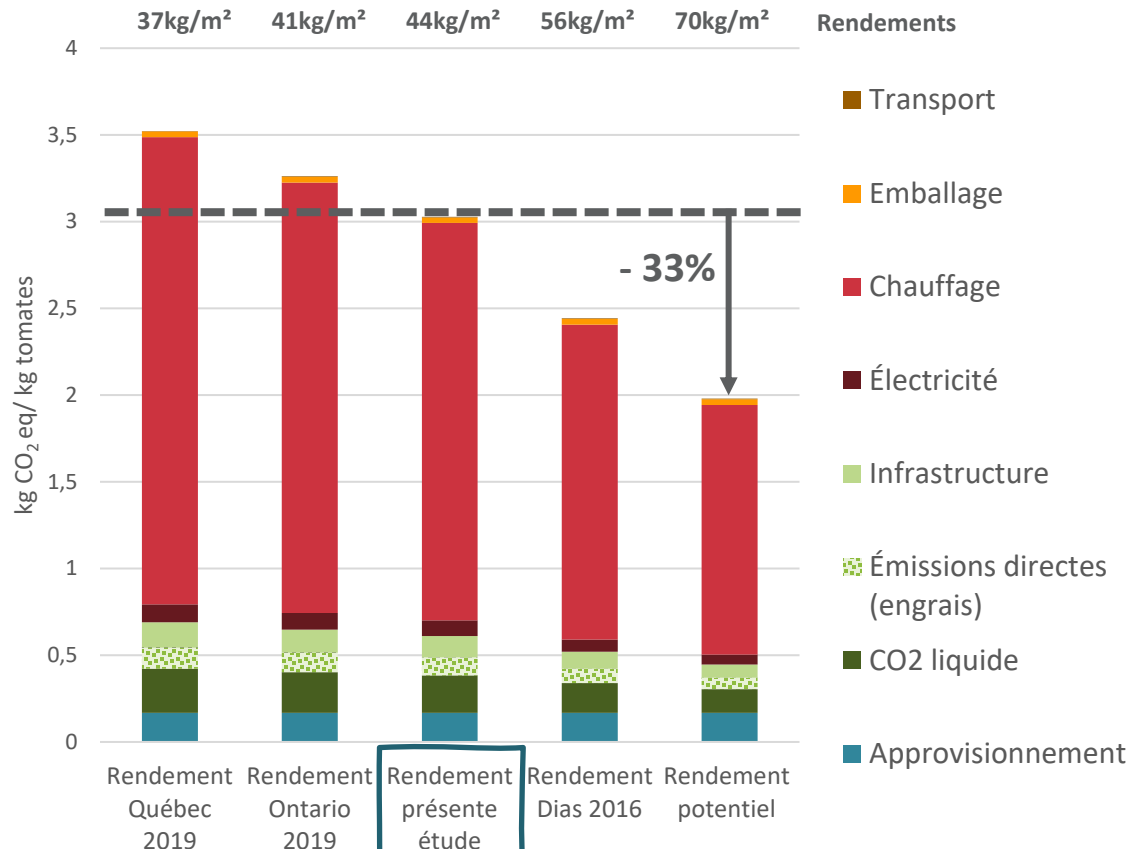
ANALYSE DE SENSIBILITÉ 2:



EFFET DU RENDEMENT SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL AU QUÉBEC

CETTE COMPARAISON N' A PAS FAIT L'OBJET D'UNE REVUE CRITIQUE

LE RENDEMENT A UNE GRANDE INFLUENCE LES ÉMISSIONS DE GES DE LA PRODUCTION DE TOMATES AU QUÉBEC

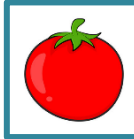


Les rendements utilisés pour cette analyse de sensibilité sont:

- Rendement moyen des tomates de serre au Québec (Statistique Canada, 2019)
- Rendement moyen des tomates de serre en Ontario (Statistique Canada, 2019)
- Rendement de légumes-fruits de la présente étude
- Rendement des tomates de l'étude de Dias et al. (2016)
- Rendement potentiel des nouvelles serres au Québec

UTILISATION DES TERRES AGRICOLES

COMPARAISON PRÉLIMINAIRE AVEC DES COMPÉTITEURS



CETTE COMPARAISON N' A PAS FAIT L'OBJET D'UNE REVUE CRITIQUE

Production de tomates en serre	Québec	Ontario	Mexique Low Tech	Mexique Medium Tech	Mexique High Tech
Utilisation des terres agricoles (m ² /kg)	0.027	0.025	0.1	0.025	0.013
Rendement des tomates fraîches (kg/m ²)	37 ¹	41 ¹	10 ²	40 ²	80 ²

Sources: 1: Statistique Canada (2019); 2: Pratt et Ortega (2019)

Principaux constats

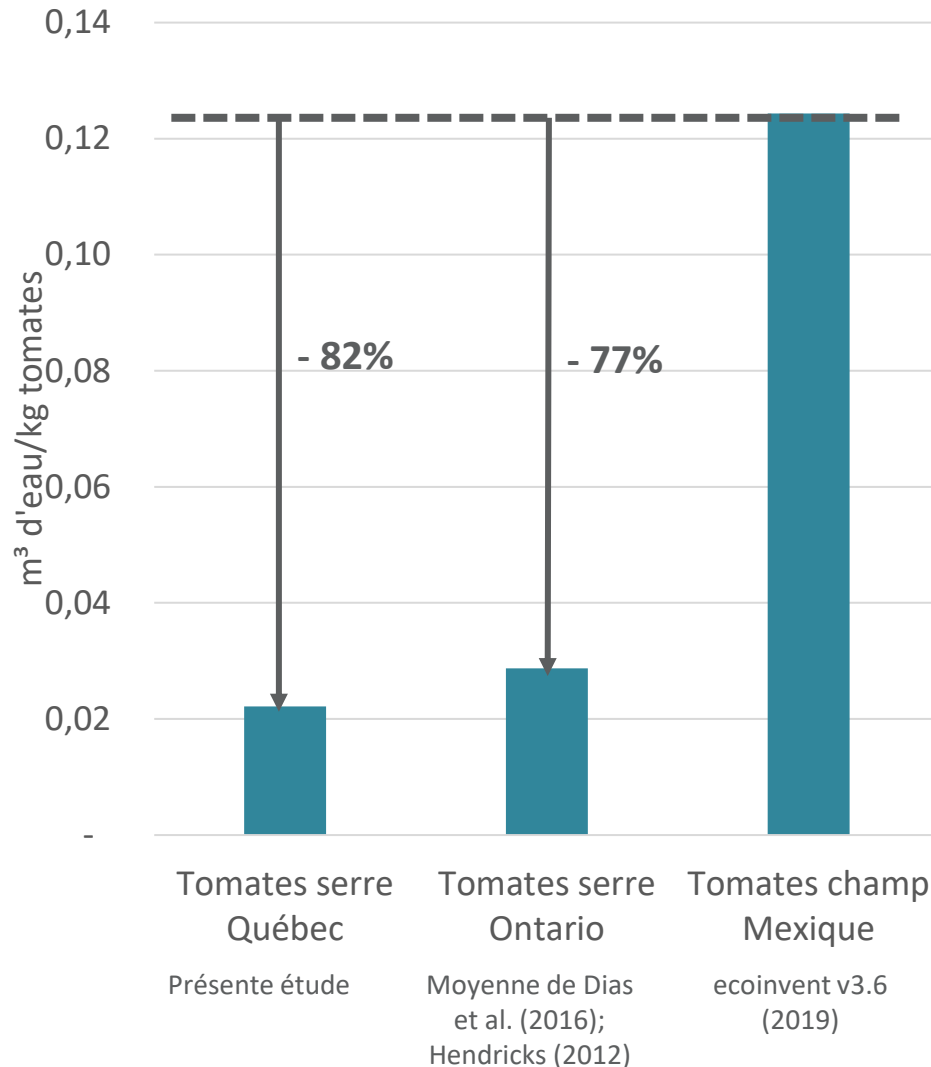
- La production en serre diminue la surface de terre agricole nécessaire pour produire la même quantité de nourriture
- Le rendement de tomates des nouvelles générations de serres pourrait atteindre 70 kg/m² par année (Dorais, 2021). Cette augmentation de la production permettra
 - de diminuer la pression sur les terres agricoles
 - de diminuer les émissions de gaz à effet de serre

CONSOMMATION D'EAU



COMPARAISON PRÉLIMINAIRE AVEC DES COMPÉTITEURS

CETTE COMPARAISON N'A PAS FAIT L'OBJET D'UNE REVUE CRITIQUE



Principaux constats

- Selon les données disponibles, la consommation d'eau est légèrement plus faible au Québec qu'en Ontario. Cependant, étant donné la petite taille des échantillons considérés, les résultats sont considérés similaires.
- La production de tomates de serre au Québec consomme 82% moins d'eau que la production en champ au Mexique, alors que l'eau est plus abondante au Québec qu'au Mexique
- La production en serre diminue les besoins en eau d'irrigation, ce qui désavantage la production mexicaine en champ



Source: Organic Consumers Association

4

RÉSULTATS DE L'ACV – LÉGUMES-FEUILLES



- **Émissions de gaz à effet de serre**

- Profil environnemental moyen des légumes-feuilles au Québec. p.29



- **Utilisation des terres agricoles**

- Comparaison avec les concurrents..... p.30
 - Laitue californienne de champ



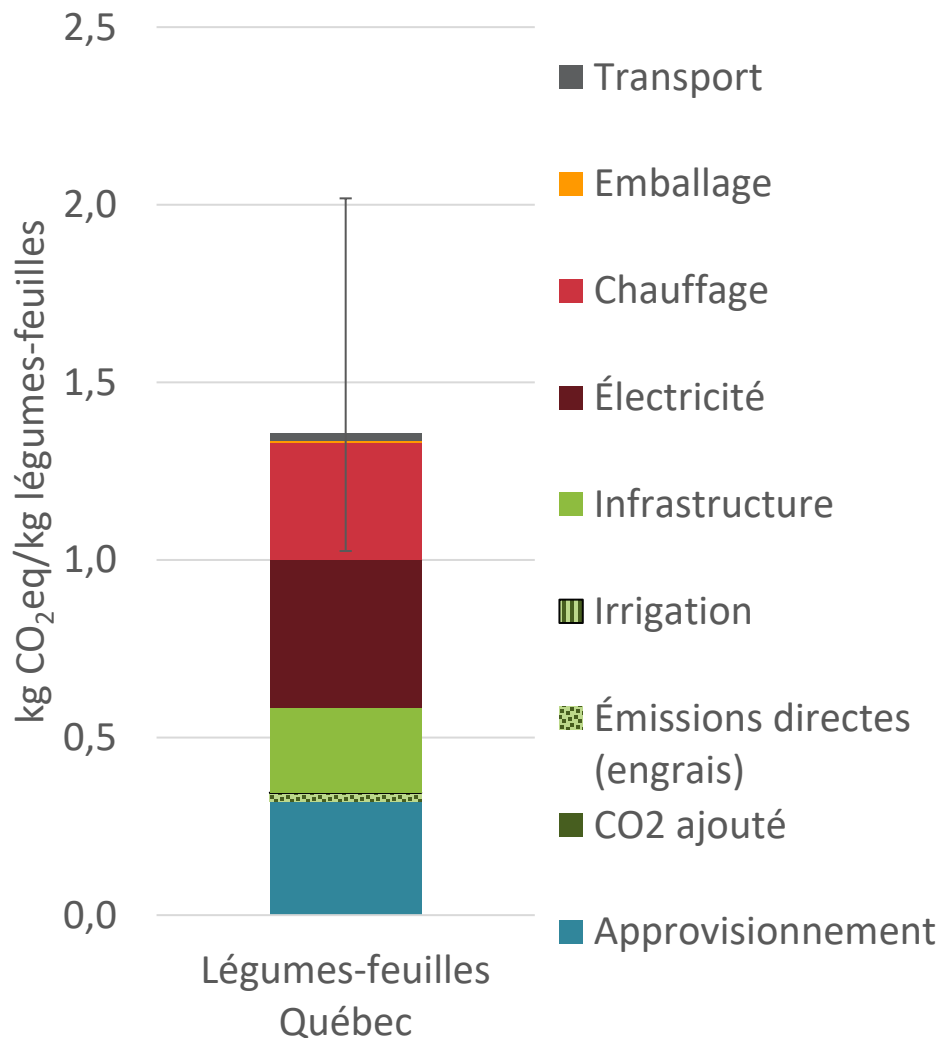
- **Consommation d'eau d'irrigation**

- Comparaison avec les concurrents..... p.31
 - Laitue californienne de champ

PROFIL ENVIRONNEMENTAL – LÉGUMES-FEUILLES AU QC



LES GRANDS CONTRIBUTEURS AUX ÉMISSIONS DE GES



Principaux constats

- L'analyse montre que l'énergie, incluant l'électricité et le chauffage d'autres sources, représente entre 50 et 63% des émissions de GES de la production en serre de légumes-feuilles au Québec
- Les infrastructures et l'approvisionnement (particulièrement les engrais) sont les autres grands contributeurs (environ 15 et 20% respectivement)
- Les infrastructures ont une importance plus marquée dans la production de légumes-feuilles que dans la production de légumes-fruits
- Selon la modélisation effectuée, les emballages contribuent peu aux émissions de GES

UTILISATION DES TERRES AGRICOLES

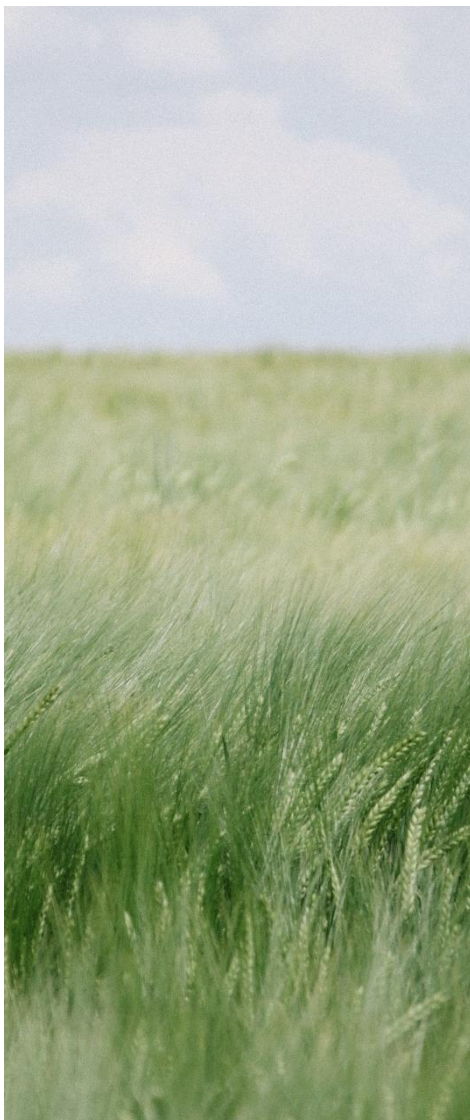
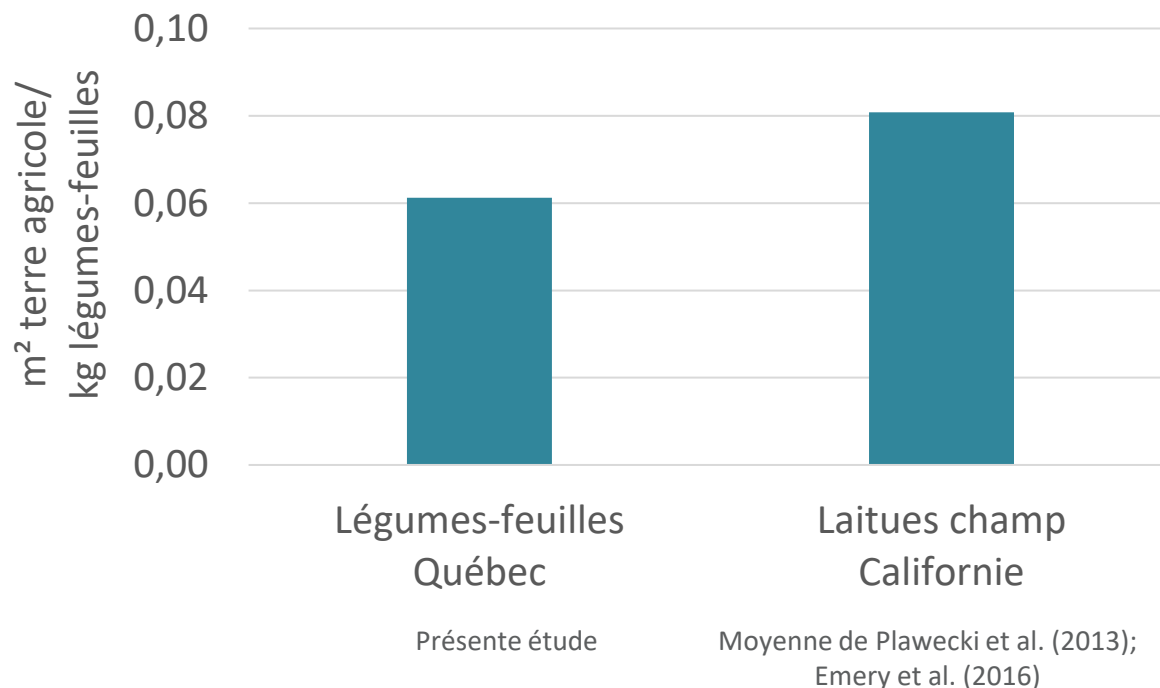


COMPARAISON PRÉLIMINAIRE AVEC DES COMPÉTITEURS

CETTE COMPARAISON N'A PAS FAIT L'OBJET D'UNE REVUE CRITIQUE

Principaux constats

- La production de légumes-feuilles en serre au Québec permet une réduction de 25% de l'utilisation des terres agricoles comparé aux laitues californiennes produites en champ



CONSOMMATION D'EAU D'IRRIGATION

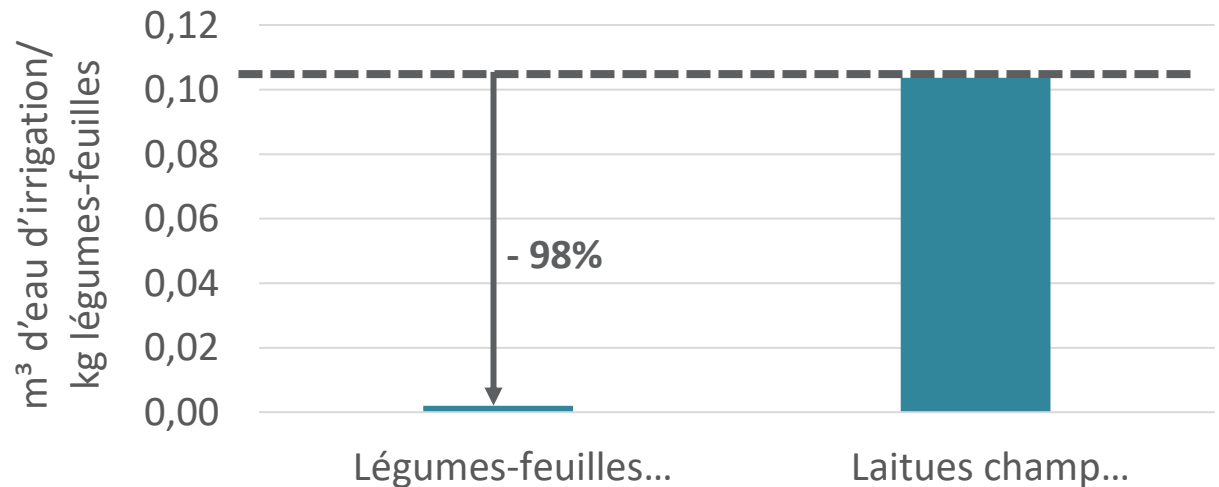
COMPARAISON PRÉLIMINAIRE AVEC DES COMPÉTITEURS



CETTE COMPARAISON N'A PAS FAIT L'OBJET D'UNE REVUE CRITIQUE

Principaux constats

- La production hydroponique de légumes-feuilles permet de diminuer considérablement les besoins en eau d'irrigation (facteur 50)
- La production québécoise hydroponique est avantageuse vis-à-vis la production de laitue californienne en champ
- L'eau est une ressource plus rare en Californie qu'au Québec



Moyenne de Plawecki et al. (2013);
Emery et al. (2016)

Présente étude





5

CONSTATS ET PISTES DE RÉFLEXION

PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIÈRE

COMPARAISON PRÉLIMINAIRE AVEC LA COMPÉTITION

RÉSUMÉ DES CONSTATS PRINCIPAUX

PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIÈRE

- La présente étude constitue un premier pas vers une meilleure compréhension de l’empreinte environnementale de la Filière Fruits et légumes de serre du Québec. Pour l’évaluer, trois indicateurs ont été retenus : **Émissions de gaz à effet de serre**, **Consommation d’eau d’irrigation** et **Utilisation des terres agricoles**
- Grâce au portrait réalisé, la Filière pourra cibler des actions et se positionner activement face à sa consommation de ressources et à ses impacts sur l’environnement



- Cette étude a montré que les paramètres qui ont le plus d’impact sur les émissions de GES du cycle de vie de la production en serre sont reliés à **l’étape de la production maraîchère**, soit:
 - La **source d’énergie utilisée pour le chauffage des installations**
 - L’**efficacité énergétique des infrastructures**
 - Le **rendement de production** (kg/m²)

PISTES DE RÉFLEXION POUR LA FILIÈRE EN COHÉRENCE AVEC LA PLANIFICATION STRATÉGIQUE



1. **Assurer le transfert de connaissance vers les acteurs de la filière** à l'aide de moyens facilement accessibles
2. **Développer un plan structuré de collecte d'information** afin d'améliorer la représentativité des données et de mettre en valeur les efforts de modernisation de la filière
3. **Approfondir la comparaison avec la compétition** – Éventuellement, lorsque le portrait à jour sera disponible, il sera possible de montrer l'évolution de la filière et de la mettre en perspective avec les productions concurrentes

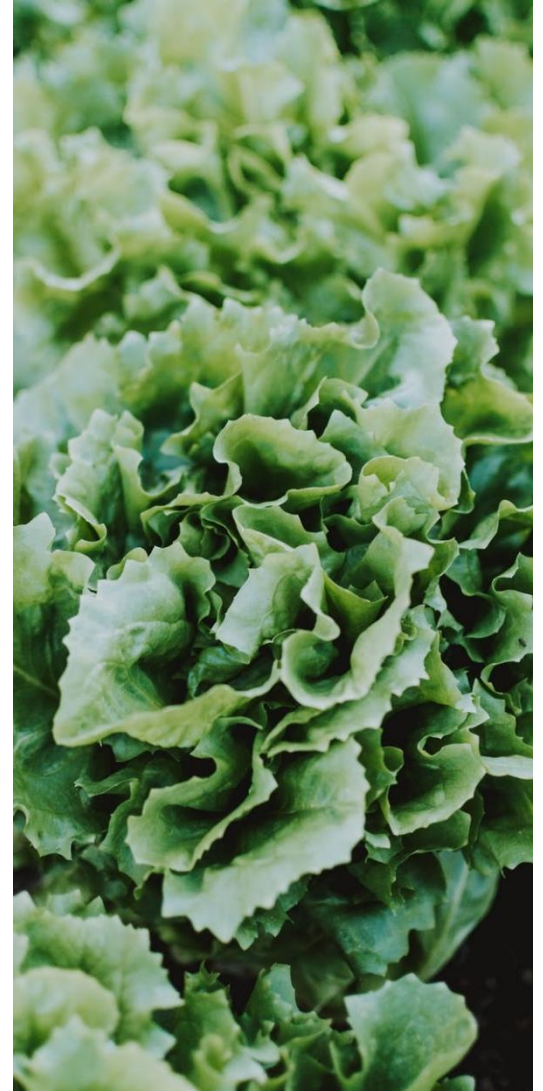
Ces pistes sont présentées de manière plus détaillée aux pages suivantes.

PISTES DE RÉFLEXION POUR LA FILIÈRE

1. ASSURER LE TRANSFERT DE CONNAISSANCES VERS LES ACTEURS DE LA FILIÈRE

- Assurer un accès à l'information pour les producteurs et autres acteurs de la filière, de manière à orienter leurs choix et investissements
- Promouvoir les résultats du profil environnemental réalisé dans cette étude, notamment :
 - De 40 à 85% des émissions de GES sont attribuables au chauffage des serres - grande variabilité d'une source d'énergie à l'autre
 - L'électricité, la biomasse, le biogaz et la cogénération sont des sources d'énergie renouvelables qui constituent des options à plus faible intensité de GES
 - Encourager la transition énergétique des installations de manière à réduire le recours aux énergies fossiles
- Appuyer la recherche permettant d'identifier les avancées technologiques les plus bénéfiques sur le plan environnemental – efficacité énergétique par exemple
- Poursuivre les représentations en faveur de programmes gouvernementaux incitant l'utilisation d'énergie renouvelable dans les serres du Québec

Bien que la présente étude soit axée sur la production maraîchère en serre à l'année, plusieurs des conclusions obtenues sont applicables à toutes les installations serricoles, peu importe leur taille et leur type de production.



Source: Pexels

PISTES DE RÉFLEXION POUR LA FILIÈRE

2. DÉVELOPPER UN PLAN STRUCTURÉ DE COLLECTE D'INFORMATIONS

La présente étude a montré l'importance de l'accessibilité à des données récentes et représentatives du secteur pour en établir le portrait. Des données mises à jour sur une base régulière permettraient de **quantifier les changements et améliorations apportés par les acteurs de la filière.**

- Mettre en place des collaborations avec le MAPAQ et autres instances gouvernementales pour optimiser les efforts de collecte de données auprès des producteurs
- Comptabiliser les informations suivantes dans le temps, pour mettre en valeur les bénéfices environnementaux des décisions stratégiques d'investissement:
 - Consommation énergétique (kWh/kg de légumes produits)
 - Source(s) d'énergie pour chauffer les serres
 - Consommation d'eau (litres/ kg de légumes produits)
 - Approvisionnement (quantité d'intrants / kg légumes produits)
 - Rendement (kg/m²)
 - Production annuelle (kg/an)

Note: sachant que la confidentialité des données est un enjeu pour certains répondants, une organisation externe (dont Groupe AGÉCO) pourrait être mise en charge de colliger les informations pour ne partager que les bilans agrégés.



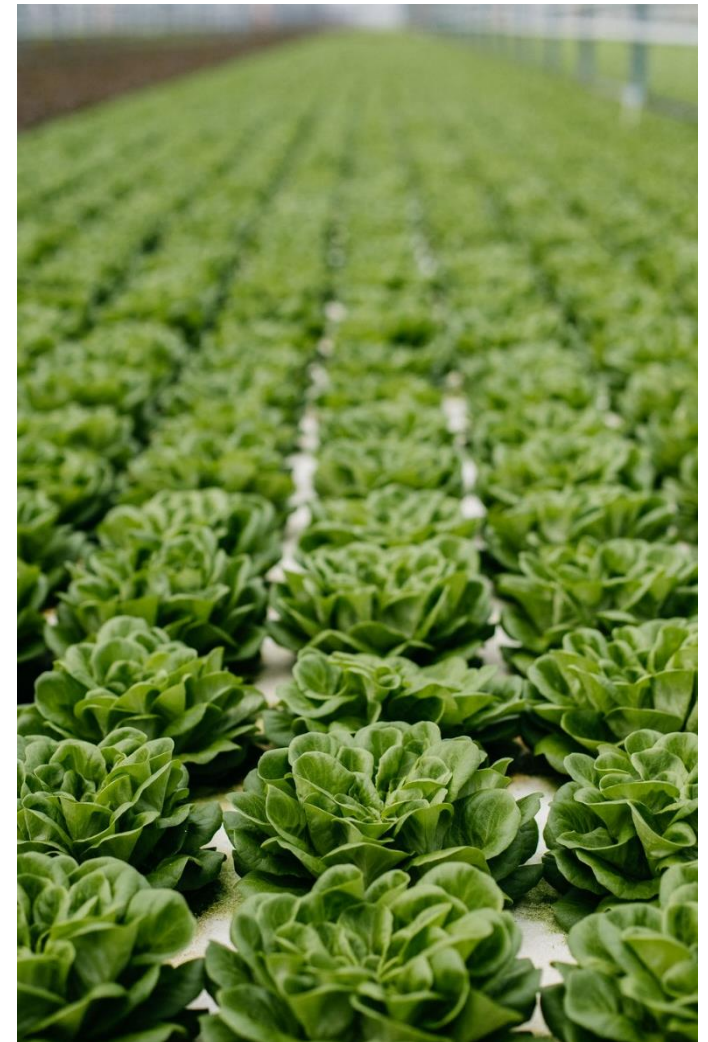
PISTES DE RÉFLEXION POUR LA FILIÈRE

3. APPROFONDIR LA COMPARAISON AVEC LA COMPÉTITION

Après avoir développé et mis en œuvre un plan de collecte de données auprès des acteurs de la filière, il sera possible de:

- Présenter comment le dynamisme de la filière serricole québécoise se traduit par une amélioration de son bilan au fil du temps
- Quantifier les bénéfices environnementaux associés aux innovations québécoises dans la production en serre
- Mettre en perspectives les efforts de la filière face au bilan environnemental de ses concurrents
- Assurer une veille des informations disponibles vis-à-vis de la concurrence

Pour pouvoir affirmer que la production québécoise a une empreinte environnementale moindre que celle de ses concurrents, il faut inciter les producteurs à **réduire leur consommation de combustibles fossiles.**



Source: Laitue Mirabel

PERSPECTIVES



La production maraîchère en serre au Québec est une industrie récente faisant face à plusieurs défis, notamment le climat rigoureux de la province. Une transition énergétique de la filière lui permettrait de se positionner favorablement dans le marché de production de légumes.

Afin de guider les investissements futurs, des indicateurs de performance fiables sont nécessaires. Des études supplémentaires pourraient être réalisées à cette fin. Par exemple, évaluer le potentiel d'impact sur les émissions de GES de:

- l'utilisation de serres en verre par rapport aux serres en plastique et leur influence sur les besoins de chaleur
- l'utilisation des différents systèmes d'éclairage (DEL, HPS) ainsi que leur influence sur le rendement
- la production maraîchère en bâtiment (sans éclairage naturel)
- l'utilisation de tout équipement permettant une augmentation de l'efficacité énergétique par unité de surface de serre (isolation, couverture, etc.)
- la mise en place de systèmes de valorisation énergétique notamment basés sur l'économie circulaire

De plus, le partage de données et le soutien des instances gouvernementales à la collecte de nouvelles données permettraient d'orienter les programmes gouvernementaux dans une optique d'atteinte des cibles environnementales de la province.

Littérature, données disponibles et résultats d'impact

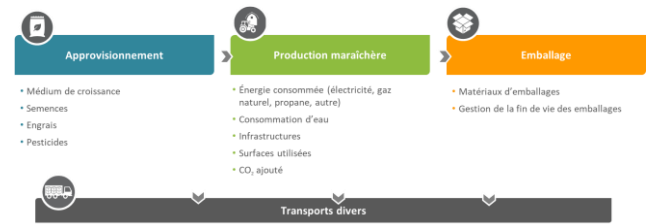
ANNEXES

BILAN DE LA REVUE DE LITTÉRATURE

Légume	Auteur	Titre	Année	Région
Tomates	Dias et al.	Life cycle perspectives on the sustainability of Ontario greenhouse tomato production: Benchmarking and improvement opportunities	2016	Ontario
Tomates	Hendricks	Life Cycle Assessment of Greenhouse Tomato (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) Production in Southwestern Ontario.	2012	Ontario
Tomates	Winans et al.	Life cycle assessment of California processing tomato: an evaluation of the effects of evolving practices and technologies over a 10-year (2005–2015) timeframe	2019	Californie
Tomates	Kelly et al.	Life Cycle Analysis of Tomato Production	2010	BC et Floride
Tomates	Rich	Hydroponic Greenhouse Life Cycle Assessment	2016	New England, Mexique
Tomates	Curtis et al.	Quantification of greenhouse gas emissions from open field-grown Florida tomato production	2012	Floride
Tomates	Islam et al.	A novel framework for analyzing the green value of food supply chain based on life cycle assessment	2016	Californie Michigan
Tomates	Boulard et al.	Environmental impact of greenhouse tomato production in France	2011	France
Laitues	Plawecki et al.	Comparative carbon footprint assessment of winter lettuce production in two climatic zones for Midwestern market	2013	Californie
Laitues	Emery et al.	Lettuce to Reduce Greenhouse Gases: A Comparative Life Cycle Assessment of Conventional and Community Agriculture	2016	Californie
Laitues	Nicholson et al.	An Economic and Environmental Comparison of Conventional and Controlled Environment Agriculture (CEA) Supply Chains for Leaf Lettuce to US Cities	2020	US Cities

SOURCES DE DONNÉES ACCESSIBLES

POUR 1 KG DE LÉGUMES-FRUIITS



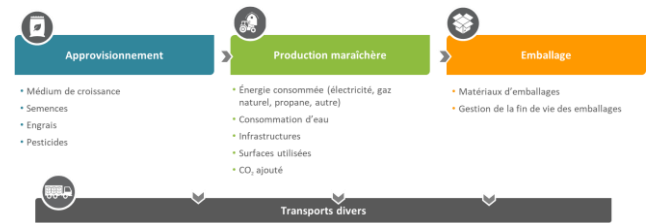
	Activités / intrant	Moyenne Québec (présente étude)	
Approvisionnement	Plantules	0.03	unité
	Substrat de croissance	0.03	kg
	Engrais	0.09	kg
	CO ₂ liquide	0.27	kg
Production	Électricité	3.5	kWh
	Chauffage	11.7	kWh
	Irrigation	0.02	m ³
	Infrastructure	0.03	m ²
Emballage	Carton	0.04	kg
	Plastique	0.002	kg
	Livraison des légumes	108	km

L'impact de la production en serre inclut :

- L'impact de produire et transporter l'approvisionnement (substrat de croissance, semences, engrais)
- Les émissions directes causées par les engrais chimiques qui se volatilisent (N₂O, NO_x)
- L'impact de la production et de l'émission du CO₂ liquide de source fossile ajouté
- Les émissions de production de l'électricité et de l'énergie de chauffage (excluant l'électricité)
- Le mix énergétique utilisé pour le chauffage est une moyenne d'électricité, biomasse, gaz naturel, et chaleur issue de la cogénération
- Le traitement de l'eau et le pompage de l'eau d'irrigation
- Les infrastructures de la serre, considérant sur une durée de vie de 30 ans (sans les équipements d'éclairage et de ventilation)
- Les emballages carton et plastique et leur fin de vie
- Le transport des légumes en camion jusqu'au distributeur

SOURCES DE DONNÉES ACCESSIBLES

POUR 1 KG DE LÉGUMES-FEUILLES



Activités / intrant		Moyenne Québec (présente étude)			
Approvisionnement	Plantules	Données confidentielles			
	Substrat de croissance				
	Engrais				
	CO ₂ liquide				
Production	Électricité	Données confidentielles			
	Chauffage				
	Irrigation			0.002	m ³
	Infrastructure				
Emballage	Carton	Données Confidentielles			
	Plastique				
Livraison des légumes		108	km		

L'impact de production en serre inclut les mêmes étapes que la production de légumes-fruits.

- Les données d'irrigation n'étaient pas disponibles pour la production au Québec. Des données de littérature sur la production hydroponique (Barbosa et al., 2015) ont été utilisées en substitut.
- Une étape d'emballage plastique a été ajouté aux résultats des études californiennes.
- Une distance de 4800 km (de la vallée centrale californienne à Montréal) a été ajoutée pour la livraison des laitues américaines vers le Québec.

DÉTAILS DES RÉSULTATS D'IMPACT

ÉMISSIONS GES EN FONCTION DE LA SOURCE DE CHAUFFAGE

Données brutes – Émissions GES liées à la production de légumes-fruits en fonction de la source de chauffage (graphique p.22)

		Émission de GES en fonction de la source d'énergie utilisée pour le chauffage de la serre (kgCO ₂ eq/kg légume-fruit)						
		Électricité	Biogaz	Cogénération	Biomasse	Gaz Naturel	Propane	Huile
Total		1.12	1.40	1.40	1.62	4.65	4.91	5.22
	Approvisionnement (médium, semences, engrais)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Production	CO₂ ajouté	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
	Émissions directes (engrais)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	Irrigation	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Infrastructure	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	Électricité	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Chauffage	0.34	0.62	0.62	0.84	3.87	4.12	4.44
	Emballage	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Transport	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RÉFÉRENCES

- Barbosa, G. L., Gadelha, F. D., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G. M., & Halden, R. U. (2015). Comparison of Land, Water, and Energy Requirements of Lettuce Grown Using Hydroponic vs. Conventional Agricultural Methods. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6879–6891. doi.org/10.3390/ijerph120606879
- Dias G.M., Ayer N.W., Khosla S., Van Acker R., Young S.B., Whitney S., Hendricks P. (2016). Life cycle perspectives on the sustainability of Ontario greenhouse tomato production: benchmarking and improvement opportunities. *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.06.039.
- Dorais, M. Anton, A., Montero, J.I., Torrellas, M. (2014). Environmental Assessment of Demarcated Bed-Grown Organic Greenhouse Tomatoes Using Renewable Energy. Proc. 2nd IS on Organic Greenhouse Horticulture, Eds.: M. Dorais and S.D. Bishop, Acta Hort. 1041, ISHS 2014.
- Dorais, M. (2021). Avis d'expert – Rendement de tomates en serres suite à la modernisation des installations du Québec.
- Dubé Y. (2021). Conversation téléphonique Groupe AGÉCO avec Yves Dubé spécialiste de la production en serre au Mexique, Industries Harnois.
- ecoinvent 3.6, (2019). Database Process: Tomato, fresh grade {MX}| tomato production, fresh grade, open field | Cut-off, U
- Emery I., Brown S. (2016). Lettuce to Reduce Greenhouse Gases: A Comparative Life Cycle Assessment of Conventional and Community Agriculture. In: Brown S., McIvor K., Hodges Snyder E. (eds) *Sowing Seeds in the City*. Springer, Dordrecht. doi.org/10.1007/978-94-017-7453-6_12
- Hendricks, P. (2012). Life Cycle Assessment of Greenhouse Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Production in Southwestern Ontario. Thesis, University of Guelph, <http://hdl.handle.net/10214/4052>
- MAPAQ (en ligne). Culture des fruits et légumes de serre (serriculture) www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/industrie-agricole-au-quebec/productions-agricoles/culture-fruits-legumes-serre-serriculture
- MAPAQ (2018). Portrait diagnostique sectoriel des légumes de serre au Québec, 34 pages. www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Portaitdiagnosticdeslegumesdeserre_final.pdf
- Pratt, L., Ortega, J.M. (2019). Protected Agriculture in Mexico Building the Methodology for the First Certified Agricultural Green Bond. Inter-American Development Bank, dx.doi.org/10.18235/0001705
- Statistique Canada. Table 32-10-0456-01 Production and value of greenhouse fruits and vegetables. DOI: doi.org/10.25318/3210045601-eng
- Statistique Canada 2021. Tableau 32-10-0023-01, Ventes totales des produits de serre.
- Winans K., Marvinney E., Gillman A. and Spang E. (2020). An Evaluation of On-Farm Food Loss Accounting in Life-Cycle Assessment (LCA) of Four California Specialty Crops. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:10. doi: 10.3389/fsufs.2020.00010

Merci!

G R O U P E
AGÉCO

A circular graphic element consisting of a dotted line forming an arc. The text "20 ANS" is written in a teal color along the top curve of this arc.