



INSTITUT DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT
EN AGROENVIRONNEMENT
ИИ УСКОЕИЛІКОВИИЕИИИ
ИИ ДЕ ДЕЛЕГОБЬЕИИИИ

Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre en production serricole au Québec

Frédéric Pelletier, ing., M.Sc.

Stéphane Godbout, ing., agr., Ph.D.

Projet IRDA n° 400023

24 août 2017

Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre
en production serricole au Québec
Rapport final

Présenté à:

Claude Laniel

Directeur général

Les producteurs en serre du Québec

555, boulevard Roland-Therrien, Longueuil, Québec, J4H 3Y9

Préparé par:



Frédéric Pelletier, ing., M.Sc.
IRDA



Stéphane Godbout, ing., agr., Ph.D.
IRDA

Table des matières

Introduction	6
Méthodologie	7
Portrait de la production	
Bilan de chaleur	
Consommation d'énergie	
Émissions de gaz à effet de serre	
Éclairage	
Résultats	23
Chauffage	
Éclairage	
Conclusion	30
Annexe	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Répartition des superficies chauffées entre 2010 et 2015 en fonction du type d'énergie et pourcentage d'augmentation ou de diminution des mêmes superficies entre 2016 et 2020	11
Tableau 2. Coefficients de transfert de chaleur utilisés dans le projet	14
Tableau 3. Intensités solaires moyennes pour Saint-Hyacinthe	15
Tableau 4. Valeur calorifique et efficacité énergétique des différentes sources d'énergie	16
Tableau 5. Valeurs des degrés-jours de chauffage pour la ville de Saint-Hyacinthe	19
Tableau 6. Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre des différentes sources d'énergie	20
Tableau 7. Caractéristiques des lampes étudiées dans le projet	21

Liste des figures

Figure 1.	Modèle de serre individuelle	10
Figure 2.	Modèle de serre jumelée	10
Figure 3.	Schéma des pertes et gains de chaleur dans une serre	13
Figure 4.	Mois de production	17
Figure 5.	Caractéristiques des six modèles de serre et mois d'utilisation	18
Figure 6.	Exemples de degrés-jours de chauffage (< 18°C) pour différentes localités au Québec	19
Figure 7.	Stratégies d'éclairage pour les douze mois de l'année	22
Figure 8.	Émissions de gaz à effet de serre et évolution des superficies en production selon le type de culture	26
Figure 9.	Émissions de gaz à effet de serre et évolution des superficies en production selon le type d'énergie utilisé pour le chauffage	27
Figure 10.	Consommation d'électricité en fonction du nombre d'heures d'éclairage et du type de lampe	29

Introduction

Le présent rapport regroupe le travail réalisé par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) à l'intérieur d'un projet intitulé «Élaboration d'un portrait sur les besoins énergétiques des entreprises serricoles et d'activités conséquentes». Le projet a été déposé par les Producteurs en serre du Québec (PSQ) dans le cadre du Programme de développement sectoriel, Volet 4 – Appui aux projets des regroupements et associations de producteurs du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

L'objectif général de ce projet était d'identifier les besoins énergétiques des entreprises serricoles afin de cibler les sources d'énergie pouvant réduire l'utilisation de produits pétroliers de 40 % comme définie dans la politique énergétique du Gouvernement du Québec et par le fait même réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Le mandat donné à l'IRDA à l'intérieur de ce projet consistait à évaluer les besoins énergétiques et à estimer les émissions de GES liés au chauffage et à l'éclairage des serres.

Le mandat a été réalisé, tout d'abord en établissant un portrait passé, actuel et futur de la production serricole au Québec.

La consommation d'énergie et les émissions de GES ont par la suite été calculées en fonction des caractéristiques et de l'utilisation des serres.

Ce rapport présente les hypothèses et la méthodologie ainsi que les résultats obtenus pour tout le secteur serricole au Québec entre les années 2010 et 2020.

Méthodologie

Portrait de la production

Bilan de chaleur

Consommation d'énergie

Gaz à effet de serre

Éclairage

Portrait de la production

Passé et actuel

Le portrait de la production en serre, entre 2010 et 2015, a été établi en combinant les résultats présentés dans deux rapports produits par le Groupe AGÉCO (2011a et b), dans différents tableaux de Statistique Canada (Statistique Canada, 2017), dans le Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec (MAPAQ & ISQ, 2012 et 2016), ainsi qu'en regroupant l'information que les PSQ ont recueillie suite à des sondages ou des consultations internes.

La production a été séparée en trois catégories, les légumes (tomates, concombres, laitues et poivrons), l'horticulture ornementale (fleurs annuelles, plantes vivaces, fleurs coupées, potées fleuries et plantes vertes) et une dernière catégorie appelée « autres » (fruits, fines herbes et plants de légumes en caissettes). En cours de route, plusieurs valeurs ont été arrondies pour simplifier les calculs et faciliter la présentation des résultats.

Futur

L'évolution des superficies en production entre 2016 et 2020 est basée sur les cibles de croissance annuelle présentées par les PSQ lors de l'assemblée générale annuelle de 2016 (PSQ, 2016).

À partir de l'année 2016, les augmentations de superficies en production suivantes ont été appliquées chaque année, soit : tomate +10 %, concombre +14 %, laitue +5 %, poivron +20 %, horticulture ornementale +5 % et autres +5 %.

Puisque la superficie totale en production est restée pour ainsi dire la même entre 2010 et 2015, l'hypothèse posée est que le type de serre utilisé n'a pas changé durant cette période. De plus, comme il est difficile de prédire l'avenir, l'hypothèse posée est que les types de serres utilisés, entre les années 2016 et 2020, vont rester sensiblement les mêmes et fluctuer dans les mêmes proportions que les superficies.

**Cibles de croissance
Industrie serricole - 2016-2020**

Assemblée générale annuelle

*Hôtel Grand Times, Drummondville
le 17 novembre 2016*



Portrait de la production

Caractéristiques

À partir des mêmes références consultées lors de l'établissement du portrait, il a été établi que les principales caractéristiques des serres du Québec étaient que :

- les serres individuelles représentent approximativement 80 % des superficies et les serres jumelées 20 %;
- 90 % des serres sont fabriquées en polyéthylène double et que 10 % des serres restantes sont fabriquées en polyéthylène simple ou en verre simple;
- le mur nord est isolé sur 45 % des serres;
- le périmètre est isolé sur 25 % des serres jusqu'à une hauteur de 0,5 m (lorsque le périmètre est isolé, la fondation l'est aussi);
- 5 % des serres possèdent un écran thermique.

Il est important de noter qu'à l'intérieur de ce rapport, il est toujours question de superficie en serre et non du nombre de producteurs ou du nombre de serres en production au Québec.

Six modèles

Basés sur ces caractéristiques, les six modèles de serre suivants ont été construits :

1. Serre individuelle en polyéthylène simple (ou verre simple) sans isolation du mur nord et du périmètre;
2. Serre individuelle en polyéthylène double sans isolation du mur nord et du périmètre;
3. Serre individuelle en polyéthylène double dont seul le mur nord isolé;
4. Serre individuelle en polyéthylène double avec isolation du mur nord et du périmètre;
5. Serre jumelée en polyéthylène double avec isolation du mur nord et du périmètre;
6. Serre jumelée en polyéthylène double avec isolation du mur nord et du périmètre, et utilisation d'un écran thermique.

Portrait de la production

Serre individuelle

La serre individuelle modèle mesure 10,7 m de large par 46 m de long et a une superficie de 490 m² (Figure 1). Sa hauteur totale est de 4,3 m et la hauteur intérieure de 2,4 m.

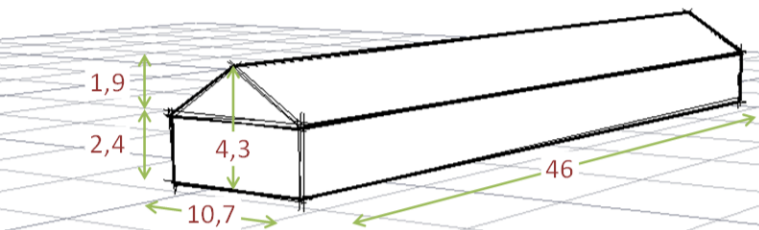


Figure 1. Modèle de serre individuelle

Serre jumelée

La serre jumelée modèle est composée de 5 chapelles de 38 m de large par 46 m de long pour une superficie de totale 1 750 m² (Figure 2). Sa hauteur totale est de 6,1 m et la hauteur intérieure de 3,7 m (hauteur à la gouttière).

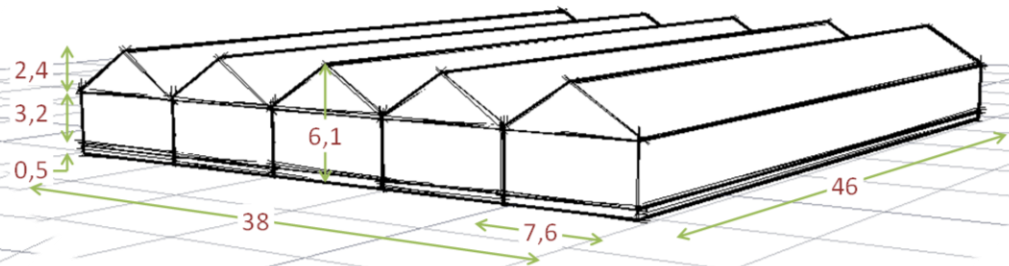


Figure 2. Modèle de serre jumelée

Portrait de la production

Sources d'énergie

Les sources d'énergie, ainsi que la répartition des superficies chauffées entre 2010 et 2015, ont été déduites à partir des résultats présentés dans l'étude produite par le Groupe AGÉCO (2011a). Les valeurs utilisées sont rassemblées au Tableau 1.

L'évolution des superficies chauffées, en fonction de la source d'énergie, entre 2016 et 2020, a été établi de la façon

suivante, soit : mazout n° 2 -10 %, biomasse +15 %, gaz naturel +2,5 %, propane +2,5 %, huile usée -15 % et géothermie +10 %.

Les superficies restantes sont, par défaut, chauffées à l'électricité, ce qui donne des augmentations importantes de 74, 40, 27 et 20 %, respectivement pour les années 2017, 2018, 2019 et 2020.

Tableau 1.
Répartition des superficies chauffées entre 2010 et 2015 en fonction du type d'énergie et pourcentage d'augmentation ou de diminution des mêmes superficies entre 2016 et 2020

	Superficies chauffées entre 2010 et 2015 (%)	Augmentation ou diminution des superficies chauffées entre 2016 et 2020 (%/année)
Mazout n° 2	54	- 10
Biomasse	22	+ 15
Gaz naturel	9	+ 2,5
Propane	7	+ 2,5
Huile usée	5	- 15
Électricité	2	
Géothermie	0,6	+ 10

Bilan de chaleur

La Figure 3 présente de façon schématisé les échanges de chaleur d'une serre. L'équation de base du bilan de chaleur est celle présentée dans Hellickson & Walker (1983):

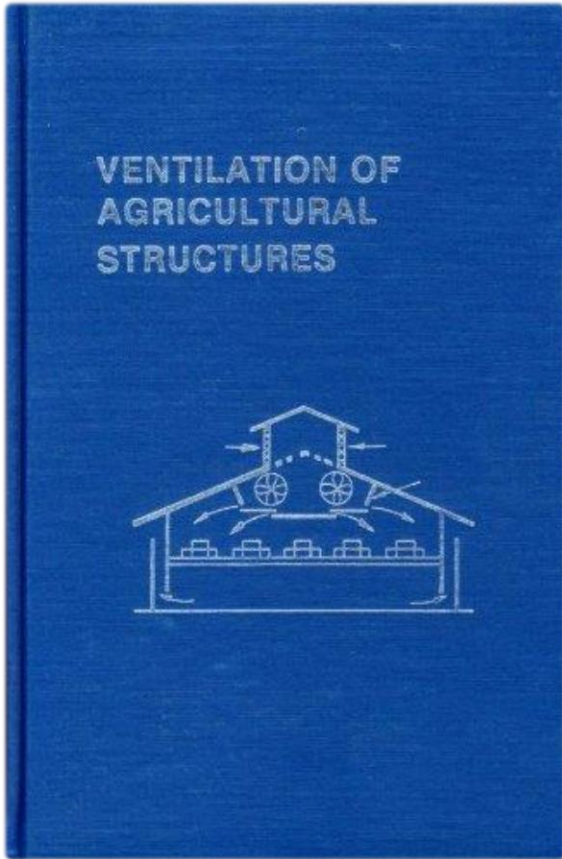
$$q_I + q_e + q_f + q_r = \pm(q_{cd} + q_g) + q_v + q_i + q_t + q_p \quad [1]$$

où:

- q_I = chaleur produite par le soleil
- q_e = chaleur produite par les équipements (lumières et moteurs)
- q_f = chaleur produite par l'unité de chauffage
- q_r = chaleur produite par la respiration
- q_{cd} = perte ou gain de chaleur par conduction (convection et radiation)
- q_g = perte ou gain de chaleur par le sol
- q_v = perte de chaleur par la ventilation ($q_v = q_{v\text{ sensible}} + q_{v\text{ latente}}$)
- q_i = perte de chaleur par les infiltrations ($q_i = q_{i\text{ sensible}} + q_{i\text{ latente}}$)
- q_t = perte de chaleur par la radiation thermique
- q_p = perte de chaleur par la photosynthèse

Cependant, puisque trop difficile à appliquer sur l'ensemble des serres de la province, l'équation a été simplifiée pour de conserver que les paramètres les plus importants:

$$q_I + q_f = q_{cd} + q_i \quad [2]$$



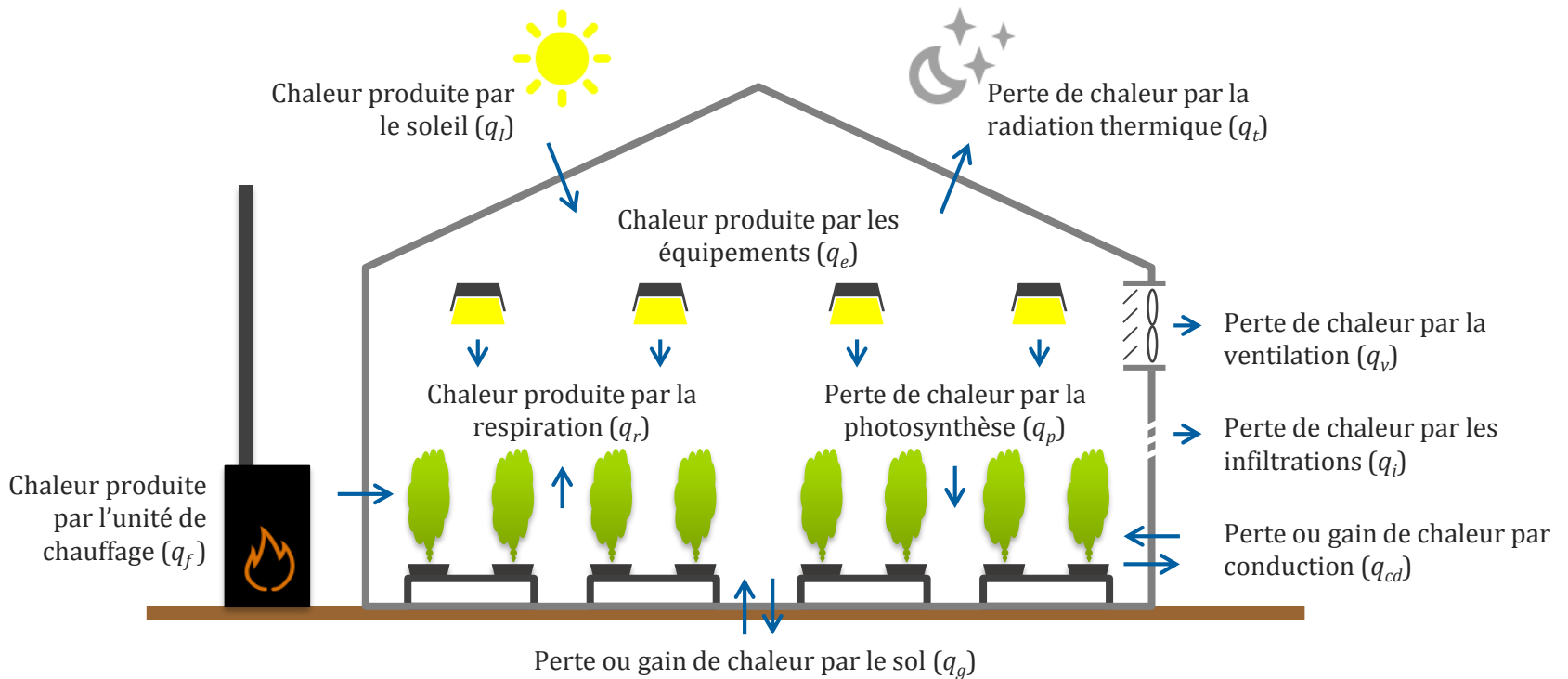


Figure 3. Schéma des pertes et gains de chaleur dans une serre

Bilan de chaleur

$$q_f = q_{cd} + q_i - q_l \quad [3]$$

$$q_{cd} = UA(t_i - t_o) \quad [4]$$

$$q_i = 0,5NV(t_i - t_o) \quad [5]$$

$$q_l = \tau IA_f \quad [6]$$

La puissance de chauffage à fournir est donc la somme des pertes de chaleur par conduction et par infiltration moins la chaleur produite par le soleil (Équation n° 3). Les équations utilisées pour déterminer la puissance de chauffage sont basées sur les méthodologies présentées dans ASHRAE (2005) et dans Aldrich & Bartok (1994).

La perte ou le gain de chaleur par conduction (q_{cd}) est calculé à partir de l'équation n° 4 pour toutes les sections de la serre (mur inférieur, mur supérieur, pignon, toit et périmètre). Dans cette équation, U constitue le coefficient de transfert de chaleur des matériaux de recouvrement de la serre ($W/m^2 \cdot K$); A désigne la surface exposée (m^2); et t_i et t_o , respectivement les températures intérieure et extérieure de conception ($^{\circ}C$).

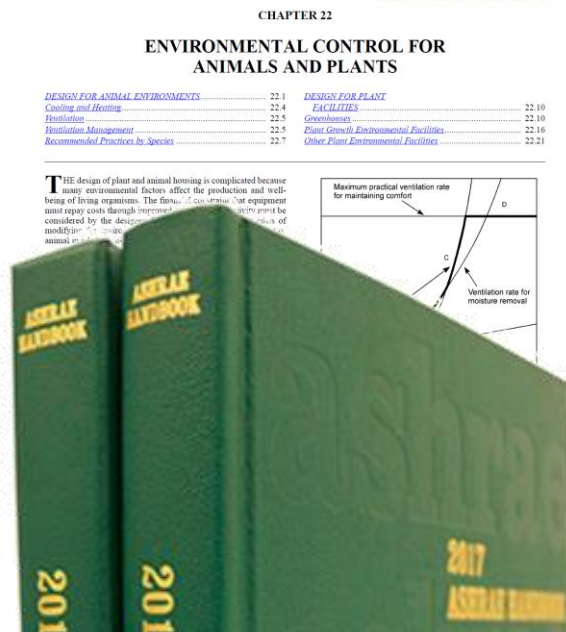
Le Tableau 2 renferme les valeurs des coefficients de transfert de chaleur des composantes utilisées dans le projet. Coefficient U du périmètre a été fixé à

0,7 $W/m \cdot K$ lorsqu'il était isolé et à 1,4 $W/m \cdot K$ lorsqu'il n'était pas isolé (Aldrich & Bartok, 1994).

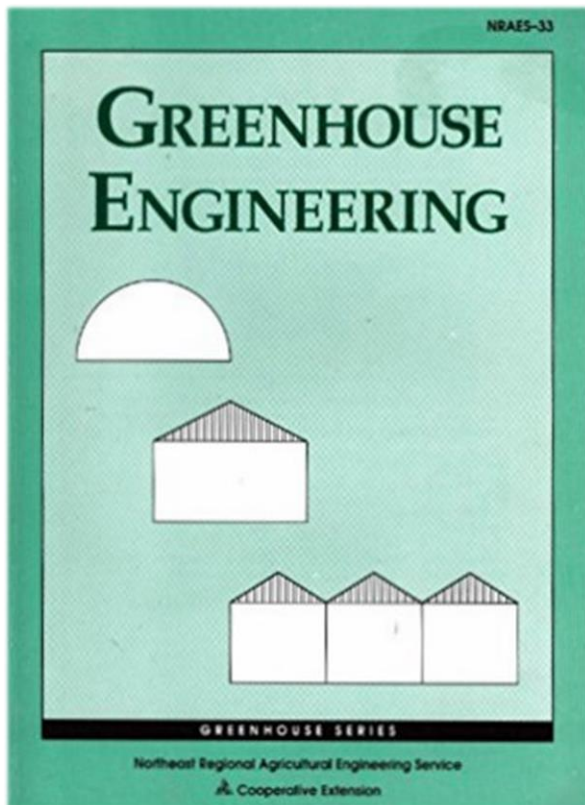
Les pertes de chaleur par les infiltrations sont calculées à partir de l'équation n° 5, à l'intérieure de laquelle, N symbolise le nombre de changements d'air toutes les heures (fixé à 0,8 [moyenne de 0,6 et 1,0 de l'ASHRAE]); et V , le volume de la serre (m^3).

Tableau 2. Coefficients de transfert de chaleur utilisés dans le projet

Composantes	U ($W/m^2 \cdot K$)
Polyéthylène simple et verre simple	6,25
Polyéthylène double	4,0
Mur inférieur isolé	0,45
Mur nord isolé	0,4
Polyéthylène double avec écran thermique	2,5



Bilan de chaleur



La chaleur produite par le soleil (q_l) est calculée à partir de l'équation n° 6. Dans cette équation, τ représente la transmittance (la quantité de lumière que laisse passer les matériaux, %), I désigne l'intensité solaire sur une surface horizontale (W/m^2) et A_p la surface de plancher de la serre (m^2).

La transmittance varie en fonction de l'angle du soleil par rapport à une surface horizontale. Puisqu'il est difficile d'estimer de façon précise la quantité d'énergie solaire transformée en chaleur à l'intérieur de la serre sans passer par un calcul complexe, plusieurs auteurs proposent des moyens de simplifier le calcul.

Aldrich & Bartok (1994) recommandent de multiplier la transmittance par une valeur de 0,6 lorsque l'angle du soleil n'est pas connu.

Dans Hellickson & Walker (1983), la transmittance aux rayons du soleil pour le verre simple ou le polyéthylène simple est d'environ 90 %, et de 79 % pour le polyéthylène double. Multiplié par 0,6 comme le suggère Aldrich & Bartok (1994), la valeur obtenue se situe entre 0,48 et 0,54.

Dans le logiciel Virtual Grower développé par le USDA, le calcul de la chaleur produite par le soleil est simplifié en multipliant l'énergie produite par le soleil par un facteur de 0,33 (USDA, 2015).

Dans ce projet, dans le but de faciliter les calculs, la chaleur produite par le soleil a été multipliée par un facteur de 0,5, peu importe le type de serre. Les valeurs d'intensité solaire utilisées sont les valeurs moyennes mensuelles pour la ville de Saint-Hyacinthe (Tableau 3; Ressources naturelles Canada, 2016).

Tableau 3. Intensités solaires moyennes pour Saint-Hyacinthe (W/m^2)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
64	104	152	184	220	241	240	205	150	96	56	49	147

Énergie consommée

À la suite du calcul de la puissance de chauffage, **la quantité d'énergie consommée** mensuellement (F , unité/mois) a été estimée à l'aide de l'équation n° 7 (Aldrich & Bartok, 1994).

$$F = \frac{(24 \text{ h} \times 3600 \text{ J/Wh})DJ q_f}{C E (t_i - t_o)} \quad [7]$$

Dans cette équation, DJ représente les degrés jour de chauffage ($^{\circ}\text{C}/\text{mois}$), q_f la puissance maximale de chauffage à la température de conception (W), C la puissance calorifique de la source d'énergie ($\text{J}/\text{unité}$) et E l'efficacité du système de chauffage (décimale). Les valeurs de C et E , sont regroupées au Tableau 4.

L'équation n° 7 a ensuite été adaptée pour calculer les consommations d'énergies selon différentes consignes de températures de jour et de nuit, et en combinaison ou non avec l'utilisation d'un écran thermique.

Tableau 4. Valeur calorifique et efficacité énergétique des différentes sources d'énergie

	Valeur calorifique (kJ/unité)	Efficacité énergétique (%)*
Électricité (kWh)	3 600	80
Mazout n° 2 (L)	38 850	75
Gaz naturel (m^3)	37 890	80
Gaz propane (L)	25 529	80
Granule de bois (kg)	20 000	80

* Inklus l'efficacité du combustible, ainsi que l'efficacité du système de distribution de la chaleur.

Énergie consommée

Comme toutes les serres ne sont pas en exploitation 12 mois par année. Les six modèles de serre développés ont par la suite été répartis en fonction du nombre de mois d'utilisation. Avec l'aide des représentants des PSQ, les mois d'utilisations ont été définis comme à la Figure 4. Par exemple, les serres utilisées deux mois par année le sont en mars et avril, celles utilisées trois mois par année le sont en mars, avril et mai, et ainsi de suite.

Pour chacun des six modèles, les consommations d'énergie ont été calculées en m²/mois, et par la suite, réparties en fonction des mois d'utilisation et des types d'énergie utilisés pour le chauffage selon la répartition présentée à la Figure 5 et les valeurs présentées dans le rapport du Groupe AGECO (2011a).

Plusieurs calculs préliminaires ont été effectués pour s'assurer que l'estimation produite était la plus près possible de la réalité. Le présent calcul a été ajusté en

réduisant les degrés-jours (de 18 à 10°C; Tableau 5) pour que les dépenses énergétiques calculées soient semblables à celles présentées dans les tableaux de Statistique Canada, soit environ 23 millions \$.

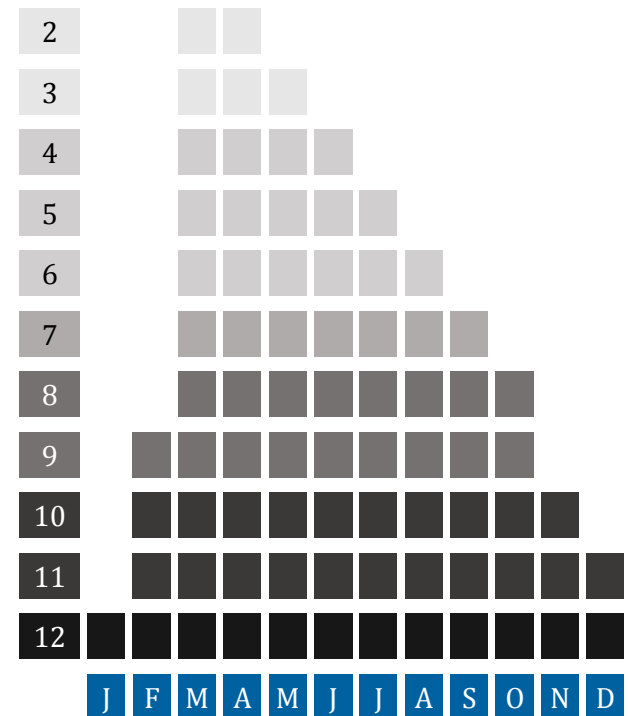


Figure 4. Mois de production

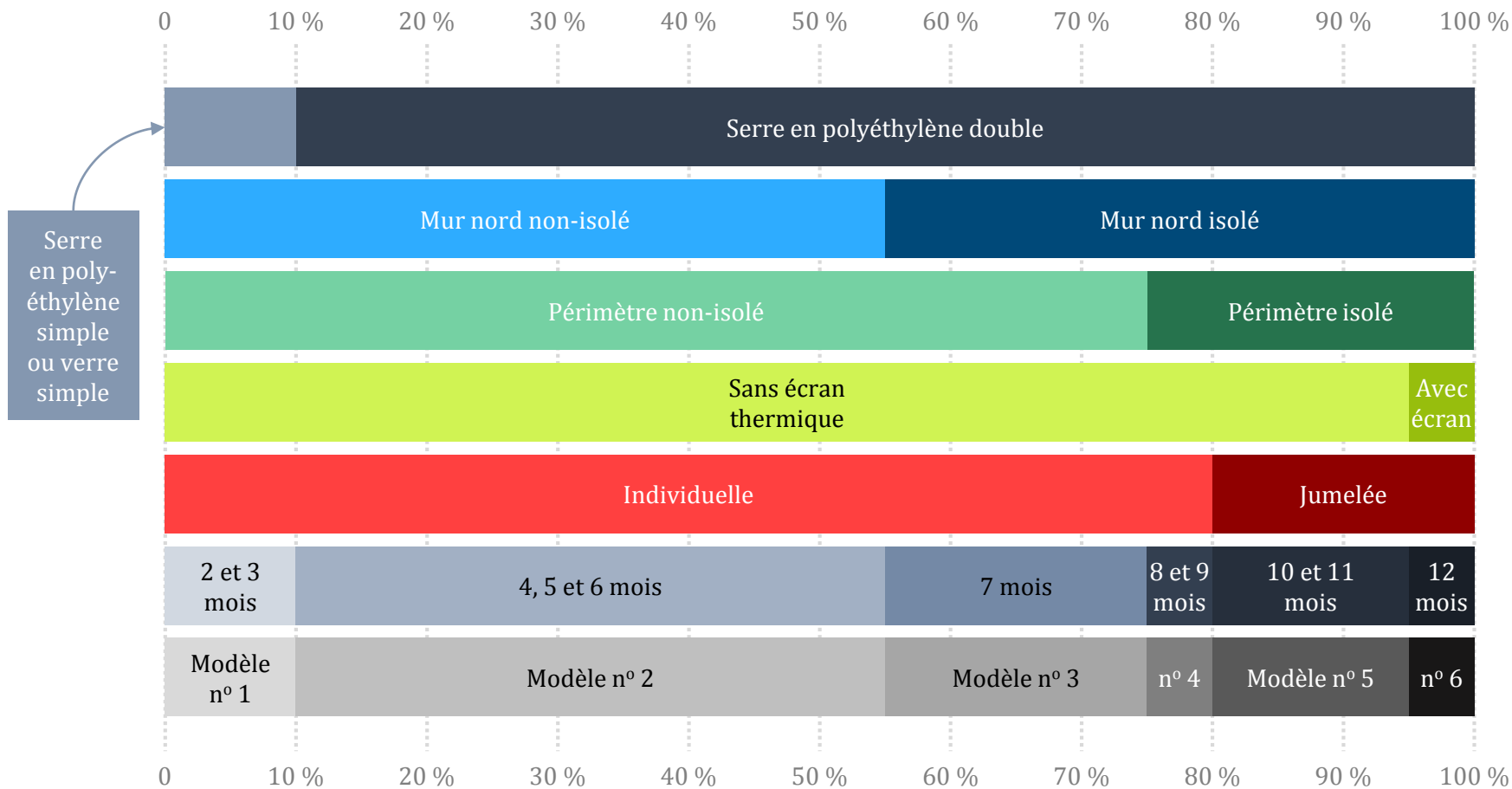
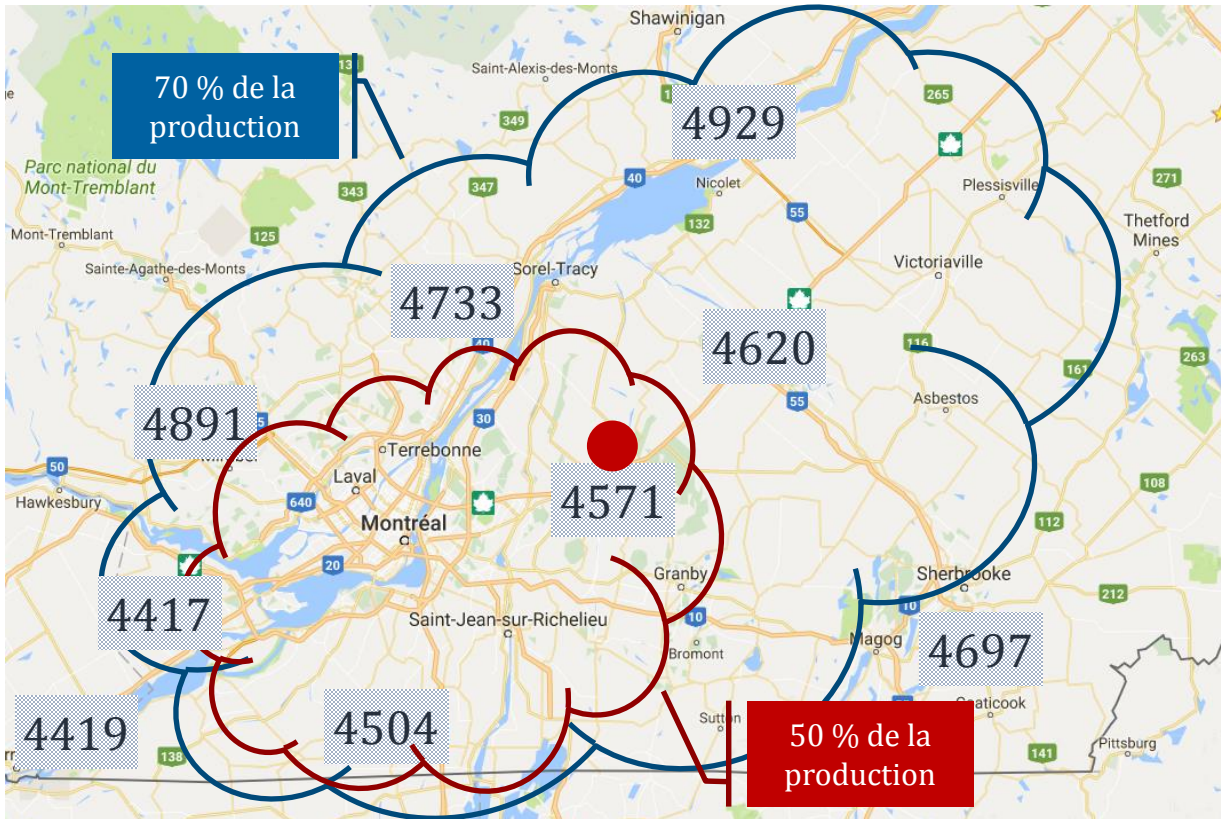


Figure 5. Caractéristiques des six modèles de serre et mois d'utilisation



Comme il est pratiquement impossible de localiser toutes les serres du Québec et d’y associer les caractéristiques permettant un calcul précis des pertes de chaleur, il a été décidé d’utiliser une valeur moyenne par la sélection d’une ville située le plus possible au centre de la répartition géographique de la production (Figure 6).

La sélection de Saint-Hyacinthe s’est donc faite de façon arbitraire, puisque la ville est située au centre de la région qui englobe 70 % de la production en serre au Québec. De plus, la ville est située dans une région qui englobe 50 % de la production.

Figure 6. Exemples de degrés-jours de chauffage (< 18°C) pour différentes localités au Québec

Tableau 5. Valeurs des degrés-jours de chauffage pour la ville de Saint-Hyacinthe (source: www.climat-quebec.qc.ca)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Degrés-jours < 10°C	636	540	393	141	16	0	0	0	7	90	264	520	2 608
Degrés-jours < 18°C	884	766	641	363	156	38	9	23	117	305	501	768	4 571

Émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de GES ont été calculées en multipliant les quantités d'énergies consommées par leurs facteurs d'émissions respectifs (Tableau 6; Environnement Canada, 2015).

Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été converties en équivalent CO₂ (CO₂e) en utilisant un potentiel de réchauffement climatique de 25 pour le CH₄ et de 298 pour le N₂O.

Puisqu'il est difficile de déterminer de façon précise les types d'huiles usées utilisées, les coefficients d'émissions de l'huile lourde ont été retenus.

Pour la même raison, les coefficients d'émissions du bois ont été employés pour établir les émissions produites par la combustion de la biomasse et des granules de bois. Il est important de noter que puisqu'elles sont de source biogénique, les émissions de CO₂ du bois, de même que pour la biomasse et les granules de bois, ne sont pas comptabilisées dans le total.

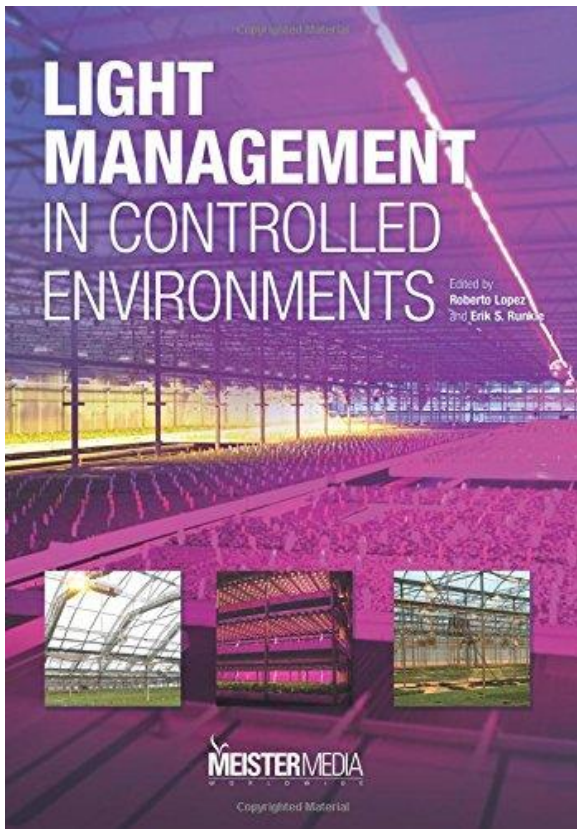
Il ne faut pas oublier que les émissions de GES comptabilisées dans ce projet incluent seulement les émissions produites par l'unité de chauffage sur le site de la ferme.

Le calcul des émissions de GES associées à la production et au transport des différents combustibles ne faisait pas partie du mandat.

Tableau 6. Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre des différentes sources d'énergie

Source d'énergie	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Mazout n° 2 (g/L)	2 753	0,026	0,031
Gaz naturel (g/m ³)	1 887	0,037	0,035
Gaz propane (g/L)	1 515	0,024	0,108
Huile usée (g/L)	3 156	0,057	0,064
Bois (g/kg)	840	0,090	0,060

Éclairage



La quantité d'énergie consommée par l'éclairage a été évaluée selon la méthodologie présentée dans Lopez & Runkle (2017).

Les calculs tiennent compte de :

- Photopériode (heure);
- Intensité lumineuse ($\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$ ou $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$);
- Type de lampes (HPS ou DEL);
- Puissance des lampes (W/lampe);
- Efficacité des lampes ($\mu\text{mol}/\text{Joule}$).

Cependant, les paramètres suivants n'ont pas été considérés :

- Couleur (longueur d'onde);
- Hauteur d'installation;
- Chaleur produite;
- Vieillesse des lampes.

Cinq types de lampes ont été retenus (Tableau 7), soit trois lampes HPS (High-pressure sodium) et deux lampes DEL (diode électroluminescente).

Les calculs ont été effectués pour trois stratégies d'éclairage : 1 400, 2 800 et 4200 heures, représentant respectivement pour les mois d'hiver, 6, 12 et 18 heures d'éclairage par jour. La répartition annuelle du nombre d'heures d'éclairage est présentée à la Figure 7.

Les calculs ont aussi été réalisés pour quatre intensités lumineuses, soit 3, 6, 9 et 12 $\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{j}$.

Tableau 7. Caractéristiques des lampes étudiées dans le projet

	Puissance (W/lampe)	Efficacité ($\mu\text{mol}/\text{J}$)
HPS (ballast magnétique)	400	1,0
HPS (ballast magnétique)	1 000	1,3
HPS (ballast électronique)	1 000	1,7
DEL	200	2,0
DEL	200	2,5

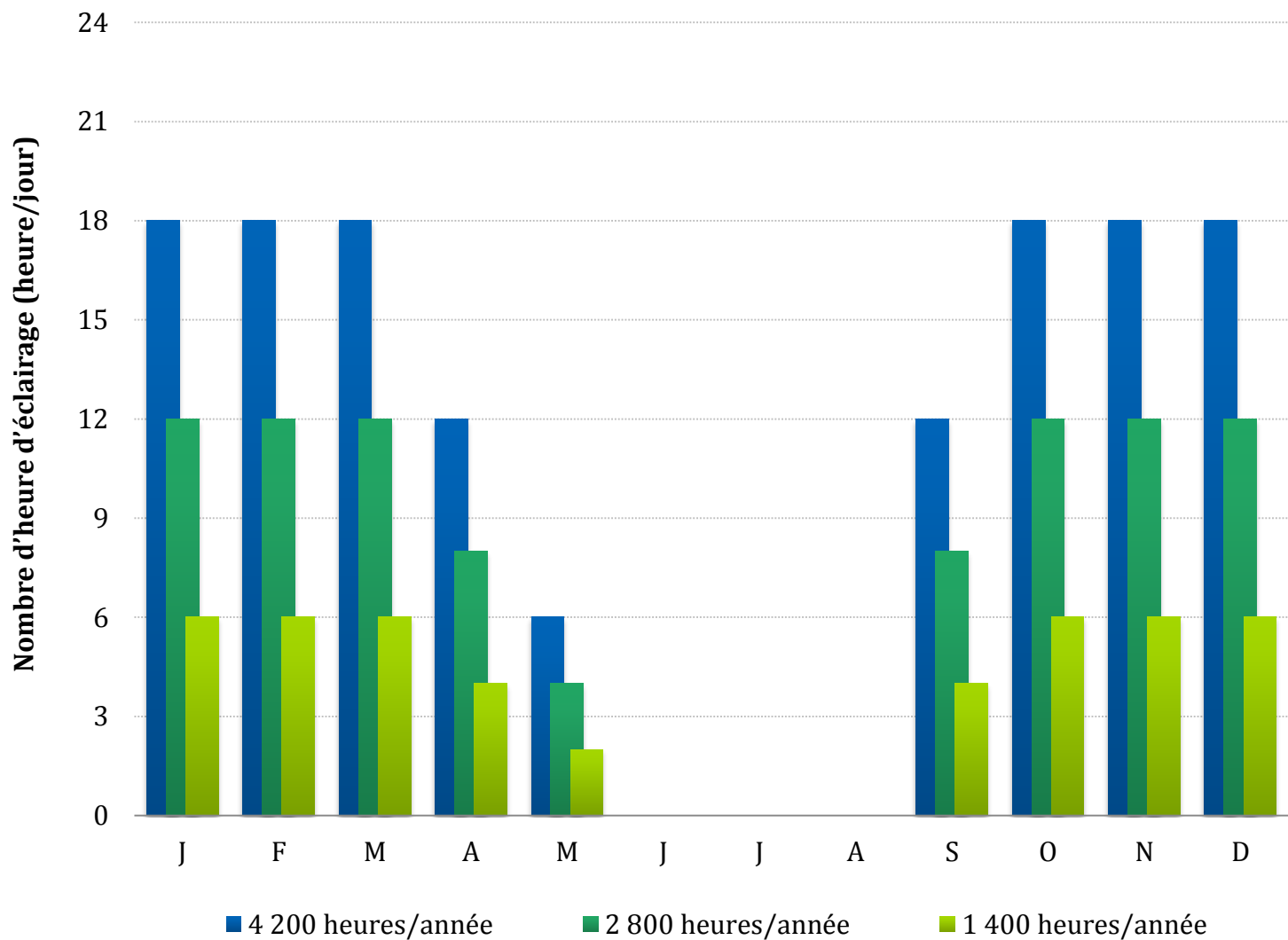


Figure 7. Stratégies d'éclairage pour les douze mois de l'année

Résultats

Chauffage

Éclairage

Chauffage et évolution des superficies

Superficies en production

Les Figures 8 et 9 présentent, pour les années 2010 à 2020, l'évolution des superficies selon le type de culture et le mode la source d'énergie utilisée pour le chauffage.

Avoisinant les 2 600 000 m², année après année, les superficies en production sont restées relativement stables entre 2010 et 2015.

Les figures 8 et 9 montrent une augmentation marquée des superficies à partir de 2016. Selon les prédictions réalisées par les PSQ, les superficies totales en production devraient atteindre près de 3 700 000 m² en 2020. Un accroissement de 40 % en cinq ans.

D'ici 2020, la plus forte augmentation de superficie est imputable à la production de légumes. Durant cette période, les superficies en légume devraient croître d'environ 930 000 à 1 525 000 m². Les superficies dédiées à l'horticulture ornementale devraient augmenter de 1 400 000 à 1 800 000 m². Les superficies de la catégorie « autres » devraient quant à elle, passer de 290 000 à 374 000 m².

Superficies chauffées

Avec une réduction de 10 % par années, les superficies chauffées au mazout n° 2 passent de 1 431 000 m² en 2015 à 845 000 m² en 2020. Cette réduction de superficie équivaut à une diminution de 6 741 000 litres de mazout.

Chauffage et émission de gaz à effet de serre

Émissions de GES

La courbe d'évolution des émissions de GES est présentée sur les deux graphiques aux figures 8 et 9.

Entre 2010 et 2015, les émissions fluctuent légèrement en fonction des superficies en se maintenant sous la barre des 70 000 t CO₂e/année.

À partir de 2016, les émissions diminuent principalement en raison du remplacement du mazout n° 2 et de l'huile usée par la biomasse et par le fait que les nouvelles superficies sont, en théorie, chauffées à l'électricité.

Selon les prédictions, en 2020, les émissions de GES liées au chauffage devraient atteindre 46 985 t CO₂e/année. Une diminution d'environ 20 500 t CO₂e/année ou 30 % par rapport aux émissions 2015.

Plus de 90 % de la réduction des émissions de GES est attribuable au remplacement du mazout n° 2 tandis que le reste est dû à la substitution de l'huile usée.

Advenant le cas que la biomasse prendrait une place plus importante que l'électricité dans le remplacement du mazout n° 2 et de l'huile usée, ce changement aurait peu d'impact sur les émissions de GES produites à la ferme. Par contre, il ne faut pas oublier de tenir compte des émissions issues de la production de la biomasse qui risquent d'être plus élevées que celles de l'électricité.

Trois exemples de calcul d'énergie consommée par m² de serre et d'émissions de GES en kg CO₂e/m² sont présentés en annexe.

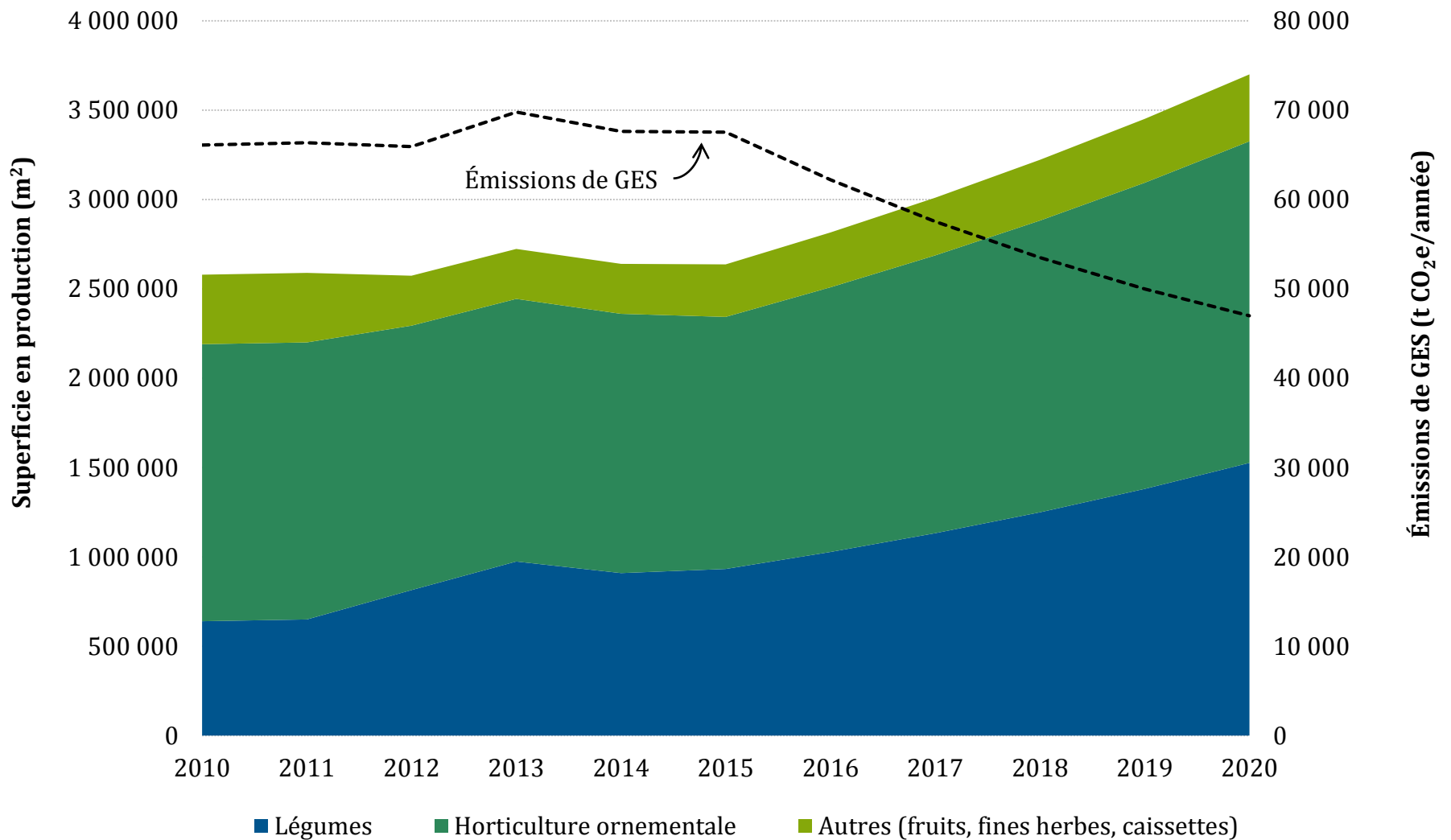


Figure 8. Émissions de gaz à effet de serre et évolution des superficies en production selon le type de culture

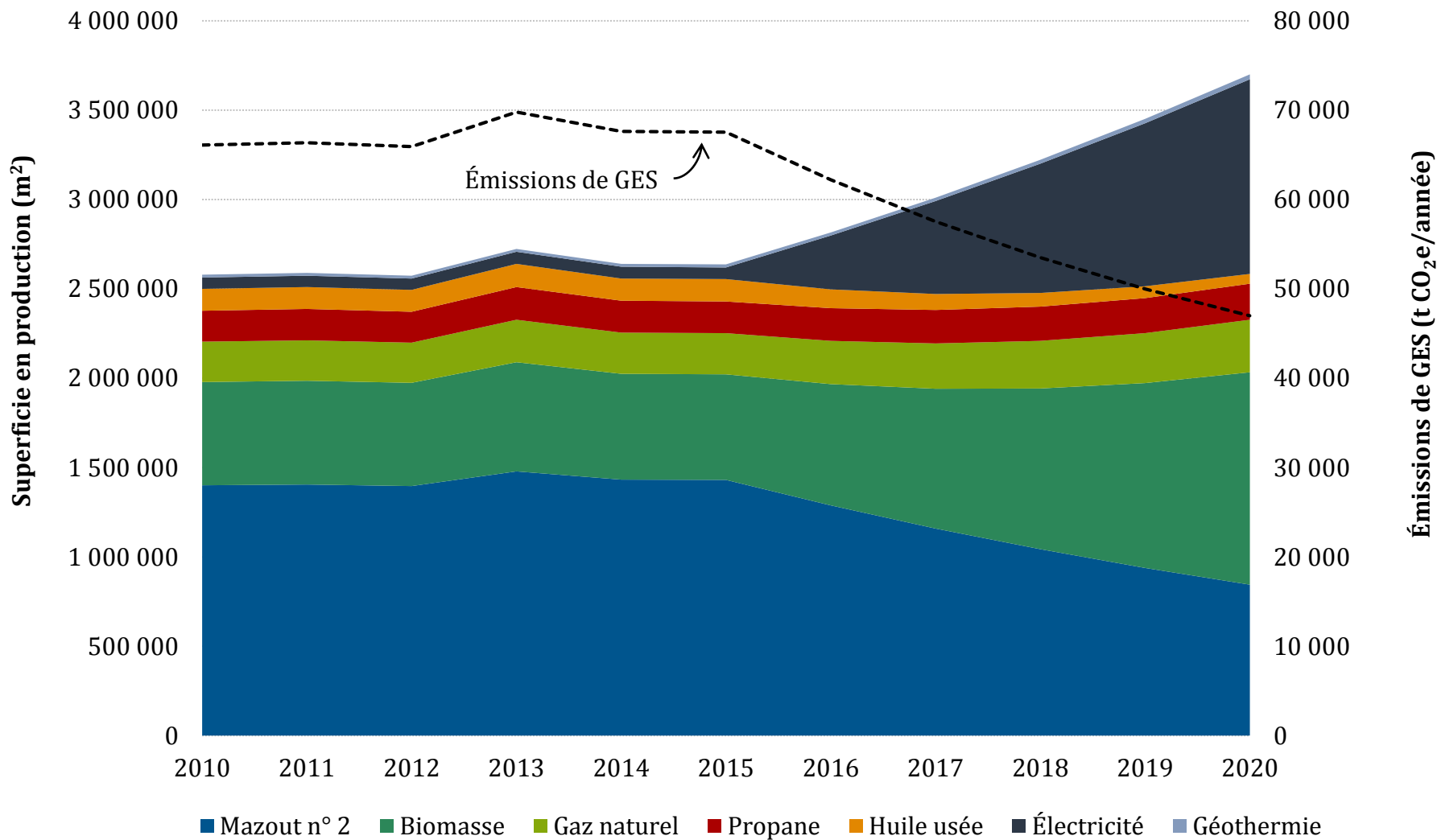


Figure 9. Émissions de gaz à effet de serre et évolution des superficies en production selon le type d'énergie utilisé pour le chauffage

Éclairage et consommation d'énergie

La Figure 10 présente la consommation d'électricité, en kWh/m²·année, en fonction du nombre d'heures d'éclairage par année, selon le type de lampe utilisé et les scénarios décrits précédemment.

Par exemple, une lampe HPS de 400 W consomme entre 258 et 775 kWh/m²·année pour un nombre d'heures d'éclairage variant entre 1 400 et 4 200 h/année. Tandis qu'une lampe DEL de 200 W consomme entre 26 et 78 kWh/m²·année pour les mêmes périodes d'éclairage.

Il y aurait, selon les estimations, actuellement environ 10 % des superficies en serre qui sont éclairées (PSQ, 2016 et Dionne et al., 2013). Cependant, il est difficile de connaître les stratégies d'éclairage utilisées par les producteurs.

Il est encore plus difficile de prédire l'avenir et l'impact du développement technologique sur ces dernières. Cependant, avec l'accroissement des superficies cultivées en légumes, les superficies éclairées devraient augmenter. Une majoration de 15 % des superficies éclairée semble donc probable.

Une estimation simple peut par contre être réalisée. Par exemple si en 2020, 25 % des superficies sont éclairées avec des lumières consommant 200 kWh/m²·année, et que la période d'éclairage moyenne est de 2 800 heures, la consommation d'électricité reliée à l'éclairage sera de 185 000 000 kWh.

Consommation d'électricité lié à l'éclairage en 2020, si 25% des superficies en serre sont éclairées avec des lampes consommant 200 kWh/m²·an:

$$3\,700\,000\text{ m}^2 \times 25\% \times 200\text{ kWh/m}^2\cdot\text{an} \\ = 185\,000\,000\text{ kWh/année}$$

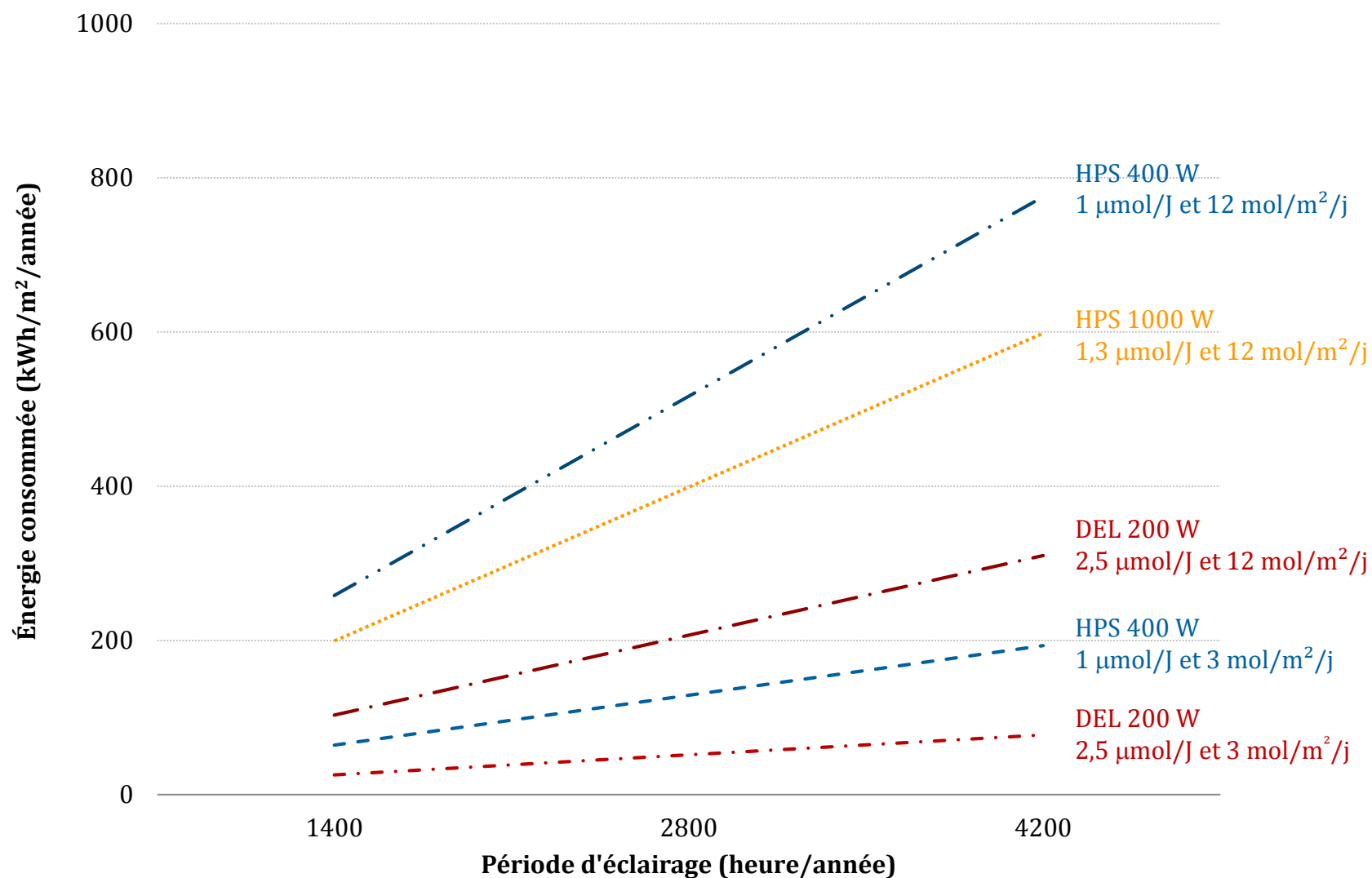


Figure 10. Consommation d'électricité en fonction du nombre d'heures d'éclairage et du type de lampe

Conclusion

L'objectif général de ce projet était d'identifier les besoins énergétiques des entreprises séricoles afin de cibler les sources d'énergie pouvant réduire l'utilisation de produits pétroliers de 40 %. Le mandat donné à l'IRDA à l'intérieur de ce projet consistait à évaluer les besoins énergétiques et à estimer les émissions de GES liés au chauffage et à l'éclairage des serres.

Selon les prédictions, les superficies totales en production devraient atteindre près de 3 700 000 m² en 2020. Un accroissement de 40 % en cinq ans. D'ici 2020, la plus forte augmentation de superficie est imputable à la production de légumes.

Selon les prédictions, en 2020, les émissions de GES liées au chauffage devraient atteindre 46 985 t CO₂e/année. Une diminution d'environ 20 500 t CO₂e/année ou 30 % par rapport aux émissions 2015.

Plus de 90 % de la réduction des émissions de GES est attribuable au remplacement du mazout n° 2 tandis que le reste est dû à la substitution de l'huile usée.

Une réduction de 10 % par années, des superficies chauffées au mazout n° 2 équivaut à une diminution de consommation de 6 741 000 litres de mazout.

L'évaluation réalisée est approximation du potentiel de réduction des émissions de GES du secteur séricole. Un meilleur portrait de la production, incluant une caractérisation plus précise des stratégies de chauffage préconisées, permettrait d'obtenir une estimation plus réaliste des émissions de GES.

D'ici là, les valeurs présentées dans ce rapport peuvent tout de même être utilisées pour établir des cibles de réduction des GES.

Références

- Aldrich, R. A. & J. W. Bartok. 1994. Greenhouse Engineering. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES-33). 158 pages et annexes.
- ASHRAE. 2005. Chapter 10 – Environmental control for animals and plants. ASHRAE Handbook Fundamentals. 22 pages.
- Dionne, L., C. Berger, G. Cadotte & M. Girouard. 2013. Étude sur les performances agronomique, énergétique et économique que peuvent procurer les lampes à diodes électroluminescentes (DEL) de technologie récente aux principales cultures [...]. Rapport CDAQ. 164 pages et annexes.
- Environnement Canada. 2015. Rapport d'inventaire national 1990-2013: sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. 233 pages et annexes.
- Groupe AGECO. 2011a. Infrastructures et adoptions technologiques sur les entreprises serricoles du Québec (légumes et production ornementale). 59 pages.
- Groupe AGECO. 2011b. Portrait québécois et diagnostic de la production de légumes de serre et opportunités de développement. Rapport final. 105 pages.
- Hellickson, M. A. & J. N. Walker. 1983. Ventilation of agricultural structures. ASAE Monograph No 6. 372 pages.
- MAPAQ & ISQ. 2016, Profile sectoriel de l'industrie horticole au Québec. 107 pages.
- MAPAQ & ISQ. 2012, Profile sectoriel de l'industrie horticole au Québec. 109 pages.
- PSQ. 2016. Cibles de croissance – Industrie serricole – 2016-2020. Assemblée générale annuelle. 17 novembre 2016.
- Ressources naturelles Canada. 2016. Base de données d'ensoleillement et de potentiel photovoltaïque (PV) des municipalités canadiennes. En ligne [<http://www.rncan.gc.ca/18367>]
- Runkle, E. & R. Lopez. 2017. Light Management in Controlled Environments. Meister Media Worldwide. 180 pages.
- Statistiques Canada. 2017. Tableaux 001-0006, 001-0047, 001-0052 et 001-0053. En ligne [<http://www.statcan.gc.ca/fra/sujets/Agriculture?HPA=1>].
- USDA. 2015. Virtual Grower. Version 3.1. 52 pages.

Annexe

Exemple de consommation d'énergie
et d'émissions de GES

Exemple

Serre jumelée

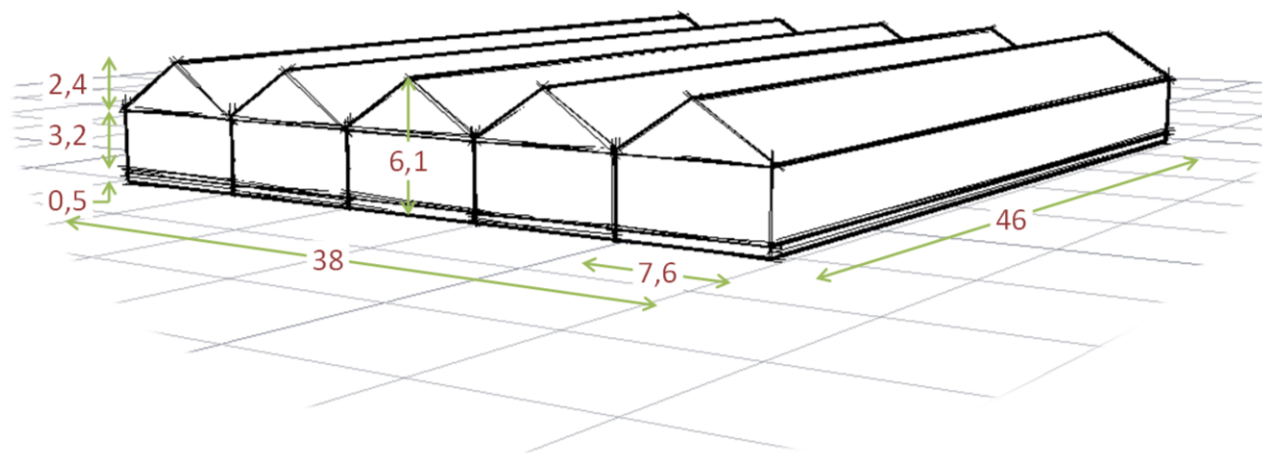
Région de Saint-Hyacinthe

Superficie totale = 1750 m²

5 chapelles de 7,6 m x 46 m

Hauteur totale de 6,1 m

Polyéthylène double



Énergie consommée par m² de serre

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Électricité (kWh/m ²)	914	177	153	128	73	31	8	2	5	23	61	100	154
Mazout n° 2 (L/m ²)	90	17	15	13	7	3	1	0	0	2	6	10	15
Gaz naturel (m ³ /m ²)	87	17	15	12	7	3	1	0	0	2	6	10	15
Gaz propane (L/m ²)	129	25	22	18	10	4	1	0	1	3	9	14	22
Granule de bois (kg/m ²)	164	32	28	23	13	6	1	0	1	4	11	18	28

Émissions de GES kg CO₂e/m²

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mazout n° 2	250	48	42	35	20	9	2	0	1	6	17	27	42
Gaz naturel	165	32	28	23	13	6	1	0	1	4	11	18	28
Gaz propane	199	39	33	28	16	7	2	0	1	5	13	22	34
Granule de bois	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Exemple n° 1. Serre jumelée en polyéthylène double sans isolation du mur nord et du périmètre, température de consigne à 18°C le jour et la nuit

Énergie consommée par m² de serre

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Électricité (kWh/m ²)	847	164	142	119	67	29	7	2	4	22	57	93	142
Mazout n° 2 (L/m ²)	84	16	14	12	7	3	1	0	0	2	6	9	14
Gaz naturel (m ³ /m ²)	80	16	13	11	6	3	1	0	0	2	5	9	14
Gaz propane (L/m ²)	119	23	20	17	9	4	1	0	1	3	8	13	20
Granule de bois (kg/m ²)	152	29	26	21	12	5	1	0	1	4	10	17	26

Émissions de GES kg CO₂e/m²

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mazout n° 2	231	45	39	32	18	8	2	0	1	6	15	25	39
Gaz naturel	153	30	26	21	12	5	1	0	1	4	10	17	26
Gaz propane	185	36	31	26	15	6	2	0	1	5	12	20	31
Granule de bois	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Exemple n° 2. Serre jumelée en polyéthylène double avec isolation du mur nord et du périmètre, température de consigne à 18°C le jour et la nuit

Énergie consommée par m² de serre

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Électricité (kWh/m²)	700	135	117	98	56	24	6	1	4	18	47	77	118
Mazout n° 2 (L/m²)	69	13	12	10	5	2	1	0	0	2	5	8	12
Gaz naturel (m³/m²)	66	13	11	9	5	2	1	0	0	2	4	7	11
Gaz propane (L/m²)	99	19	17	14	8	3	1	0	0	3	7	11	17
Granule de bois (kg/m²)	126	24	21	18	10	4	1	0	1	3	8	14	21

Émissions de GES kg CO₂e/m²

	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mazout n° 2	191	37	32	27	15	7	2	0	1	5	13	21	32
Gaz naturel	126	24	21	18	10	4	1	0	1	3	8	14	21
Gaz propane	153	30	26	21	12	5	1	0	1	4	10	17	26
Granule de bois	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Exemple n° 3. Serre jumelée en polyéthylène double avec isolation du mur nord et du périmètre, avec écran thermique la nuit, et $t_{\text{jour}} = 18^{\circ}\text{C}$ et $t_{\text{nuit}} = 13^{\circ}\text{C}$