



# Effet de la gestion dynamique du climat sur la consommation d'énergie et la production d'annuelles en serres ornementales

Rapport Final - Projet PSIH11-1-636

Projet réalisé dans le cadre du  
Programme de soutien à l'innovation horticole  
du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du  
Québec

Par :

Émilie Lemaire, M.Sc., agr., chargée de projets  
Suzanne Simard, B. Sc., assistante aux chargés de projets



Le 7 février 2014

**Cette recherche a été réalisée grâce à une aide financière accordée dans le cadre du  
Programme de soutien à l'innovation horticole du ministère de l'Agriculture, des  
Pêcheries et de l'Alimentation**

**Ministère  
de l'Agriculture,  
des Pêcheries  
et de l'Alimentation**

**Québec**



## Table des matières

<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>5</b>
<b>1    DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>5</b>
1.1    OBJECTIF .....	5
<b>2    MATÉRIEL ET MÉTHODES .....</b>	<b>6</b>
2.1    DESCRIPTION DES SERRES .....	6
2.1.1 <i>Les Serres et Jardins Girouard inc.</i> .....	6
2.1.2 <i>Les Serres René Fontaine inc.</i> .....	6
2.2    GESTION DU CLIMAT .....	6
2.2.1 <i>Gestion traditionnelle</i> .....	6
2.2.2 <i>Gestion dynamique</i> .....	7
2.3    MATÉRIEL VÉGÉTAL ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL .....	8
2.4    PRISE DE DONNÉES AGRONOMIQUES.....	9
2.4.1 <i>Taille des plants</i> .....	9
2.4.2 <i>Longueur des tiges et entre-nœuds</i> .....	10
2.4.3 <i>Production de fleurs</i> .....	10
2.4.4 <i>Analyses statistiques</i> .....	10
2.5    BILAN ÉNERGÉTIQUE .....	10
2.5.1 <i>Prise de données</i> .....	11
2.5.2 <i>Traitement des données</i> .....	11
<b>3    RÉSULTATS .....</b>	<b>12</b>
3.1    HAUTEUR DES PLANTS .....	12
3.1.1 <i>Les Serres René Fontaine</i> .....	12
3.1.2 <i>Les Serres et Jardins Girouard</i> .....	14
3.2    LARGEUR DE PLANTS.....	16
3.2.1 <i>Les Serres René Fontaine</i> .....	16
3.2.2 <i>Les Serres et Jardins Girouard</i> .....	18
3.3    LONGUEUR DES TIGES ET DES ENTRE-NŒUDS.....	20
3.3.1 <i>Les Serres René Fontaine</i> .....	20
3.3.2 <i>Les Serres et Jardins Girouard</i> .....	23
3.4    PRODUCTION DE FLEURS .....	25
3.4.1 <i>Les Serres René Fontaine</i> .....	25
3.4.2 <i>Les Serres et Jardins Girouard</i> .....	27
3.5    INCIDENCE DES MALADIES FONGIQUES ET DES RAVAGEURS .....	28
3.6    BILAN ÉNERGÉTIQUE .....	29
3.6.1 <i>Les Serres René Fontaine</i> .....	29
3.6.2 <i>Les Serres et Jardins Girouard</i> .....	30
<b>4    CONCLUSIONS .....</b>	<b>35</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>37</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>37</b>
<b>ANNEXE 1 : DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL .....</b>	<b>38</b>

<b>ANNEXE 2 : JOURNÉES TRAITÉES POUR LE BILAN ÉNERGÉTIQUE CHEZ LES SERRES RENÉ FONTAINE .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE 3 : JOURNÉES TRAITÉES POUR LE BILAN ÉNERGÉTIQUE CHEZ LES SERRES ET JARDINS GIROUARD .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXE 4 : SERRES RENÉ FONTAINE : TEMPÉRATURE MOYENNE DE NUIT DES CONDUITS D'AIR CHAUD .....</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE 5 : SERRES ET JARDINS GIROUARD TEMPÉRATURE MOYENNE DE NUIT DES CONDUITS D'AIR CHAUD .....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXE 6 – FACTEURS D'ÉMISSION ET DE CONVERSION.....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE 7 : PHOTOS COMPARATIVES DES PLANTS, SERRES RENÉ FONTAINE 2012 .....</b>	<b>44</b>
<b>ANNEXE 8 : PHOTOS COMPARATIVES DES PLANTS, SERRES RENÉ FONTAINE 2013 .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE 9 : PHOTOS COMPARATIVES DES PLANTS, SERRES ET JARDINS GIROUARD 2012.....</b>	<b>50</b>
<b>ANNEXE 10 : PHOTOS COMPARATIVES DES PLANTS, SERRES ET JARDINS GIROUARD 2013...</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE 11 : SERRES RENÉ FONTAINE : CONSOMMATION D'ÉNERGIE BRUTE 2012-2013 (PROPANE EXPRIMÉ EN LITRES) .....</b>	<b>56</b>
<b>ANNEXE 12 : SERRES RENÉ FONTAINE : CONSOMMATION D'ÉNERGIE BRUTE 2012-2013 (PROPANE EXPRIMÉ EN KWH) .....</b>	<b>57</b>
<b>ANNEXE 13 : SERRES RENÉ FONTAINE : RATIOS D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES SERRES POUR 2012 ET 2013.....</b>	<b>58</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 Cultivars de calibrachoa, de géranium zonal et d'impatiens Nouvelle-Guinée utilisés en 2012.....	9
Tableau 2 Cultivars de dahlia, de géranium zonal et d'impatiens Nouvelle-Guinée utilisés en 2013.....	9
Tableau 3 Principales données recueillies et traitées pour effectuer les bilans énergétiques ....	11
Tableau 4 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012 .....	13
Tableau 5 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013 .....	14
Tableau 6 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012 .....	15
Tableau 7 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013 .....	16
Tableau 8 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012 .....	17
Tableau 9 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013 .....	18
Tableau 10 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012 .....	19
Tableau 11 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013 .....	20
Tableau 12 Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds le 11 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012.....	21
Tableau 13 Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds le 15 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013.....	22
Tableau 14 Longueur de la plus longue et distance moyenne entre les nœuds le 16 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012.....	23
Tableau 15 Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013 .....	24
Tableau 16 Nombre de fleurs ouvertes et de fleurs totales en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012 et 2013.....	25
Tableau 17 Pourcentage de dahlias, de géraniums et d'impatiens en fleurs chez les Serres René Fontaine en 2013.....	26

Tableau 18 Nombre de fleurs ouvertes et de fleurs totales en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013.....	27
Tableau 19 Pourcentage de dahlias, de géraniums et d'impatiens en fleurs chez les Serres et Jardins Girouard en 2013 .....	28
Tableau 20 Serres Jardins Girouard : consommation d'énergie brute ayant servi à la chauffe des serres 11 et 12 et pour les années 2012 et 2013 (gaz naturel exprimé en mètres cubes) .....	31
Tableau 21 Serres Jardins Girouard : consommation d'énergie brute ayant servi à la chauffe des serres 11 et 12 et pour les années 2012 et 2013 (gaz naturel exprimé en kWh) .....	32
Tableau 22 Serres Jardins Girouard : ratios d'efficacité énergétique des serres 11 et 12 pour l'année 2012 (kWh brut/m <sup>2</sup> / 100 DJc ou kWh brut/pi <sup>2</sup> / 100 DJc) .....	33
Tableau 23 Serres Jardins Girouard : ratios d'efficacité énergétique des serres 11 et 12 pour l'année 2013 (kWh brut/m <sup>2</sup> / 100 DJc ou kWh brut/pi <sup>2</sup> / 100 DJc) .....	34

## 1 Description du projet

La production de plantes annuelles est une des productions les plus énergivores au Québec. Le chauffage des serres ornementales peut représenter jusqu'à 30 % des charges d'exploitation et les coûts d'énergie proviennent principalement des combustibles consommés. Des solutions ont déjà été proposées pour économiser de l'énergie (toile thermique, emploi de matériaux plus isolants, utilisation de sources d'énergie alternatives), mais ces techniques ne sont pas accessibles à tous. Le présent projet tente donc de mettre à l'essai une approche qui utilise la gestion dynamique du climat plutôt que la gestion traditionnelle du climat en serre. Cette façon de faire optimise les conditions de croissance de la plante en fonction des conditions climatiques extérieures, tout en permettant de produire des plantes de haute qualité. Les contrôles de température y sont alors moins statiques qu'en gestion climatique traditionnelle. À titre d'exemple, quand les conditions lumineuses ne sont pas optimales pour la photosynthèse, alors la température de la serre est réduite. D'une durée de 2 ans, soit de l'hiver 2012 à l'hiver 2014, ce projet vise à permettre des économies énergétiques sans affecter la qualité des plantes produites ni le temps de production.

### 1.1 Objectif

L'objectif principal du projet est de mesurer les économies d'énergie réalisées en gestion dynamique du climat ainsi que d'évaluer la qualité des plantes annuelles produites et la durée de leur cycle de production sous ce mode de gestion.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

1. de comparer la consommation d'énergie d'une gestion traditionnelle à celle d'une gestion dynamique du climat;
2. d'évaluer l'effet de la gestion dynamique du climat sur la croissance des plantes et sur le cycle de production;
3. de comparer la qualité des regroupements de plantes et leur moment de vente avec l'utilisation de la gestion dynamique du climat;
4. d'évaluer l'incidence des maladies fongiques sur les regroupements de végétaux produits en gestion dynamique du climat;
5. d'évaluer l'incidence des ravageurs à l'intérieur des regroupements de végétaux produits en gestion dynamique;
6. de comparer les besoins d'application de régulateurs de croissance selon le type de gestion du climat (traditionnelle vs dynamique).



## 2 Matériel et méthodes

### 2.1 Description des serres

Le projet a été réalisé dans deux serres identiques chez deux producteurs, soit chez Les Serres et Jardins Girouard en Montérégie et Les Serres René Fontaine dans le Centre du Québec.

#### 2.1.1 Les Serres et Jardins Girouard inc.

L'essai de gestion du climat en 2012 s'est déroulé dans la serre 11 en gestion traditionnelle et la serre 12 en gestion dynamique. Les gestions ont été inversées pour la deuxième année du projet. Les deux serres sont des tunnels individuels de 30 pieds de largeur par 145 pieds de longueur recouverts avec un double polyéthylène soufflé. La ventilation de ces serres s'effectue naturellement grâce au toit ouvrant. Chaque serre possède sa propre sonde de température et est chauffée indépendamment par deux fournaies de 140 000 BTU/h de puissance brute situées à chaque extrémité de la serre. Les fournaies fonctionnent au gaz naturel. La gestion du climat est assurée par un système automatisé de contrôle de l'environnement de type Damatex.

#### 2.1.2 Les Serres René Fontaine inc.

L'essai de gestion du climat en 2012 s'est déroulé dans la serre 16 en gestion traditionnelle et la serre 18 en gestion dynamique. Les gestions ont été inversées pour la deuxième année du projet. Les deux serres sont des tunnels individuels de 27 pieds de largeur par 150 pieds de longueur recouverts avec un double polyéthylène soufflé. La ventilation de ces serres s'effectue naturellement grâce aux ouvrants latéraux de chaque côté des serres. Chaque serre possède sa propre sonde de température et est chauffée indépendamment par deux fournaies de 400 000 BTU/h de puissance brute situées à chaque extrémité de la serre. Les fournaies fonctionnent au propane. La gestion du climat est assurée par un système automatisé de contrôle de l'environnement de type Damatex.

Chez les deux producteurs, des tests d'uniformité du climat et de transmission de lumière ont été réalisés préalablement à la mise en place du dispositif. L'objectif de ces tests était de s'assurer que les plants dédiés au projet seraient produits sous une intensité lumineuse similaire et dans des zones où le climat est comparable lorsque les mêmes consignes sont appliquées dans les deux serres. Une différence de lumière transmise entre les deux serres pour un même producteur aurait également biaisé les résultats du bilan énergétique.

### 2.2 Gestion du climat

Les gestions du climat dans les serres constituaient les traitements du présent projet, soit la gestion traditionnelle et la gestion dynamique.

#### 2.2.1 Gestion traditionnelle

Pour la serre en gestion traditionnelle ou conventionnelle, les consignes normalement utilisées par les producteurs ont été utilisées. Les consignes étaient fixes peu importe les conditions extérieures.

Chez Les Serres René Fontaine, les consignes de chauffage étaient 16°C jour/ 16°C nuit et celles de ventilation étaient de 21°C jour/ 21°C nuit. La température moyenne journalière visée



était de 16°C. La technique du DIP a été appliquée. Pour ce faire, la température de base a été abaissée de 3 °C pour une période d'une heure et demie débutant 30 minutes avant le lever du soleil. La période de transition après la période du DIP était de 30 minutes.

Chez Les Serres et Jardins Girouard, les consignes de chauffage étaient 19 °C jour/ 18 °C nuit et celles de ventilation étaient de 21 °C jour/ 21 °C nuit. La température moyenne journalière visée était de 18,5 °C. La technique du DIP a été appliquée seulement en 2012, le producteur préférait ne pas l'utiliser en 2013. Pour ce faire, la température de base a été abaissée de 5 °C pour une période d'une heure et demie débutant 30 minutes avant le lever du soleil. La période de transition après la période du DIP était de 30 minutes.

### 2.2.2 Gestion dynamique

Dans le projet, afin d'appliquer la technique de la gestion dynamique du climat, il a été choisi de travailler sur plusieurs paramètres de la gestion du climat.

#### Température de base

En 2012, les mêmes consignes de température de base ont été appliqués chez les deux producteurs, soit 17 °C jour/ 16 °C pour le chauffage et 21 °C jour/ 25 °C nuit pour la ventilation. La température de base est la température visée lors de journées nuageuses.

En 2013, chez Les Serres et Jardins Girouard, les consignes de température de base ont été changées pour que la moyenne journalière en condition nuageuse soit la même dans les deux serres (18,5 °C). Les consignes de chauffage de base étaient donc les mêmes que dans la serre en gestion traditionnelle, soit 19 °C jour/ 18 °C nuit.

#### Intensité lumineuse

Le système Damatex permet d'ajuster les températures selon l'intensité de la lumière mesurée à l'extérieur, afin d'éviter le chauffage inutile de la culture en période nuageuse lorsque les conditions ne sont pas favorables à la photosynthèse. En dessous de 150 W/m<sup>2</sup>, il n'y avait aucune influence de la lumière sur la consigne de ventilation. Celle-ci débutait à une valeur d'intensité lumineuse de 150 W/m<sup>2</sup> mesurée à l'extérieur et était maximale à 600 W/m<sup>2</sup>. Entre ces deux intensités, la consigne de température de ventilation augmentait graduellement jusqu'à un maximum de 8 °C ajoutés. Seulement chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013, le nombre de degrés ajouté à la consigne de ventilation a été ajusté pour que les températures ne montent pas au-dessus de 26 °C dans la serre en gestion dynamique parce que les employés se plaignaient de la chaleur et laissaient la porte ouverte pour ventiler. L'influence de la lumière a été appliquée sur une période de 30 minutes afin d'éviter les fluctuations.

#### Influence du gain de chaleur

Pour les fins de ce projet, le gain de chaleur est la différence entre la température moyenne de jour et la température moyenne quotidienne cible. Ce gain est appliqué sur la température nocturne suivante. Donc, si le gain est de 1 °C durant le jour, 1 °C sera soustrait de la température cible de la nuit suivante, ce qui favorise l'obtention d'une température quotidienne-cible telle que prévue, mais avec des coûts de chauffage moindres en raison du degré en moins maintenu durant la nuit. La température de nuit ne pouvait donc pas descendre plus bas que 13 °C.

### DIP

La valeur du DIP variait en fonction du gain de chaleur. La température de 13 °C a été programmée pour une période d'une heure et demie débutant 30 minutes avant le lever du soleil. Par exemple, si la température de nuit était à 15 °C, il y avait une baisse de 2 °C pour la durée du DIP, mais si la température nocturne était déjà de 13 °C, il n'y avait pas de baisse de température.

## 2.3 Matériel végétal et dispositif expérimental

Chacun des traitements (gestion traditionnelle et la gestion dynamique du climat) a été appliqué dans une serre chez chaque producteur. Il n'était pas possible d'utiliser plus de deux serres, donc de répéter les traitements, chez un même producteur. Les blocs étaient donc imbriqués dans les traitements. Un exemple de dispositif dans une serre est présenté à l'annexe 1.

L'effet de la gestion du climat a été évalué sur trois cultivars de trois espèces d'annuelles. Les cultivars ont été ajoutés pour augmenter la puissance des tests statistiques. Les tableaux 1 et 2 présentent les espèces et les cultivars utilisés chez les deux producteurs respectivement en 2012 et 2013. Dans chaque serre, les plants étaient disposés selon un dispositif en split-plot comprenant 4 blocs. L'emplacement des espèces d'annuelles et des cultivars a été distribué aléatoirement d'un bloc à l'autre. En 2012, une unité expérimentale (UE) était composée d'un plateau contenant 10 pots de 4 po d'un même cultivar. En 2013, le nombre de pots a été augmenté à 15 par UE.

Le projet s'est déroulé entre le 20 mars et le 5 mai 2012 et le 22 mars et le 15 mai 2013 chez Les Serres René Fontaine, tandis qu'il s'est déroulé entre le 14 mars et le 16 mai 2012 et le 25 mars et le 14 mai 2013 chez Les Serres et Jardins Girouard.

Lors de la première année, il a été difficile d'évaluer l'effet des traitements (type de gestion du climat) sur les calibrachos puisque des tailles de formation ont été effectuées sur les plants par les producteurs. Pour la deuxième année, il a été décidé d'utiliser une autre espèce qui ne nécessiterait pas de taille, soit le dahlia.

Tableau 1 Cultivars de calibrachoa, de géranium zonal et d'impatiens Nouvelle-Guinée utilisés en 2012

		Calibrachoa	Géranium	Impatiens Nouvelle-Guinée
Les Serres René Fontaine	A	MiniFamous Apricot	Sunrise Arcona Fushia	Tamarinda Orange Orchidée
	B	MiniFamous Vampire	Sunrise Polaris Rouge	Tamarinda Pourpre Bicolore
	C	MiniFamous Bleu foncée	Sunrise Eroica Saumon	Tamarinda Rouge Bicolore
Les Serres et Jardins Girouard	A	Callie Coral Pink	Rocky Mountain Dark Red	Infinity Blushing Crimson
	B	Callie Scarlet	Rocky Mountain Deep Rose	Infinity Dark Pink
	C	Callie White	Rocky Mountain Lavender	Infinity Lilac

Tableau 2 Cultivars de dahlia, de géranium zonal et d'impatiens Nouvelle-Guinée utilisés en 2013

		Dahlia	Géranium	Impatiens Nouvelle-Guinée
Les Serres René Fontaine	A	Dalina Malaysia Violet pâle	Sunrise Arcona Fuchsia	Harmony Orange Star
	B	Dalina Borneo Violet Foncé	Sunrise Polaris Rouge	Tamarinda Pourpre Bicolore
	C	Dalina Tonga Rouge	Sunrise Eroica Saumon	Tamarinda Rouge Bicolore
Les Serres et Jardins Girouard	A	Dahlietta Anna	Rocky Mountain Dark Red	Infinity Blushing Crimson
	B	Dahlietta Julia	Rocky Mountain Deep Rose	Infinity Dark Pink
	C	Dahlietta Patricia	Rocky Mountain Lavender	Infinity Lilac

## 2.4 Prise de données agronomiques

Pour évaluer l'effet des traitements sur la qualité des plantes, différentes mesures de croissance des plantes ont été prises lors des deux années. L'incidence des maladies fongiques et des insectes nuisibles ainsi que le nombre d'applications de régulateurs de croissance ont également été notés.

### 2.4.1 Taille des plants

En 2012, cinq plants par unité expérimentale ont été sélectionnés au départ. Des mesures de hauteur et de largeur ont été prises sur ces plants de quatre à six reprises entre le 14 mars et le 16 mai 2012 (voir section résultats) à l'aide d'une règle. En 2013, le nombre de plants mesurés a été réduit à trois par unité expérimentale. Ces derniers ont été mesurés de trois à quatre

reprises entre le 22 mars et le 15 mai. La mesure de hauteur a été prise entre le début de la tige à la surface du substrat et le point végétatif le plus haut. La mesure de largeur a été prise entre les points végétatifs les plus éloignés.

#### 2.4.2 Longueur des tiges et entre-nœuds

À la fin du projet, la longueur de la plus longue tige et le nombre d'entre-nœuds sur cette dernière ont été mesurés sur trois plants par unité expérimentale. La distance moyenne des entre-nœuds a été calculée en divisant la longueur des tiges par le nombre d'entre-nœuds.

#### 2.4.3 Production de fleurs

À la fin du projet, le nombre de fleurs et de boutons floraux a été compté sur trois plants de calibrachos (2012) ou de dahlias (2013) et d'impatiens par unité expérimentale. Le nombre de grappes de fleurs a été compté sur les géraniums.

À partir du début de la floraison, le nombre de plants en fleur par UE a été noté à chaque visite. Il était prévu d'identifier la date où 50 % des plants d'une unité expérimentale était en fleurs. Puisque ce pourcentage n'avait pas été atteint dans certaines UE au moment où les serres devaient être vidées, le pourcentage de plants en fleurs a été utilisé pour les analyses.

#### 2.4.4 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la procédure «*Mixed*» du logiciel SAS. Puisque deux facteurs sont présents (effet des cultivars et effet de la gestion du climat), il a d'abord été déterminé s'il existait une interaction significative entre ces deux facteurs. Si tel était le cas, cela signifiait que les cultivars répondent différemment aux traitements et chaque combinaison (gestion/cultivar) a alors été comparée indépendamment à l'aide du test «*LSMeans*» de SAS. En absence d'interaction entre les cultivars et les traitements, les effets simples liés uniquement aux traitements peuvent être évalués, en combinant tous les cultivars. Les effets liés uniquement aux cultivars sont de moindre importance pour le présent projet. Il était prévisible que des différences soient observées entre les cultivars (espèces). Lorsque les postulats d'homogénéité de la variance ou de la normalité des résidus n'étaient pas respectés, des transformations appropriées ont été effectuées. Néanmoins, les résultats doivent être interprétés avec réserve puisqu'il n'y a pas une réelle répétition des traitements (gestion).

### 2.5 Bilan énergétique

Pour comparer la consommation d'énergie d'une gestion traditionnelle à celle d'une gestion dynamique du climat, il faut réaliser un bilan énergétique pour chacune des serres choisies dans le cadre de ce projet. Le bilan énergétique consiste à déterminer la quantité d'énergie requise par unité de surface et par degré-jour de chauffe. Comme chaque site est unique en soi, l'interprétation des résultats doit se faire aussi de façon indépendante. Ainsi, un bilan énergétique a été réalisé pour chacune des serres et une analyse effectuée séparément pour Les Serres René-Fontaine et Les Serres et Jardins Girouard. Étant donné la situation financière du CIDES (fermeture du CIDES en décembre 2012), une partie des données a été transférée et traitée par un ingénieur du Syndicat des producteurs en serres du Québec (SPSQ) et par l'IQDHO.

### 2.5.1 Prise de données

Pour effectuer le bilan énergétique de chacun des sites et de chacune des serres, les données inscrites dans le Tableau 3 ont été recueillies par le système de contrôle de l'environnement des entreprises serrioles avec la collaboration de la compagnie Damatex. Les données météo d'Environnement Canada ont été utilisées au besoin pour valider ou pour calculer le besoin de chauffe. Les données météo d'Environnement Canada provenaient des stations météo localisées le plus près possible des entreprises serrioles. Pour ce faire, la latitude et la longitude des deux sites ont été prises en compte.

Le besoin de chauffe ou degré-jour de chauffe (DJc) est la différence entre la température à l'intérieur de la serre et la température à l'extérieure de la serre. La température à l'intérieur de la serre est la température la plus basse entre la température réalisée à l'intérieur de la serre et la consigne de chauffe. Cette façon de faire permet d'évaluer avec une plus grande justesse le ratio d'efficacité énergétique.

**Tableau 3 Principales données recueillies et traitées pour effectuer les bilans énergétiques**

Données recueillies et traitées	Fonction
Température à l'extérieure de la serre	Permet d'établir le besoin de chauffe (DJc)
Température à l'intérieure de la serre	Permet d'établir le besoin de chauffe (DJc)
Consignes de chauffe	Permet d'établir le besoin de chauffe (DJc)
Température à la sortie des conduits d'air chaud de chacune des fournaies	Permet de valider le bon fonctionnement du système de génération de chaleur (fournaise)
Temps de fonctionnement de chacune des fournaies	Permet d'estimer la consommation d'énergie en tenant compte de la puissance brute de la fournaise

Pour évaluer la consommation d'énergie de chacune des fournaies, l'utilisation de débitmètres aurait été l'idéal. Cependant, ces dispositifs sont dispendieux ou encore complexes à installer. Ainsi, la consommation d'énergie a été évaluée en tenant compte du temps de fonctionnement des fournaies et de la puissance de celles-ci.

Le temps de fonctionnement d'une fournaise représente le temps entre le démarrage et l'arrêt de celle-ci. En fonction des conditions climatiques internes, le système de contrôle envoie un signal à la fournaise pour la faire démarrer ou l'arrêter. Le temps cumulé de fonctionnement était ainsi obtenu chaque jour. Cependant, ceci n'indique pas si la fournaise avait généré de la chaleur. Pour s'assurer que la fournaise consommait réellement de l'énergie, et donc, qu'elle générait de la chaleur, la température des conduits à la sortie des fournaies a aussi été prise en compte.

### 2.5.2 Traitement des données

Le traitement des données a été identique pour les deux sites et les deux années. Pour s'assurer que les résultats soient représentatifs, certaines journées n'ont pas été comptabilisées. Ceci pouvait se produire si :

- le système d'acquisition de données était hors service;
- le système de génération de chaleur était hors d'usage;
- la serre n'était pas en activité;

- les données étaient non représentatives de la réalité (exemple : température de - 9 999 °C).

Les journées où les données ont été traitées et analysées chez Les Serres René Fontaine sont présentées dans les tableaux de l'annexe 2. Pour Les Serres et Jardins Girouard, elles sont présentées à l'annexe 3. Les annexes 4 et 5 présentent le fonctionnement ou non des fournaies en 2012 et 2013 respectivement chez Les Serres René Fontaine et Les Serres et Jardins Girouard. Des températures de conduits d'air chaud similaires ou encore supérieures à la consigne de chauffe sont des indicateurs qui permettent d'établir si les fournaies étaient réellement en service. La localisation des capteurs influence les valeurs obtenues. Cette localisation varie principalement selon le modèle de la fournaise et le mode de distribution de la chaleur. De plus, la moyenne des températures diminue lorsqu'on se rapproche de la période estivale. Ceci s'explique par le fait que pour une période donnée, la fournaise sera en service moins longtemps. Le phénomène inverse va se produire lorsqu'on se rapproche de la période hivernale. La consommation d'énergie est exprimée selon la source d'énergie utilisée et en termes de « kWh ». Les facteurs de conversion utilisés sont disponibles à l'annexe 6.

### **3 Résultats**

#### **3.1 Hauteur des plants**

##### **3.1.1 Les Serres René Fontaine**

Le tableau 4 présente la hauteur des plants mesurée à cinq reprises chez Les Serres René Fontaine en 2012. L'analyse statistique montre une interaction entre le type de gestion et les cultivars, ce qui indique que dès le commencement du projet, des plants d'un même cultivar étaient significativement plus hauts sous l'une ou l'autre des gestions du climat. En effet, le cultivar A de calibrachoa et le cultivar C d'impatiens étaient plus hauts dans la serre en gestion traditionnelle tandis que le cultivar B d'impatiens était plus haut dans la serre en gestion dynamique. La différence entre les traitements pour ces cultivars s'est estompée au cours des semaines puisque l'analyse ne montre aucune interaction significative lors de la dernière prise de mesure le 11 mai. L'absence d'interaction permet d'évaluer les effets liés uniquement à la gestion du climat en combinant tous les cultivars de toutes les espèces. L'analyse indique que la hauteur moyenne des plants sous gestion dynamique était significativement plus grande que celle sous gestion traditionnelle. Toutefois, cette différence est minime et n'affecte en rien la qualité des plants.

**Tableau 4 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012**

		Hauteur (cm)				
Espèce (cultivar)	Gestion	20 mars	29 mars	13 avril	26 avril	11 mai
Calibrachoa						
A	Dynamique	6,9 <b>b</b>	8,7 <b>b</b>	9,0	11,1	14,8
	Traditionnelle	10,6 <b>a</b>	11,2 <b>a</b>	8,7	11,3	13,9
B	Dynamique	6,1	7,4	7,4	9,5	12,9
	Traditionnelle	6,5	7,2	7,6	9,8	12,7
C	Dynamique	12,9	14,6	9,6	11,0	13,4
	Traditionnelle	13,0	14,2	9,0	10,2	12,2
Géranium						
A	Dynamique	10,8	10,2	9,4	11,0	13,3
	Traditionnelle	10,2	9,8	9,8	10,5	12,3
B	Dynamique	9,7	9,7	10,1 <b>a</b>	12,3 <b>a</b>	14,3
	Traditionnelle	10,5	9,3	9,1 <b>b</b>	10,6 <b>b</b>	13,1
C	Dynamique	9,3	9,2 <b>a</b>	10,0 <b>a</b>	10,2 <b>a</b>	12,6
	Traditionnelle	8,9	7,9 <b>b</b>	7,5 <b>b</b>	8,7 <b>b</b>	10,2
Impatiens						
A	Dynamique	6,0	6,4	7,6	9,1	11,1
	Traditionnelle	6,3	6,3	7,1	8,0	9,5
B	Dynamique	8,9 <b>a</b>	9,9 <b>a</b>	11,3 <b>a</b>	12,0 <b>a</b>	12,6
	Traditionnelle	6,6 <b>b</b>	6,9 <b>b</b>	7,9 <b>b</b>	9,1 <b>b</b>	11,1
C	Dynamique	5,3 <b>b</b>	5,1 <b>b</b>	7,0 <b>b</b>	8,0 <b>b</b>	8,7
	Traditionnelle	7,8 <b>a</b>	7,9 <b>a</b>	8,7 <b>a</b>	9,8 <b>a</b>	10,8
Gestion						*
Gestion*Cultivar (espèce)		**	**	**	**	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Une attention particulière a été portée au début de la deuxième année du projet pour uniformiser la hauteur des plants dans les deux serres. Le Tableau 5 présente la hauteur des plants prise à quatre dates différentes au cours de la saison 2013 chez Les Serres René Fontaine. La gestion du climat n'a pas eu d'effet significatif sur la hauteur des plants tout au long du projet. Lors de la dernière prise de mesure les dahlias, géraniums, impatiens avaient respectivement une hauteur moyenne de 14, 15 et 10 cm. Aucun régulateur de croissance n'a été appliqué pour contrôler la hauteur des plants dans les deux serres et ce, lors des deux années du projet.



**Tableau 5 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013**

		Hauteur (cm)			
Espèce (cultivar)	Gestion	22 mars	05 avril	24 avril	15 mai
<b>Dahlia</b>					
<b>A</b>	Dynamique	4,08	5,79	12,90	14,71
	Traditionnelle	3,94	6,08	14,52	15,27
<b>B</b>	Dynamique	7,35	7,83	11,21	13,44
	Traditionnelle	7,17	7,92	12,50	14,75
<b>C</b>	Dynamique	8,67	9,31	12,17	13,44
	Traditionnelle	8,81	9,04	12,27	13,00
<b>Géranium</b>					
<b>A</b>	Dynamique	9,10	7,35	10,50	14,88
	Traditionnelle	9,81	8,42	10,75	12,56
<b>B</b>	Dynamique	10,25	8,64	10,52	15,92
	Traditionnelle	10,04	9,56	12,08	15,13
<b>C</b>	Dynamique	11,38	9,73	12,00	15,81
	Traditionnelle	11,17	10,23	11,69	16,54
<b>Impatiens</b>					
<b>A</b>	Dynamique	3,58	4,17	5,92	9,19
	Traditionnelle	3,71	4,21	6,48	9,00
<b>B</b>	Dynamique	6,65	7,27	9,42	11,44
	Traditionnelle	6,85	7,25	10,21	12,35
<b>C</b>	Dynamique	4,29	5,25	6,88	8,54
	Traditionnelle	4,35	4,90	6,83	7,81
<i>Gestion</i>		NS	NS	NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS	NS	NS

NS= non significatif à p=0,05 ; \* Significatif à p &lt; 0,05; \*\* Significatif à p &lt; 0,01

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.1.2 Les Serres et Jardins Girouard

Le Tableau 6 présente la hauteur moyenne des géraniums et des impatiens à six dates différentes chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012. Les calibrachas ont été exclus de l'analyse car ils n'ont pas subi la même taille d'entretien dans les deux serres. Contrairement à l'autre site de production, des plants de hauteur uniforme ont été distribués dans les deux serres au début du projet. L'analyse statistique indique une interaction significative lors de la dernière prise de données. Le 16 mai, les trois cultivars de géranium étaient plus hauts dans la serre en gestion dynamique tandis que les trois cultivars d'impatiens étaient plus hauts dans la serre en gestion traditionnelle.

Les impatiens normalement produits sous conditions chaudes semblent avoir été favorisés dans la serre en gestion traditionnelle. Les nuits plus froides dans la serre en gestion dynamique ont pu nuire à leur croissance. À l'inverse, les géraniums qui tolèrent bien des conditions plus fraîches se sont développés davantage dans la serre en gestion dynamique. Néanmoins, selon les conseillers de l'IQDHO, la différence de hauteur entre les plants n'était pas suffisante pour influencer la qualité des plants. Quatre applications de régulateur de croissance ont été faites dans chacune des serres aux mêmes dates, soit le 25 mars, le 3 avril, le 11 avril et le 26 avril.

**Tableau 6 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012**

		Hauteur (cm)					
Espèce (cultivar)	Gestion	14 mars	22 mars	5 avril	19 avril	2 mai	16 mai
Géranium							
A	Dynamique	7,6	9,1	12,1	13,7 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	14,8 <b>a</b>
	Traditionnelle	7,7	9,5	10,7	12,0 <b>b</b>	12,2 <b>b</b>	12,0 <b>b</b>
B	Dynamique	7,7	9,1	11,7	13,5 <b>a</b>	14,1 <b>a</b>	14,9 <b>a</b>
	Traditionnelle	7,6	8,5	10,5	12,0 <b>b</b>	12,2 <b>b</b>	12,8 <b>b</b>
C	Dynamique	7,5	8,9	12,1	13,6 <b>a</b>	15,0 <b>a</b>	15,7 <b>a</b>
	Traditionnelle	8,1	9,0	11,4	12,3 <b>b</b>	12,7 <b>b</b>	12,8 <b>b</b>
Impatiens							
A	Dynamique	5,6	5,5	6,9	7,7 <b>b</b>	8,1 <b>b</b>	9,1 <b>b</b>
	Traditionnelle	6,2	6,3	7,5	9,6 <b>a</b>	9,9 <b>a</b>	10,9 <b>a</b>
B	Dynamique	6,0	6,8	8,6	9,5	10,5	10,9 <b>b</b>
	Traditionnelle	5,5	6,3	7,9	10,5	10,7	12,1 <b>a</b>
C	Dynamique	7,8	8,3	8,7	10,2	10,5	10,6
	Traditionnelle	6,9	7,0	8,1	10,3	10,1	11,0
Gestion		NS	NS	*			
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	**	**	**

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Le Tableau 7 présente la hauteur moyenne des dahlias, des géraniums et des impatiens à quatre dates différentes chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013. Pour les deux premières prises de mesure (25 mars et 11 avril), l'analyse n'indique aucune différence entre la hauteur moyenne des plants produits selon la régie traditionnelle ou dynamique. Par contre, le 2 mai les plants étaient significativement plus hauts sous la gestion traditionnelle. La différence était visuellement perceptible pour les dahlias. Par ailleurs, en retirant le dahlia de l'analyse statistique du 2 mai, la différence de hauteur entre les deux gestions est non significative pour les géraniums et les impatiens ( $P=0,090$ ). Les dahlias étaient prêts pour la vente plus tôt que les géraniums et les impatiens, c'est pourquoi aucune donnée n'est présentée pour cette espèce le 14 mai. À cette date, il n'y avait toujours pas de différence de hauteur pour les géraniums et les impatiens.

Par automatisme, le producteur a fait, les 16 et 25 avril, une application de régulateurs de croissance (B-nine (3 g/L) + Cycocel (2 ml/L)) dans l'ensemble de la serre en gestion dynamique qui était remplie d'annuelles, mais non dans la serre en gestion traditionnelle qui contenait principalement des transplants de légumes, ce qui complique l'interprétation des résultats. Les doses de régulateurs appliquées sont élevées pour les dahlias, mais faibles pour les géraniums et les impatiens. Les plants de dahlias dans la gestion traditionnelle étaient plus étioles et de qualité inférieure que dans la serre en gestion dynamique. Bien que l'effet des régulateurs a probablement été moindre sur les impatiens et les géraniums et qu'il n'y avait pas de différence entre les plants avant l'application, il n'est pas possible d'affirmer que la gestion dynamique a permis de produire au final des plants de meilleure qualité (dahlia) ou de qualité équivalente (impatiens, géranium).

**Tableau 7 Hauteur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013**

		Hauteur moyenne (cm)			
Espèce (cultivar)	Gestion	25 mars	11 avril	2 mai	14 mai*
<b>Dahlia</b>					
<b>A</b>	Dynamique	6,54	9,73	13,25	n.a.
	Traditionnelle	6,67	10,46	15,15	n.a.
<b>B</b>	Dynamique	8,48	10,88	14,1	n.a.
	Traditionnelle	8,15	11	16,4	n.a.
<b>C</b>	Dynamique	6,96	9,54	12,92	n.a.
	Traditionnelle	6,85	10,04	17,29	n.a.
<b>Géranium</b>					
<b>A</b>	Dynamique	10,29	8,88	11,73	15,52
	Traditionnelle	9,42	9,09	13,81	17,23
<b>B</b>	Dynamique	8,69	7,73	11,27	13,83
	Traditionnelle	7,79	7,75	12,52	15,21
<b>C</b>	Dynamique	9,13	8,63	12,29	15,25
	Traditionnelle	8,90	9,69	14,19	17,29
<b>Impatiens</b>					
<b>A</b>	Dynamique	6,71	9,13	13,48	17,06
	Traditionnelle	6,83	10,54	14,23	17,44
<b>B</b>	Dynamique	7,10	8,71	11,98	15,31
	Traditionnelle	6,90	9,33	13,06	15,96
<b>C</b>	Dynamique	6,79	8,19	11,83	14,17
	Traditionnelle	6,75	10,02	13,21	15,33
Gestion		NS	NS	*	NS
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	NS

NS= non significatif à p=0,05 ; \* Significatif à p &lt; 0,05; \*\* Significatif à p &lt; 0,01

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

## 3.2 Largeur de plants

### 3.2.1 Les Serres René Fontaine

Le Tableau 8 présente la largeur des plants prise à quatre reprises chez Les Serres René Fontaine en 2012. La largeur des plants n'a pas été mesurée lors de la mise en place du dispositif. Lors de la première prise de mesure du 29 mars, l'analyse statistique indique une interaction significative entre le type de gestion et les cultivars, ce qui indique que des plants d'un même cultivar étaient significativement plus larges dans l'une ou l'autre des deux gestions. En effet, le cultivar A de calibrachoa et le cultivar C d'impatiens étaient plus larges dans la serre en gestion traditionnelle tandis que le cultivar B d'impatiens était plus large dans la serre en gestion dynamique. Cependant, l'analyse n'indique plus aucune interaction significative lors de la dernière prise de mesure le 11 mai. À cette date, l'effet simple lié uniquement à la gestion est également non significatif, ce qui indique que les plants étaient de largeur comparable dans les deux serres, malgré la tendance d'une plus grande croissance dans la serre en gestion dynamique.

**Tableau 8 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012**

Espèce (cultivar)	Gestion	29 mars	13 avril	26 avril	11 mai
<b>Calibrachoa</b>					
<b>A</b>	Dynamique	10,0 <b>b</b>	12,9	19,0	27,0
	Traditionnelle	15,0 <b>a</b>	14,5	20,9	27,1
<b>B</b>	Dynamique	11,2	12,0	16,4	23,3
	Traditionnelle	12,6	13,7	19,8	27,1
<b>C</b>	Dynamique	12,8	11,4	14,6	21,2
	Traditionnelle	12,5	12,0	14,0	18,4
<b>Géranium</b>					
<b>A</b>	Dynamique	14,8	17,8	18,7	18,3
	Traditionnelle	14,3	17,8	18,0	18,1
<b>B</b>	Dynamique	14,0	17,7	19,7	20,1
	Traditionnelle	15,8	18,9	19,8	19,2
<b>C</b>	Dynamique	14,1	17,2	17,7	19,3
	Traditionnelle	14,5	18,0	18,6	17,5
<b>Impatiens</b>					
<b>A</b>	Dynamique	13,0	14,3	16,7	17,5
	Traditionnelle	12,2	14,2	16,2	15,6
<b>B</b>	Dynamique	13,5 <b>a</b>	13,9	15,3	16,0
	Traditionnelle	10,9 <b>b</b>	12,6	14,1	14,6
<b>C</b>	Dynamique	10,0 <b>b</b>	10,5	11,9	14,3
	Traditionnelle	12,3 <b>a</b>	12,6	13,3	15,3
<i>Gestion</i>					
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		**	*	NS	NS
			NS	NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Le Tableau 9 présente la largeur moyenne des plants de dahlias, de géraniums et d'impatiens prise à quatre reprises chez Les Serres René Fontaine en 2013. Une attention particulière a été portée au début de la deuxième année du projet pour uniformiser la largeur des plants dans les deux serres. Pour l'ensemble des données, l'analyse statistique indique que seulement les plants du cultivar C d'impatiens étaient en moyenne plus larges dans la serre en gestion dynamique. Cette différence était perceptible visuellement. La gestion dynamique semble avoir favorisé une plus grande croissance uniquement pour ce cultivar d'impatiens.

**Tableau 9 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013**

		Largeur moyenne (cm)			
Espèce (cultivar)	Gestion	22 mars	05 avril	24 avril	15 mai
Dahlia					
A	Dynamique	8,01	16,37	21,83	20,42
	Traditionnelle	7,57	16,33	23,31	22,83
B	Dynamique	10,01	13,10	17,74	17,63
	Traditionnelle	9,52	13,48	18,52	18,57
C	Dynamique	11,00	14,55	18,11	18,00
	Traditionnelle	10,10	13,37	18,33	18,69
Géranium					
A	Dynamique	11,38	14,50	15,58	17,07
	Traditionnelle	10,60	14,45	15,37	17,11
B	Dynamique	11,08	14,31	15,72	19,66
	Traditionnelle	11,00	13,87	16,92	19,87
C	Dynamique	13,16	16,12	15,70	19,08
	Traditionnelle	12,70	15,82	15,59	19,92
Impatiens					
A	Dynamique	9,31	10,49	12,64	15,99
	Traditionnelle	9,23	10,40	12,92	16,54
B	Dynamique	9,97	11,03	14,46	14,78
	Traditionnelle	10,21	11,20	13,24	15,56
C	Dynamique	8,85	9,49	11,49	16,03 a
	Traditionnelle	8,23	8,61	10,39	11,40 b
Gestion		NS	NS	NS	
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	*

NS= non significatif à p=0,05 ; \* Significatif à p &lt; 0,05; \*\* Significatif à p &lt; 0,01

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.2.2 Les Serres et Jardins Girouard

Le Tableau 10 présente la largeur moyenne des géraniums et des impatiens à cinq dates différentes chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012. La largeur des plants n'a pas été mesurée lors de la mise en place du dispositif. Lors de la première mesure de largeur, soit le 22 mars, l'analyse statistique ne montre pas d'interaction significative entre le type de gestion et les cultivars. Par contre, l'évaluation des effets simples liés uniquement à la gestion en combinant tous les cultivars de toutes les espèces indique que la moyenne de largeur de tous les plants dans la serre en gestion dynamique (14,3 cm) était significativement plus petite que celle dans la serre en gestion traditionnelle (15,2 cm). Dans ce cas également, d'un point de vue visuel, cette différence était minime. Lors de la dernière prise de données, le 16 mai, l'analyse statistique a montré une interaction significative entre les cultivars et la gestion du climat. La même tendance que pour les hauteurs a été observée, c'est-à-dire que les trois cultivars de géranium étaient plus larges dans la serre en gestion dynamique tandis que les trois cultivars d'impatiens étaient plus larges dans la serre en gestion traditionnelle.

**Tableau 10** Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012

Espèce (cultivar)	Gestion	22 mars	5 avril	19 avril	2 mai	16 mai
<b>Géranium</b>						
<b>A</b>	Dynamique	15,4	20,1	21,8	23,3 <b>a</b>	25,6 <b>a</b>
	Traditionnelle	16,1	19,5	20,9	21,0 <b>b</b>	22,3 <b>b</b>
<b>B</b>	Dynamique	16,6	19,4	20,0	20,9	23,4 <b>a</b>
	Traditionnelle	17,7	19,8	20,5	20,5	21,6 <b>b</b>
<b>C</b>	Dynamique	16,6	19,9	20,0	22,1 <b>a</b>	24,5 <b>a</b>
	Traditionnelle	18,2	20,7	20,9	20,3 <b>b</b>	22,4 <b>b</b>
<b>Impatiens</b>						
<b>A</b>	Dynamique	11,9	14,1	15,1 <b>b</b>	16,3 <b>b</b>	16,7 <b>b</b>
	Traditionnelle	13,0	16,2	18,2 <b>a</b>	19,8 <b>a</b>	20,7 <b>a</b>
<b>B</b>	Dynamique	12,7	15,8	16,4	17,6 <b>b</b>	17,8 <b>b</b>
	Traditionnelle	13,1	16,5	16,4	19,3 <b>a</b>	20,3 <b>a</b>
<b>C</b>	Dynamique	12,4	14,3	14,2	14,9 <b>b</b>	16,9 <b>b</b>
	Traditionnelle	13,4	14,7	15,4	17,5 <b>a</b>	19,0 <b>a</b>
<i>Gestion</i>		*	NS			
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS	*	**	**

NS= non significatif à p=0,05 ; \* Significatif à p &lt; 0,05; \*\* Significatif à p &lt; 0,01

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Le Tableau 11 présente la largeur moyenne des dahlias, des géraniums et des impatiens à quatre différentes dates chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013. Tel qu'observé pour les hauteurs, l'analyse n'indique aucune différence entre la largeur moyenne des plants produits selon la régie traditionnelle ou dynamique lors des deux premières prises de mesure (25 mars, 11 avril). Par contre, le 2 mai, soit après les applications de régulateurs, les plants étaient significativement plus larges dans la gestion traditionnelle, et ce, pour les trois espèces. Le 14 mai, l'analyse n'indique plus de différence significative pour les géraniums et les impatiens.

**Tableau 11 Largeur moyenne des plants prise à différentes dates en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013**

		Largeur moyenne (cm)			
Espèce (cultivar)	Gestion	25 mars	11 avril	2 mai	14 mai
<b>Dahlia</b>					
<b>A</b>	Dynamique	9,815	13,825	19,83	n.a.
	Traditionnelle	13,875	16,805	22,06	n.a.
<b>B</b>	Dynamique	10,26	12,25	19,74	n.a.
	Traditionnelle	10,345	14,01	20,21	n.a.
<b>C</b>	Dynamique	10,135	12,555	18,25	n.a.
	Traditionnelle	10,56	14,45	20,18	n.a.
<b>Géranium</b>					
<b>A</b>	Dynamique	12,17	17,14	17,50	20,83
	Traditionnelle	11,76	16,21	20,30	25,58
<b>B</b>	Dynamique	9,77	13,18	16,48	19,05
	Traditionnelle	9,65	14,19	17,78	21,49
<b>C</b>	Dynamique	10,13	15,39	17,16	20,07
	Traditionnelle	10,52	16,02	19,28	22,50
<b>Impatiens</b>					
<b>A</b>	Dynamique	12,8	15,5	18,90	21,89
	Traditionnelle	12,9	17,13	20,32	22,66
<b>B</b>	Dynamique	12,01	13,06	17,35	20,73
	Traditionnelle	12,5	14,18	17,13	19,85
<b>C</b>	Dynamique	12,68	15,57	18,43	19,99
	Traditionnelle	13,16	15,82	19,89	20,74
Gestion		NS	NS	*	NS
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.3 Longueur des tiges et des entre-nœuds

#### 3.3.1 Les Serres René Fontaine

Le Tableau 12 présente la longueur et la distance moyennes entre les nœuds de la plus longue tige pour chaque cultivar chez Les Serres René Fontaine en 2012. Ces mêmes données pour 2013 sont présentées au tableau 14. En 2013, chaque espèce a été analysée individuellement. Le type de gestion du climat n'a pas influencé la longueur moyenne des entre-nœuds ni la longueur de la plus longue tige, et ce, lors des deux années du projet.



**Tableau 12** Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds le 11 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012

Espèce (cultivar)	Gestion	Longueur plus longue tige (cm)	Distance entre-nœuds (cm)
<b>Calibrachoa</b>			
<b>A</b>	Dynamique	22,9	1,6
	Traditionnelle	21,8	1,4
<b>B</b>	Dynamique	19,6	1,5
	Traditionnelle	18,1	1,1
<b>C</b>	Dynamique	16,1	0,7
	Traditionnelle	16,6	0,8
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	6,5	0,8
	Traditionnelle	6,0	0,9
<b>B</b>	Dynamique	6,7	0,9
	Traditionnelle	5,5	0,8
<b>C</b>	Dynamique	7,2	1,1
	Traditionnelle	6,2	1,2
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	6,0	2,2
	Traditionnelle	5,7	1,8
<b>B</b>	Dynamique	7,0	1,9
	Traditionnelle	5,8	1,4
<b>C</b>	Dynamique	5,0	1,2
	Traditionnelle	7,2	1,3
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

**Tableau 13** Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds le 15 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2013

Espèce (cultivar)	Gestion	Longueur plus longue tige (cm)	Distance entre-nœuds (cm)
<b>Dahlia</b>			
<b>A</b>	Dynamique	10,3	1,9
	Traditionnelle	12,1	2,0
<b>B</b>	Dynamique	8,2	1,2
	Traditionnelle	9,4	1,4
<b>C</b>	Dynamique	10,2	1,4
	Traditionnelle	9,5	1,4
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	7,4	1,0
	Traditionnelle	7,4	1,1
<b>B</b>	Dynamique	6,8	1,0
	Traditionnelle	8,0	1,1
<b>C</b>	Dynamique	9,8	1,0
	Traditionnelle	8,8	1,0
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	2,7	1,6
	Traditionnelle	3,1	1,7
<b>B</b>	Dynamique	5,1	1,5
	Traditionnelle	5,5	1,4
<b>C</b>	Dynamique	4,5	1,5
	Traditionnelle	4,6	1,3
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.3.2 Les Serres et Jardins Girouard

Le Tableau 14 présente la longueur et la distance moyennes entre les nœuds de la plus longue tige pour chaque cultivar chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012. Le type de gestion du climat n'a pas influencé la longueur moyenne des entre-nœuds. Par contre, pour les cultivars B et C de géranium, la plus longue tige était significativement plus longue dans la serre en gestion dynamique que dans la gestion traditionnelle à la fin du projet.

**Tableau 14 Longueur de la plus longue et distance moyenne entre les nœuds le 16 mai en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2012**

Espèce (cultivar)	Gestion	Longueur plus longue tige (cm)	Distance entre-nœuds (cm)
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	10,1	1,1
	Traditionnelle	10,2	1,1
<b>B</b>	Dynamique	10,6 <b>a</b>	1,1
	Traditionnelle	8,8 <b>b</b>	0,9
<b>C</b>	Dynamique	11,8 <b>a</b>	1,3
	Traditionnelle	10,0 <b>b</b>	1,1
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	5,3	2,1
	Traditionnelle	6,0	1,8
<b>B</b>	Dynamique	6,1	2,4
	Traditionnelle	7,2	2,8
<b>C</b>	Dynamique	6,2	2,2
	Traditionnelle	6,7	2,4
<i>Gestion</i>			<i>NS</i>
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		<b>**</b>	<i>NS</i>

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Le Tableau 15 présente la longueur et la distance moyennes entre les nœuds de la plus longue tige pour chaque cultivar chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013. Le type de gestion du climat n'a pas influencé la longueur de la plus longue tige pour les trois espèces et la longueur moyenne des entre-nœuds pour les dahlias et les impatiens. Une interaction significative pour le géranium indique que pour le cultivar A seulement, les entre-nœuds étaient plus longs dans la serre en gestion traditionnelle.

**Tableau 15 Longueur de la plus longue tige et distance moyenne entre les nœuds en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013**

Espèce (cultivar)	Gestion	Longueur plus longue tige (cm)	Distance entre entre-nœuds (cm)
<b>Dahlia</b>			
<b>A</b>	Dynamique	9,6	1,1
	Traditionnelle	10,4	1,4
<b>B</b>	Dynamique	9,0	1,0
	Traditionnelle	10,0	1,1
<b>C</b>	Dynamique	10,3	1,1
	Traditionnelle	11,9	1,5
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	7,2	1,0 b
	Traditionnelle	8,8	1,4 a
<b>B</b>	Dynamique	7,3	0,9
	Traditionnelle	7,7	1,1
<b>C</b>	Dynamique	7,6	1,4
	Traditionnelle	9,5	1,4
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	**
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	8,5	3,0
	Traditionnelle	8,9	3,1
<b>B</b>	Dynamique	7,0	2,8
	Traditionnelle	8,3	3,1
<b>C</b>	Dynamique	7,5	2,5
	Traditionnelle	8,4	2,5
<i>Gestion</i>		NS	NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

Des photos comparatives des plants produits sous les deux gestions du climat chez les deux producteurs sont présentées aux annexes 7 à 10.

### 3.4 Production de fleurs

#### 3.4.1 Les Serres René Fontaine

Le Tableau 16 présente le nombre de fleurs ouvertes et le nombre de fleurs totales (ouvertes + boutons) pour chaque cultivar chez Les Serres René Fontaine en 2012 et 2013. En 2012, l'analyse n'a montré aucune interaction significative. Par contre, il y a eu un effet significatif de la gestion du climat concernant le nombre de fleurs par plant de calibrachoa et d'impatiens et le nombre de tiges florales en floraison par plant de géranium. Le nombre moyen de fleurs ouvertes par plant sur les calibrachoa et les impatiens était respectivement 9,8 et 0,9 dans la serre en gestion traditionnelle et de 6,8 et 0,2 dans la serre en gestion dynamique. Il y avait en moyenne 0,8 grappe en fleur en gestion traditionnelle contrairement à 0,4 en gestion dynamique. L'analyse n'indique pas de différences pour le nombre de fleurs ou de tiges florales totales.

**Tableau 16 Nombre de fleurs ouvertes et de fleurs totales en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres René Fontaine en 2012 et 2013**

		2012		2013	
Espèce (cultivar)	Gestion	Nb fleurs ouvertes	Nb fleurs + boutons	Nb fleurs ouvertes	Nb fleurs + boutons
Calibrachoa				Dahlia	
A	Dynamique	6,55	28,55	2,75	8,08
	Traditionnelle	8,45	24,27	5,17	12,83
B	Dynamique	5,45	24,00	1,87	8
	Traditionnelle	9,36	23,55	3,42	12,08
C	Dynamique	8,36	21,36	1,92	8,83
	Traditionnelle	11,45	25,09	2,25	10,25
Gestion		*	NS	**	*
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	NS
Géranium					
A	Dynamique	0,50	2,58	0,41	3
	Traditionnelle	0,80	3,58	0,42	3
B	Dynamique	0,25	1,83	0,25	2,75
	Traditionnelle	0,64	2,50	0,17	2,33
C	Dynamique	0,42	2,25	0,33	3,42
	Traditionnelle	1,00	2,92	0,5	3,25
Gestion		*	NS	NS	NS
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	NS
Impatiens					
A	Dynamique	0,33	3,08	1,5	6,08
	Traditionnelle	2,42	7,17	1,33	10,25
B	Dynamique	0,08	4,33	0,08	4,5
	Traditionnelle	0,00	3,58	0,83	4,83
C	Dynamique	0,17	2,58	2	6,33
	Traditionnelle	0,17	4,25	1,33	6,33
Gestion		*	NS	NS	NS
Gestion*Cultivar (espèce)		NS	NS	NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

En 2013, les plants de dahlias avaient significativement plus de fleurs ouvertes et totales dans la serre en gestion dynamique. L'analyse statistique n'indique aucune différence entre les deux gestions pour les géraniums et les impatiens.

En 2012, la gestion du climat n'a pas eu une influence significative sur le nombre de plants en fleurs à la fin du projet. En moyenne 98 % des calibrachos, 70 % des géraniums et 33 % des impatiens étaient en fleurs.

En 2013, seules les parcelles du cultivar C d'impatiens avaient plus de plants en fleurs dans la serre en gestion dynamique (Tableau 17).

**Tableau 17 Pourcentage de dahlias, de géraniums et d'impatiens en fleurs chez les Serres René Fontaine en 2013**

		% plants en fleurs	
Espèce (cultivar)	Gestion	Jour 33 (24 avril)	Jour 54 (15 mai)
<b>Dahlia</b>			
<b>A</b>	Dynamique	0,00	100,00
	Traditionnelle	1,68	75,00
<b>B</b>	Dynamique	5,00	96,68
	Traditionnelle	8,33	86,68
<b>C</b>	Dynamique	3,33	100,00
	Traditionnelle	3,33	85,00
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	1,68	33,33
	Traditionnelle	3,35	40,03
<b>B</b>	Dynamique	1,68	13,35
	Traditionnelle	0,00	35,00
<b>C</b>	Dynamique	1,68	26,68
	Traditionnelle	1,68	21,70
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	5,00	91,68
	Traditionnelle	21,68	71,65
<b>B</b>	Dynamique	0,00	1,68
	Traditionnelle	0,00	1,68
<b>C</b>	Dynamique	0,00	88,35 a
	Traditionnelle	0,00	58,33 b
<i>Gestion</i>		NS	
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	*

NS= non significatif à p=0,05 ; \* Significatif à p < 0,05; \*\* Significatif à p < 0,01  
Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.4.2 Les Serres et Jardins Girouard

En 2012, chez Les Serres et Jardins Girouard, le nombre de fleurs ou de grappes de fleurs ouvertes ou totales ne différaient pas significativement selon la gestion du climat. Il y avait en moyenne respectivement 1,8 et 25,8 fleur ouvertes et totales par plant d'impatiens et 0,6 et 5,6 grappes de fleurs ouvertes et totales par plant de géranium.

En 2013, les trois cultivars de dahlia et le cultivar B de géranium avaient significativement plus de fleurs ouvertes dans la serre en gestion traditionnelle. Aussi, les trois cultivars d'impatiens et le cultivar C de dahlia avaient significativement plus de fleurs au total dans la serre en gestion traditionnelle (Tableau 18).

**Tableau 18 Nombre de fleurs ouvertes et de fleurs totales en fonction des traitements de gestion du climat chez Les Serres et Jardins Girouard en 2013**

Espèce (cultivar)	Gestion	Nb fleurs ouvertes	Nb fleurs + boutons
<b>Dahlia</b>			
<b>A</b>	Dynamique	1,42	10,92
	Traditionnelle	4,67	11,92
<b>B</b>	Dynamique	1,5	10,83
	Traditionnelle	4,08	11,75
<b>C</b>	Dynamique	0,92	10,25 a
	Traditionnelle	2,08	14,67 b
<i>Gestion</i>		*	
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	*
<b>Géranium</b>			
<b>A</b>	Dynamique	0,58	5
	Traditionnelle	0,75	5,67
<b>B</b>	Dynamique	0,33 a	5,33
	Traditionnelle	1,17 b	5,5
<b>C</b>	Dynamique	0,67	4,5
	Traditionnelle	0,58	4,75
<i>Gestion</i>			NS
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		*	NS
<b>Impatiens</b>			
<b>A</b>	Dynamique	1,42	39,5
	Traditionnelle	2,25	48,67
<b>B</b>	Dynamique	1,67	34,58
	Traditionnelle	1,08	45,67
<b>C</b>	Dynamique	2,08	29,33
	Traditionnelle	2,92	42,42
<i>Gestion</i>		NS	*
<i>Gestion*Cultivar (espèce)</i>		NS	NS

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$   
 Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents



En 2012, la gestion du climat n'a pas eu une influence significative sur le nombre de plants en fleur à la fin du projet : en moyenne 44 % des géraniums et 75 % des impatiens étaient en fleurs.

En 2013, lors de la dernière prise de données pour chacune des espèces, il y avait plus de plants de dahlias et de géraniums du cultivar B en fleurs dans la serre en gestion traditionnelle.

**Tableau 19 Pourcentage de dahlias, de géraniums et d'impatiens en fleurs chez les Serres et Jardins Girouard en 2013**

		% plants en fleurs		
Espèce (cultivar)	Gestion	Jour 38 (2 mai)	Jour 43 (7 mai)	Jour 50 (14 mai)
Dahlia				
A	Dynamique	46,4 a	84,9	n.a.
	Traditionnelle	87,3 b	97,7	n.a.
B	Dynamique	32,2 a	54,6 a	n.a.
	Traditionnelle	53,2 b	84,3 b	n.a.
C	Dynamique	13,4 a	38,3 a	n.a.
	Traditionnelle	35,0 b	73,4 b	n.a.
Géranium				
A	Dynamique	10,0	25,0	50,0
	Traditionnelle	10,0	18,3	35,0
B	Dynamique	3,3	13,3	20,0 b
	Traditionnelle	6,7	20,0	61,7 a
C	Dynamique	8,4	20,0	41,7
	Traditionnelle	15,5	32,3	56,0
Impatiens				
A	Dynamique	8,35	23,3 a	61,7
	Traditionnelle	15,0	48,3 b	73,3
B	Dynamique	13,3	40,0	63,3
	Traditionnelle	8,4	30,0	63,3
C	Dynamique	13,3	36,7	78,3
	Traditionnelle	10,0	50,0	88,3
Gestion				
Gestion*Cultivar (espèce)		*	**	*

NS= non significatif à  $p=0,05$  ; \* Significatif à  $p < 0,05$ ; \*\* Significatif à  $p < 0,01$

Les traitements n'ayant pas la même lettre sont significativement différents

### 3.5 Incidence des maladies fongiques et des ravageurs

La gestion du climat n'a pas influencé de façon notable l'incidence des maladies fongiques et des ravageurs. En effet, chez un seul des producteurs la présence de pucerons et de botrytis a été observée en 2012, mais sous les deux types de gestion du climat. En 2013, des thrips et des tétranyques ont été détectés chez l'un des producteurs, mais l'abondance était comparable dans les deux serres.

## 3.6 Bilan énergétique

### 3.6.1 Les Serres René Fontaine

Des problèmes liés au fonctionnement des fournaises et des anomalies observées au niveau de certaines prises de données ne permettent pas d'émettre des conclusions justes et équitables sur les différents modes de gestion concernant l'aspect énergétique. En effet, lors des deux années, la fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné, ce qui a pu affecter la consommation d'énergie.

Pour le mois d'avril, soit le mois où les données semblent les plus fiables, le ratio d'efficacité énergétique est le plus faible dans la serre 18, et ce, lors des deux années. Le fonctionnement d'une seule fournaise semble donc avoir entraîné une plus faible consommation d'énergie peu importe le type de gestion du climat. Il était possible de croire que la consommation pourrait être comparée entre les deux années pour une même serre, mais les ratios d'efficacité énergétique beaucoup plus faibles en 2013 qu'en 2012 pour les deux gestions suggèrent un problème au niveau de l'évaluation de la consommation d'énergie.

Les consommations d'énergie brute exprimées en litres de propane par unité de surface ( $m^2$  ou  $pi^2$ ) et en kWh par unité de surface ( $m^2$  ou  $pi^2$ ) pour les années 2012 et 2013 chez les Serres René Fontaine sont présentées dans les annexes 11 et 12. Pour convertir des litres de propane en kWh, le facteur de conversion de 7,09 kWh d'énergie/ litre de propane a été utilisé (annexe 6).

L'annexe 13 présente les ratios d'efficacité énergétique des serres pour les années 2012 et 2013. Plus le ratio est petit, plus la serre est efficace sur le point énergétique. Ce ratio tient compte des caractéristiques structurales des serres (Ex. : dimensions, isolation), de l'efficacité des systèmes (Ex. : génération de chaleur, distribution de chaleur, ventilation), des modes d'opération, des pratiques de production et des besoins de chauffe de la serre.

### 3.6.2 Les Serres et Jardins Girouard

Le déroulement du projet chez les Serres Jardins Girouard s'est bien déroulé en 2012 et 2013. Les différentes fournaies et le système de contrôle ont bien fonctionné. Ceci a permis de recueillir des données de qualité pour permettre leurs traitements et leurs analyses.

Les tableaux 21 et 22 présentent les consommations d'énergie brute en termes de mètres cubes ( $m^3$ ) de gaz naturel par unité de surface ( $m^2$  ou  $pi^2$ ) et en termes de kWh par unité de surface ( $m^2$  ou  $pi^2$ ) pour les années 2012 et 2013. Pour convertir des  $m^3$  de gaz naturel en kWh, le facteur de conversion de 10,53 kWh d'énergie/  $m^3$  de gaz naturel a été utilisé (annexe 6).

En 2012, pour la durée du projet, soit 57 jours, les fournaies ont consommé 13,0  $m^3$  de gaz naturel par  $m^2$  dans la serre en gestion traditionnelle et 8,2  $m^3$  de gaz naturel par  $m^2$  dans la serre en gestion dynamique. Ce qui correspond respectivement à 136,5 et 86,8 kWh/ $m^2$ . La consommation d'énergie des fournaies a donc été 36,4 % plus élevée dans la serre en gestion traditionnelle.

En 2013, pour la durée du projet, soit 51 jours, les fournaies ont consommé 13,9  $m^3$  de gaz naturel par  $m^2$  dans la serre en gestion traditionnelle et 9,9  $m^3$  de gaz naturel par  $m^2$  dans la serre en gestion dynamique. Ce qui correspond respectivement à 146,0 et 103,9 kWh/ $m^2$ . La consommation d'énergie des fournaies a donc été 28,8 % plus élevée dans la serre en gestion traditionnelle.

Les tableaux 23 et 24 présentent les ratios d'efficacité énergétique des serres pour les années 2012 et 2013. Plus le ratio est petit, plus la serre est efficace sur le point énergétique. Ce ratio tient compte des caractéristiques structurales des serres (Ex. : dimensions, isolation), de l'efficacité des systèmes (Ex. : génération de chaleur, distribution de chaleur, ventilation), des modes d'opération, des pratiques de production et des besoins de chauffe de la serre.

En 2012, les ratios d'efficacité énergétique étaient respectivement de 28,3 et 22,4 kWh brut/ $m^2$ /100 DJc dans les serres en systèmes de gestion traditionnelle et dynamique. En 2013, les ratios d'efficacité énergétique étaient respectivement de 30,5 et 36,2 kWh brut/ $m^2$ /100 DJc dans les serres en gestion traditionnelle et dynamique. Le ratio d'efficacité énergétique qui tient compte des besoins de chauffe a donc été amélioré globalement de 21,0 % en 2012 et de 15,6 % en 2013 par la gestion dynamique.

Tableau 20 Serres Jardins Girouard : consommation d'énergie brute ayant servi à la chauffe des serres 11 et 12 et pour les années 2012 et 2013 (gaz naturel exprimé en mètres cubes)

Année	Mois	Nombre de jours comptabilisés	Mode de gestion		Serre 11 Consommation d'énergie des fournaies				Serre 12 Consommation d'énergie des fournaies				Taux basé sur le mode « traditionnelle » %
			11	12	Nord	Sud	Totale		Nord	Sud	Totale		
					m³/m²	m³/m²	m³/m²	m³/m² / j	m³/m²	m³/m²	m³/m²	m³/m² / j	
2012	Mars	16	T	D	2,621	1,432	4,053	0,253	2,310	1,155	3,464	0,217	14,5%
	Avril	27	T	D	4,398	1,978	6,377	0,236	2,218	1,145	3,363	0,125	47,3%
	Mai	14	T	D	1,689	0,850	2,539	0,181	0,929	0,490	1,418	0,101	44,1%
	<b>Global</b>	<b>57</b>	<b>T</b>	<b>D</b>	<b>8,709</b>	<b>4,260</b>	<b>12,969</b>	<b>0,228</b>	<b>5,456</b>	<b>2,790</b>	<b>8,246</b>	<b>0,145</b>	<b>36,4%</b>
2013	Mars	7	D	T	0,904	0,412	1,315	0,188	1,351	0,550	1,901	0,272	30,8%
	Avril	30	D	T	4,066	1,858	5,924	0,197	5,793	2,341	8,134	0,271	27,2%
	Mai	14	D	T	1,756	0,873	2,629	0,188	2,653	1,179	3,832	0,274	31,4%
	<b>Global</b>	<b>51</b>	<b>D</b>	<b>T</b>	<b>6,726</b>	<b>3,142</b>	<b>9,868</b>	<b>0,193</b>	<b>9,797</b>	<b>4,070</b>	<b>13,867</b>	<b>0,272</b>	<b>28,8%</b>

Notes :

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnelle».

T=traditionnelle, D=dynamique

**Tableau 21 Serres Jardins Girouard : consommation d'énergie brute ayant servi à la chauffe des serres 11 et 12 et pour les années 2012 et 2013 (gaz naturel exprimé en kWh)**

Année	Mois	Nombre de jours comptabilisés	Mode de gestion		Serre 11 Consommation d'énergie des fournaies				Serre 12 Consommation d'énergie des fournaies				Taux basé sur le mode « traditionnelle »
			11	12	Nord	Sud	Totale		Nord	Sud	Totale		
					kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> / j	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> / j	%
2012	Mars	16	T	D	27,6	15,1	42,7	2,7	24,3	12,2	36,5	2,3	14,5%
	Avril	27	T	D	46,3	20,8	67,1	2,5	23,3	12,1	35,4	1,3	47,3%
	Mai	14	T	D	17,8	8,9	26,7	1,9	9,8	5,2	14,9	1,1	44,1%
	<b>Global</b>	<b>57</b>	<b>T</b>	<b>D</b>	<b>91,7</b>	<b>44,8</b>	<b>136,5</b>	<b>2,4</b>	<b>57,4</b>	<b>29,4</b>	<b>86,8</b>	<b>1,5</b>	<b>36,4%</b>
2013	Mars	7	D	T	9,5	4,3	13,8	2,0	14,2	5,8	20,0	2,9	30,8%
	Avril	30	D	T	42,8	19,6	62,3	2,1	61,0	24,6	85,6	2,9	27,2%
	Mai	14	D	T	18,5	9,2	27,7	2,0	27,9	12,4	40,3	2,9	31,4%
	<b>Global</b>	<b>51</b>	<b>D</b>	<b>T</b>	<b>70,8</b>	<b>33,1</b>	<b>103,9</b>	<b>2,0</b>	<b>103,1</b>	<b>42,8</b>	<b>146,0</b>	<b>2,9</b>	<b>28,8%</b>

Notes :

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnelle».

Les «kWh» sont des kWh bruts.

T=traditionnelle, D=dynamique

**Tableau 22 Serres Jardins Girouard : ratios d'efficacité énergétique des serres 11 et 12 pour l'année 2012**  
(kWh brut/m<sup>2</sup> / 100 DJc ou kWh brut/pi<sup>2</sup> / 100 DJc)

2012	Nombre de jours comptabilisés	Besoin de chauffe				Ratio d'efficacité énergétique		Ratio d'efficacité énergétique		Taux basé sur le mode « traditionnelle »
		11		12		11	12	11	12	
Mois		Traditionnelle		Dynamique		Traditionnelle	Dynamique	Traditionnelle	Dynamique	
		DJc Total	DJc par jour	DJc Total	DJc par jour	kWh brut/m <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/m <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/pi <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/pi <sup>2</sup> par 100 DJc	%
Mars	16	178,9	11,2	161,3	10,1	23,9	22,6	2,2	2,1	5,2
Avril	27	253,5	9,4	185,5	6,9	26,5	19,1	2,5	1,8	27,9
Mai	14	49,6	3,5	41,3	2,9	53,9	36,2	5,0	3,4	32,9
Global	57	482,0	8,5	388,1	6,8	28,3	22,4	2,6	2,1	21,0

Notes :

Plus le ratio est bas, plus la serre est efficace au niveau énergétique.

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnelle».

Tableau 23 Serres Jardins Girouard : ratios d'efficacité énergétique des serres 11 et 12 pour l'année 2013  
(kWh brut/m<sup>2</sup> / 100 DJc ou kWh brut/pi<sup>2</sup> / 100 DJc)

2013	Nombre de jours comptabilisés	Besoin de chauffe				Ratio d'efficacité énergétique		Ratio d'efficacité énergétique		Taux basé sur le mode « traditionnelle »
		11		12		11	12	11	12	
Mois		Dynamique		Traditionnelle		Dynamique	Traditionnelle	Dynamique	Traditionnelle	
		DJc Total	DJc par jour	DJc Total	DJc par jour	kWh brut/m <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/m <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/pi <sup>2</sup> par 100 DJc	kWh brut/pi <sup>2</sup> par 100 DJc	%
Mars	7	61,4	8,8	76,2	10,9	22,5	26,3	2,1	2,4	14,2
Avril	30	252,8	8,4	295,1	9,8	24,7	29,0	2,3	2,7	15,0
Mai	14	26,1	1,9	32,4	2,3	106,1	124,5	9,9	11,6	14,8
Global	51	340,4	6,7	403,7	7,9	30,5	36,2	2,8	3,4	15,6

Notes :

Plus le ratio est bas, plus la serre est efficace au niveau énergétique.

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnel»



## 4 Conclusions

Les résultats du présent projet indiquent que l'approche de gestion dynamique du climat est applicable dans le contexte de production d'annuelles au Québec. L'approche démontre un fort potentiel en terme d'économie d'énergie, et ce, sans en affecter la qualité des plants.

D'un point de vue agronomique, le type de gestion du climat n'a pas influencé de façon notable la croissance des plants. Chez Les Serres René Fontaine, seul le cultivar C d'impatiens était visuellement plus large lors de la deuxième année dans la serre en gestion dynamique. Chez les Serres et Jardins Girouard, les résultats montrent une réponse différente des espèces à la gestion du climat lors d'une des deux années. En effet, les impatiens normalement produites sous conditions chaudes ont été favorisées dans la serre en gestion traditionnelle. Les nuits plus froides dans la serre en gestion dynamique ont pu nuire à leur croissance. À l'inverse, les géraniums qui tolèrent bien des conditions plus fraîches se sont développés davantage dans la serre en gestion dynamique. Néanmoins, l'ensemble des plants était de qualité vendable.

En général, le type de gestion du climat a eu peu d'effet sur le moment de la floraison et donc, sur la durée de production. Par contre, chez l'un des producteurs, et ce pour les trois espèces, le nombre de fleurs ouvertes à la fin du projet était légèrement plus élevé dans la serre en gestion traditionnelle lors de la première année, tandis que les dahlias ont produit plus de fleurs en gestion dynamique la deuxième année. Malgré que les analyses indiquent quelques différences au niveau de la croissance des plants, ces dernières sont considérées comme négligeables et la qualité des plants équivalente.

De plus, il est important de noter que la gestion dynamique du climat n'a pas favorisé le développement de maladies ni la présence de ravageurs.

Il aurait été intéressant de discuter des économies d'énergie obtenues chez deux producteurs qui ont une gestion traditionnelle très différente l'un de l'autre. Malheureusement, le déroulement du projet chez Les Serres René Fontaine n'a pas permis d'émettre des conclusions sur les différents modes de gestion concernant l'aspect énergétique. Chez Les Serres et Jardins Girouard, le mode de gestion dynamique a permis d'engendrer des économies d'énergie appréciables et une augmentation de l'efficacité énergétique indépendamment de la serre et ceci pour tous les mois. L'économie annuelle moyenne de 32,6 % obtenue est comparable à celles obtenues lors d'études réalisées en France et au Danemark. En effet, lors de ces études, la gestion dynamique a permis des économies d'énergie de 25 à 48 % sans affecter la qualité des plantes et le temps de production (Arexhor 2010; Ottosen et Rosenquist 2005).

Est-ce que les taux d'économie et les ratios d'efficacité énergétique obtenus pourraient s'appliquer directement pour toutes les entreprises serricoles ? Il serait difficile de transposer directement ces résultats pour l'ensemble des entreprises, car le mode de gestion usuellement utilisé, l'efficacité des différents systèmes (Ex. : système de génération de chaleur, système de distribution de chaleur, système de ventilation, système de contrôle), la qualité des infrastructures et les périodes d'opération varient d'une entreprise à l'autre. Cependant, on peut constater que le mode de gestion dynamique démontre un fort potentiel au niveau énergétique tel qu'il est reporté dans la littérature.

Les résultats présentés lors de la «Journée des producteurs en serres» organisée par l'IQDHO ont suscité l'intérêt de nombreux producteurs. Les stratégies de gestion dynamique du climat sont nombreuses. Les différents aspects de la gestion du climat (température de base, effet de l'intensité lumineuse, DIP, etc.) peuvent être adaptés en fonction des besoins des regroupements de végétaux produits dans la serre. Ce projet a permis d'acquérir des connaissances sur la pratique de la gestion dynamique, mais ce n'est qu'un premier pas vers l'adoption de cette pratique par les producteurs. Des essais supplémentaires sur l'influence du DIP et du gain de chaleur sur la croissance des plantes pourraient être réalisés. De plus, l'utilisation de la gestion dynamique pour réduire le temps de productions reste à étudier.

## **Remerciements**

Nous aimerions remercier le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec pour son aide financière apportée dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole.

Notre gratitude s'adresse particulièrement aux deux entreprises de production d'annuelles en serre, Les Serres et Jardins Girouard et Les Serres René Fontaine, nos partenaires indispensables dans ce projet.

Nous remercions l'équipe du CIDES pour sa précieuse collaboration à ce projet et le Syndicat des producteurs en serre du Québec pour son appui ainsi que l'aide offerte pour la réalisation des bilans énergétiques.

Nous remercions l'équipe de Damatex et particulièrement Monsieur Réjean Sicard pour le support technique.

Nous tenons également à remercier Marie-Pier Lamy de l'Université Laval de son aide pour l'analyse statistique des données.

Finalement, nous remercions nos collègues de l'IQDHO Julie Bilodeau, Marylaine De Chantal, Michel Delorme, Régis Larouche, Marie-Claude Lavoie, Marie-Claude Limoges, Murielle Ménard, Sophie Rochefort et Martin Trépanier pour leur importante contribution au projet.

## **Références bibliographiques**

Arexhor Grand Est. 2010. Éco-production et développement durable. Intégration des températures moyennes extérieures sur une gamme de printemps. Référence essai : AG/09/PP/14. Fiche 02.

Ottosen, C.-O. et E. Rosenquist. 2005. Energy saving potential of dynamic climate control. FlowerTECH vol.8/no.2: 11-13.

## Annexe 1 : Dispositif expérimental

### Exemple : Les serres et Jardins Girouard 2013

#### Serre gestion dynamique

Bloc 1		
Géranium cultivar C	Dahlia cultivar A	Impatiens cultivar C
Géranium cultivar A	Dahlia cultivar C	Impatiens cultivar A
Géranium cultivar B	Dahlia cultivar B	Impatiens cultivar B

Bloc 2		
Impatiens cultivar A	Géranium cultivar A	Dahlia cultivar C
Impatiens cultivar B	Géranium cultivar C	Dahlia cultivar A
Impatiens cultivar C	Géranium cultivar B	Dahlia cultivar B

Bloc 3		
Dahlia cultivar C	Impatiens cultivar A	Géranium cultivar C
Dahlia cultivar A	Impatiens cultivar C	Géranium cultivar B
Dahlia cultivar B	Impatiens cultivar B	Géranium cultivar A

Bloc 4		
Géranium cultivar A	Impatiens cultivar B	Dahlia cultivar C
Géranium cultivar C	Impatiens cultivar A	Dahlia cultivar A
Géranium cultivar B	Impatiens cultivar C	Dahlia cultivar B

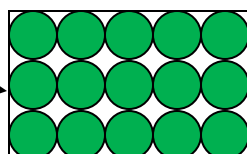
#### Serre gestion traditionnelle

Bloc 1		
Dahlia cultivar B	Impatiens cultivar B	Géranium cultivar C
Dahlia cultivar C	Impatiens cultivar C	Géranium cultivar A
Dahlia cultivar A	Impatiens cultivar A	Géranium cultivar B

Bloc 2		
Géranium cultivar A	Dahlia cultivar C	Impatiens cultivar A
Géranium cultivar B	Dahlia cultivar B	Impatiens cultivar B
Géranium cultivar C	Dahlia cultivar A	Impatiens cultivar C

Bloc 3		
Dahlia cultivar A	Impatiens cultivar C	Géranium cultivar C
Dahlia cultivar B	Impatiens cultivar A	Géranium cultivar B
Dahlia cultivar C	Impatiens cultivar B	Géranium cultivar A

Bloc 4		
Dahlia cultivar B	Géranium cultivar C	Impatiens cultivar A
Dahlia cultivar A	Géranium cultivar B	Impatiens cultivar C
Dahlia cultivar C	Géranium cultivar A	Impatiens cultivar B



= Unité expérimentale

## **Annexe 2 : Journées traitées pour le bilan énergétique chez Les Serres René Fontaine**

Serres René Fontaine : périodes d'opération des serres et modes de gestion

<b>Année</b>	<b>Date</b>		<b>Serre : mode de gestion</b>	
	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
<b>2012</b>	2012-03-20	2012-05-09	Traditionnelle	Dynamique
<b>2013</b>	2013-03-22	2013-05-15	Dynamique	Traditionnelle

Serres René Fontaine : données traitées et analysées en 2012

<b>Année</b>	<b>Mois</b>	<b>Journées du mois non traitées</b>	<b>Journées du mois traitées</b>	<b>Nombre de jours traité</b>
<b>2012</b>	Mars	20 au 23, 31	24 au 30	7
<b>2012</b>	Avril	15, 16, 17	1 au 14, 18 au 30	27
<b>2012</b>	Mai	8, 9	1 au 7	7
Total :				41

Serres René Fontaine : données traitées et analysées en 2013

<b>Année</b>	<b>Mois</b>	<b>Journées du mois non traitées</b>	<b>Journées du mois traitées</b>	<b>Nombre de jours traité</b>
<b>2013</b>	Mars	n.a.	22 au 31	10
<b>2013</b>	Avril	18, 19, 24, 28 au 30	1 au 17, 20 au 23, 25 au 27	24
<b>2013</b>	Mai	1 à 15	Aucun	0
Total :				34

## **Annexe 3 : Journées traitées pour le bilan énergétique chez Les Serres et Jardins Girouard**

Serres Jardins Girouard : périodes d'opération des serres et modes de gestion

<b>Année</b>	<b>Date</b>		<b>Serre : mode de gestion</b>	
	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>2012</b>	2012-03-14	2012-05-16	Traditionnelle	Dynamique
<b>2013</b>	2013-03-25	2013-05-14	Dynamique	Traditionnelle

Serres Jardins Girouard : données traitées et analysées en 2012

<b>Année</b>	<b>Mois</b>	<b>Journées du mois non traitées</b>	<b>Journées du mois traitées</b>	<b>Nombre de jours traité</b>
<b>2012</b>	Mars	21, 22	14 au 20, 23 au 31	16
<b>2012</b>	Avril	15, 16, 17	1 au 14, 18 au 30	27
<b>2012</b>	Mai	15 et 16	1 au 14	14
Total :				57

Serres Jardins Girouard : données traitées et analysées en 2013

<b>Année</b>	<b>Mois</b>	<b>Journées du mois non traitées</b>	<b>Journées du mois traitées</b>	<b>Nombre de jours traité</b>
<b>2013</b>	Mars	n.a.	25 au 31	7
<b>2013</b>	Avril	n.a.	1 au 30	30
<b>2013</b>	Mai	n.a.	1 au 14	14
Total :				51

## Annexe 4 : Serres René Fontaine : température moyenne de nuit des conduits d'air chaud

Serres René Fontaine : température moyenne de nuit des conduits d'air chaud à la sortie des fournaies

Année	Mois	Nombre de jours	Mode de gestion		Température moyenne de nuit						Commentaires
			16	18	16			18			
					Nord °C	Sud °C	Moyenn e °C	Nord °C	Sud °C	Moyenn e °C	
2012	Mars	12	T	D	23,4	30,9	27,1	13,3	9,3	11,3	La fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné.
	Avril	30	T	D	21,1	27,5	24,3	16,96	10,16	13,6	La fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné. Données disponibles seulement entre le 1er au 18 avril inclusivement pour la température des conduits. Les données pour les consommations sont disponibles.
	Mai	9	T	D	19,0	24,4	21,7	12,7	10,2	11,5	La fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné.
2013	Mars	10	D	T	24,2	11,4	17,8	24,0	12,5	18,2	Les fournaises 16-Sud et 18-Sud n'ont pas fonctionné.
	Avril	30	D	T	16,6	15,2	15,9	21,5	11,5	16,5	La fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné.
	Mai	15	D	T	12,2	13,5	12,9	15,1	9,8	12,4	La fournaise 18-Sud n'a pas fonctionné. Données de consommation non disponibles pour les fournaises 16-Nord et 16-Sud entre le 1er et 12 mai 2013. Aucune donnée de consommation pour les fournaises 18-Nord et 18-Sud.

Notes :

La température moyenne a été évaluée en prenant les données entre 19 h et le lendemain matin 6 h. Ainsi, l'effet du soleil au niveau de son apport en chaleur n'est pas comptabilisé. Les deux tableaux démontrent à priori que seules les données recueillies en avril et mai peuvent être utilisées pour comparer les modes de gestion.

## Annexe 5 : Serres et Jardins Girouard température moyenne de nuit des conduits d'air chaud

Serres Jardins Girouard : température moyenne de nuit des conduits d'air chaud à la sortie des fournaies pour les années 2012 et 2013

Année	Mois	Nombre de jours	Mode de gestion		Température moyenne de nuit						Commentaires
			11	12	11			12			
					Nord	Sud	Moyenn e	Nord	Sud	Moyenn e	
					°C	°C	°C	°C	°C	°C	
2012	Mars	18	T	D	41,0	38,8	39,9	30,4	31,1	30,8	Les fournaies fonctionnent de façon équivalente, mais moins intensément dans la serre 12.
	Avril	30	T	D	43,7	23,4	33,5	24,3	24,5	24,4	La fournaise 11-Nord a fonctionné plus intensément, mais les autres de façon équivalente
	Mai	15	T	D	26,2	26,6	26,4	18,8	19,4	19,1	Les fournaies fonctionnent de façon équivalente, mais moins intensément dans la serre 12.
2013	Mars	7	D	T	33,5	32,7	33,1	42,7	44,3	43,5	Les fournaies fonctionnent de façon équivalente, mais moins intensément dans la serre 11.
	Avril	30	D	T	31,0	30,4	30,7	39,0	44,3	41,6	Les fournaies fonctionnent de façon équivalente, mais moins intensément dans la serre 11.
	Mai	14	D	T	17,0	19,0	18,0	15,3	27,8	21,5	La fournaise 12-Sud a fonctionné plus intensément, mais les autres de façon équivalente

Notes :

La température moyenne a été évaluée en prenant les données entre 19 h et le lendemain matin 6 h. Ainsi, l'effet du soleil au niveau de son apport en chaleur n'est pas comptabilisé.

Les deux tableaux démontrent à priori que les données recueillies peuvent être utilisées pour comparer les modes de gestion.



## Annexe 6 – Facteurs d'émission et de conversion

Source : Ministère des Ressources naturelles du Québec – Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (version du 31 octobre 2013)

Nom de la forme d'énergie	Unité	Énergie en MJ/Unité	Énergie en kWh/Unité	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> équ	Équivalence CO <sub>2</sub> en neutralité carbone
g/Unité								
Autre	GJ	1 000,000	277,7778					
Biodiésel	L	35,670	9,9083	2497	0	0	2497	0
Biogaz (portion méthane)	m³	31,500	8,7500	1556	0	0	1556	1556
Bitume	L	44,460	12,3500				1778,4	1778,4
Butane	L	28,620	7,9500	1730	0,024	0,108	1763,984	1763,984
Carburéacteur	L	35,930	9,9806	2534	0,08	0,23	2606,98	2606,98
Charbon bitumineux étranger	kg	29,820	8,2833	2340	0,03	0,02	2346,83	2346,83
Charbon de bois	kg	27,600	7,6666	3190	0	0	3190	3190
Coke de charbon	kg	30,200	8,3888	2480	0,03	0,02	2486,83	2486,83
Coke de pétrole (de valorisation)	L	40,570	11,2694	3494	0,12	0,0231	3503,681	3503,681
Coke de pétrole (raffinage)	kg	32,600	9,0555	3826	0,12	0,0265	3836,735	3836,735
CRD	kg	16,720	4,6444	714,9472	0	0	714,9472	714,9472
Déchets ligneux (résidus de bois) base sèche	kg	18,000	5,0000	0	0,05	0,02	7,25	7,25
Diesel	L	38,680	10,7445	2663	0,133	0,4	2789,793	2789,793
Écorces	kg	20,000	5,5556	0	0,05	0,02	7,25	7,25
Électricité	kWh	3,600	1,0000	2	0,0002	0,0001	2,04	2,04
Essence (automobile)	L	34,660	9,6278	2289	0,52	0,2	2361,92	2361,92
Essence (aviation)	L	33,620	9,3389	2342	2,2	0,23	2459,5	2459,5
Ethane	L	18,360	5,1000	976			976	976
Éthanol (100 %)	L	23,410	6,5028	1519	0	0	1519	0
Gaz de cokerie	m³	19,140	5,3167	879	0,037	0,035	890,627	890,627
Gaz de distillation (de valorisation)	m³	37,930	10,5361	1750	0	0,000022	1750,00682	1750,00682
Gaz de distillation (du raffinage)	L	41,730	11,5917	1750		0,00002	1750,0062	1750,0062
Gaz d'enfouissement (portion méthane)	m³	39,820	11,0611	2175	0,04	0,004	2177,08	2,08
Gaz naturel	m³	37,890	10,5250	1891	0,037	0,033	1902,007	1902,007
Gras animal fondu	L	34,840	9,6778	2348	0	0	2348	0
Huile végétale	L	33,440	9,2889	2585	0	0	2585	0
Kérosène	L	37,680	10,4694	2534	0,006	0,031	2543,736	2543,736
Lignite	kg	14,400	4,0000	1480	0,03	0,02	1486,83	1486,83
Liquideur usée de cuisson base sèche	kg	14,770	4,1000	1428	0,05	0,02	1435,25	7,25
Lubrifiants (huiles usées)	L	39,160	10,8778	1410	0	0	1410	1410
Matières résiduelles collectées par une municipalité	kg	11,570	3,2139	990,392	0,3471	0,04628	1011,6338	21,6338
Mazout léger n° 1	L	38,780	10,7722	2643	0,006	0,031	2652,736	2652,736
Mazout léger n° 2	L	38,800	10,7778	2725	0,006	0,031	2734,736	2734,736
Mazout lourd (n° 5 et 6)	L	42,500	11,8056	3124	0,12	0,064	3146,36	3146,36
Pneus	kg	31,180	8,6611	2650	0	0	2650	2650
Propane	L	25,530	7,0917	1510	0,024	0,108	1543,984	1543,984
Sous-produits agricoles (qui ne sont pas destinés à la consommation)	kg	9,590	2,6639	1074	0	0	1074	0
Sous-produits de la biomasse (résidus animaux et végétaux, excluant les résidus de bois et la liqueur de cuisson)	kg	30,300	8,4167	3000	0	0	3000	0
Tourbe	kg	9,300	2,5833	957,9	0,0093	0,01395	962,4198	4,5198

Les données sont tirées de :

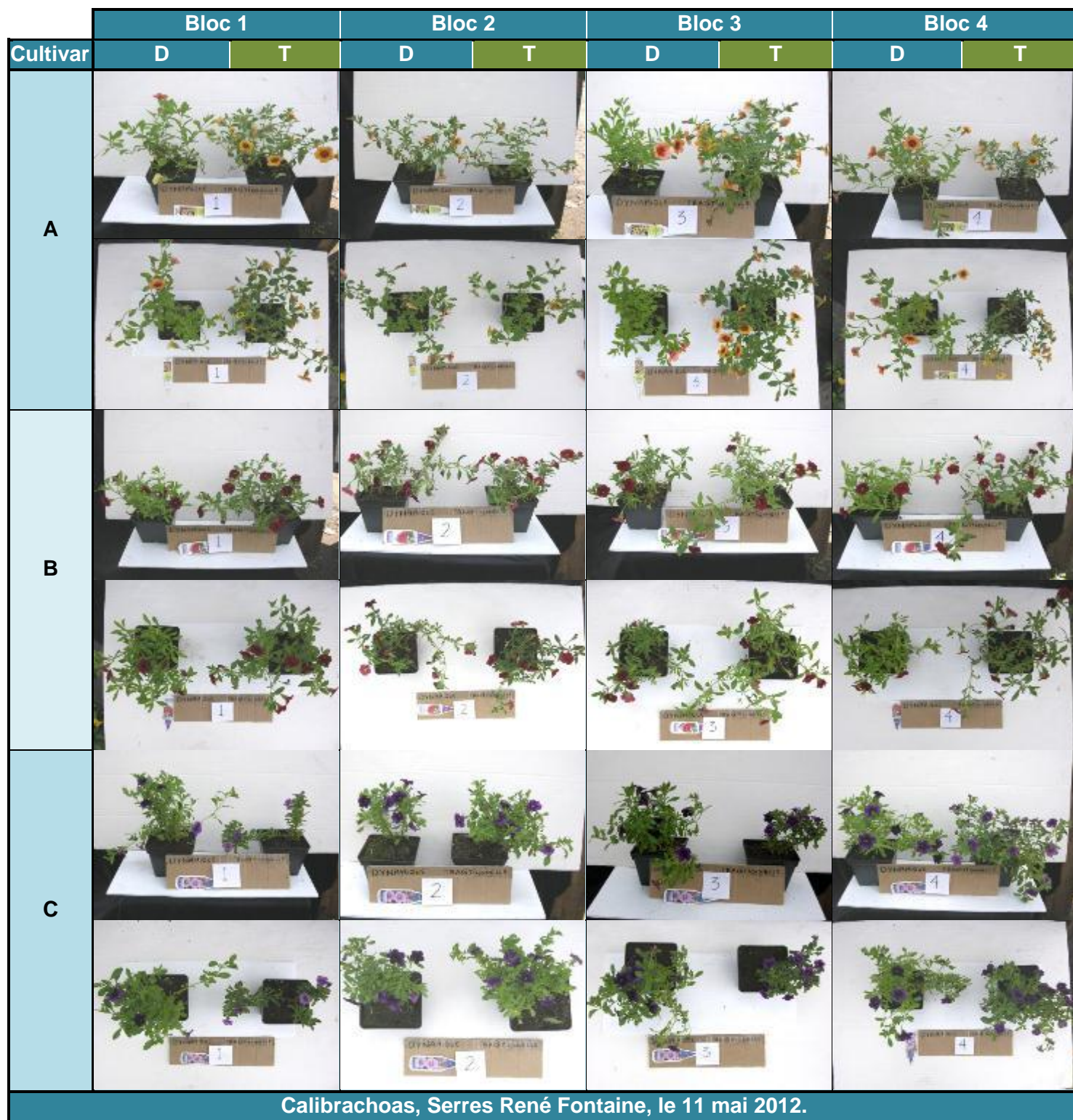
Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère, Loi sur la qualité de l'environnement, Q-2, a.2.2, 109.1 et 124.1

Forintek avec valeur de facteur d'émissions égal aux déchets ligneux

















































Annexe 13 du Rapport d'inventaire national du Canada 1990-2010 partie 3

























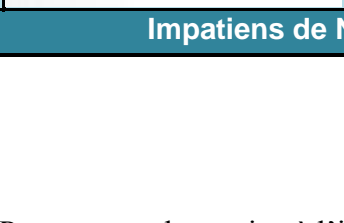
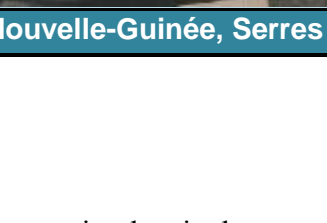
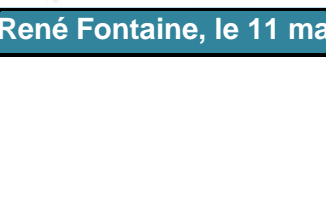
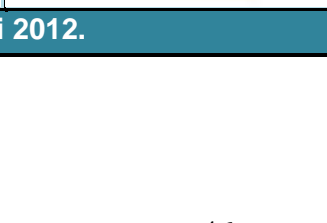
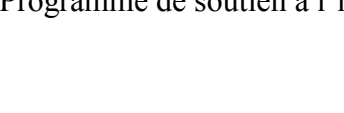


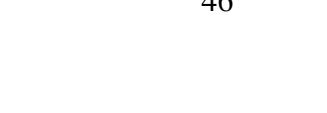
Facteur d'émission du guide des facteurs d'émissions de l'ADEME version 5.0

## Annexe 7 : Photos comparatives des plants, Serres René Fontaine 2012






	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
Cultivar	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
C								
								
Géraniums, Serres René Fontaine, le 11 mai 2012.								

















































	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
Cultivar	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
C								
Impatiens de Nouvelle-Guinée, Serres René Fontaine, le 11 mai 2012.								

















































## Annexe 8 : Photos comparatives des plants, Serres René Fontaine 2013

Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	T	D	T	D	T	D	T	D
A								
								
B								
								
C								
								
Dahlietas, Serres René Fontaine, le 15 mai 2013.								



Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	T	D	T	D	T	D	T	D
A								
								
B								
								
C								
								
Géraniums, Serres René Fontaine, le 15 mai 2013.								











































Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	T	D	T	D	T	D	T	D
A								
								
B								
								
C								
								
Impatiens de Nouvelle-Guinée, Serres René Fontaine, le 15 mai 2013.								



## Annexe 9 : Photos comparatives des plants, Serres et Jardins Girouard 2012

Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
Calibrachoa, Serres et Jardins Girouard, le 16 mai 2012.								



Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
C								
								
Géraniums, Serres et Jardins Girouard, le 16 mai 2012.								



Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
C								
								
Impatiens de Nouvelle-Guinée, Serres et Jardins Girouard, le 16 mai 2012.								



















































## Annexe 10 : Photos comparatives des plants, Serres et Jardins Girouard 2013

Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
B								
C								
Dalinas, Serres et Jardins Girouard, le 14 mai 2013.								

	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
Cultivar	D	T	D	T	D	T	D	T
A	n.d.		n.d.					
	n.d.		n.d.					
B		n.d.		n.d.				
		n.d.		n.d.				
C		n.d.		n.d.				
		n.d.		n.d.				
Géraniums, Serres et Jardins Girouard, le 14 mai 2013.								



Cultivar	Bloc 1		Bloc 2		Bloc 3		Bloc 4	
	D	T	D	T	D	T	D	T
A								
								
B								
								
C								
								
Impatiens de Nouvelle-Guinée, Serres et Jardins Girouard, le 14 mai 2013.								

## Annexe 11 : Serres René Fontaine : consommation d'énergie brute 2012-2013 (propane exprimé en litres)

Année	Mois	Nombre de jours comptabilisés	Mode de gestion		Serre 16 Consommation d'énergie des fournaies				Serre 18 Consommation d'énergie des fournaies				Taux basé sur le mode « traditionnelle » %
			16	18	Nord	Sud	Totale		Nord	Sud	Totale		
					L/m²	L/m²	L/m²	L/m² / j	L/m²	L/m²	L/m²	L/m² / j	
2012	Mars	7	T	D	3,267	0,530	3,797	0,542	6,946	0,000	6,946	0,992	-82,9%
	Avril	27	T	D	7,341	1,321	8,662	0,321	4,990	0,000	4,990	0,185	42,4%
	Mai	7	T	D	1,159	0,181	1,340	0,191	0,419	0,000	0,419	0,060	68,8%
	Global	41	T	D	11,767	2,032	13,799	0,337	12,355	0,000	12,355	0,301	10,5%
2013	Mars	10	D	T	0,871	0,000	0,871	0,087	1,122	0,000	1,122	0,112	22,3%
	Avril	24	D	T	1,436	1,560	2,995	0,125	2,444	0,000	2,444	0,102	-22,6%
	Mai	0	D	T	0,000	0,000	0,000	n.d.	0,000	0,000	0,000	n.d.	n.d.
	Global	34	D	T	2,307	1,560	3,867	0,114	3,565	0,000	3,565	0,105	-8,5%

Notes :

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnelle».

T=traditionnelle, D=dynamique

## Annexe 12 : Serres René Fontaine : consommation d'énergie brute 2012-2013 (propane exprimé en kWh)

Année	Mois	Nombre de jours comptabilisés	Mode de gestion		Serre 16 Consommation d'énergie des fournaies				Serre 18 Consommation d'énergie des fournaies				Taux basé sur le mode « traditionnelle »
			16	18	Nord	Sud	Totale		Nord	Sud	Totale		
					kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m² / j	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m² / j	
2012	Mars	7	T	D	23,2	3,8	26,9	3,8	49,3	0,0	49,3	7,0	-82,9%
	Avril	27	T	D	52,1	9,4	61,4	2,3	35,4	0,0	35,4	1,3	42,4%
	Mai	7	T	D	8,2	1,3	9,5	1,4	3,0	0,0	3,0	0,4	68,8%
	Global	41	T	D	83,4	14,4	97,9	2,4	87,6	0,0	87,6	2,1	10,5%
2013	Mars	10	D	T	6,2	0,0	6,2	0,6	8,0	0,0	8,0	0,8	22,3%
	Avril	24	D	T	10,2	11,1	21,2	0,9	17,3	0,0	17,3	0,7	-22,6%
	Mai	0	D	T	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0	0,0	n.d.	n.d.
	Global	34	D	T	16,4	11,1	27,4	0,8	25,3	0,0	25,3	0,7	-8,5%

Notes :

Si le taux est positif, ceci indique que le mode «dynamique» a utilisé moins d'énergie que le mode «traditionnelle».

Les « kWh » sont des kWh brut.

T=traditionnelle, D=dynamique

## Annexe 13 : Serres René Fontaine : ratios d'efficacité énergétique des serres pour 2012 et 2013

2012	Nombre de jours comptabilisés	Besoin de chauffe				Ratio d'efficacité énergétique		Ratio d'efficacité énergétique		Taux basé sur le mode « traditionnelle »
		16		18		16	18	16	18	
Mois		Traditionnelle		Dynamique		Traditionnelle	Dynamique	Traditionnelle	Dynamique	
		DJc Total	DJc par jour	DJc Total	DJc par jour	kWh brut/m² par 100 DJc	kWh brut/m² par 100 DJc	kWh brut/pi² par 100 DJc	kWh brut/pi² par 100 DJc	%
Mars	7	37,2	5,3	34,6	4,9	72,4	142,3	6,7	13,2	-96,5
<b>Avril</b>	27	202,1	7,5	193,8	7,2	<b>30,4</b>	<b>18,3</b>	2,8	1,7	39,9
Mai	7	36,3	5,2	33,6	4,8	26,2	8,8	2,4	0,8	66,2
Global	41	275,6	6,7	262,0	6,4	35,5	33,4	3,3	3,1	5,8
2013	Nombre de jours comptabilisés	Besoin de chauffe				Ratio d'efficacité énergétique		Ratio d'efficacité énergétique		Taux basé sur le mode « traditionnelle »
		16		18		16	18	16	18	
Mois		Dynamique		Traditionnelle		Dynamique	Traditionnelle	Dynamique	Traditionnelle	
		DJc Total	DJc par jour	DJc Total	DJc par jour	kWh brut/m² par 100 DJc	kWh brut/m² par 100 DJc	kWh brut/pi² par 100 DJc	kWh brut/pi² par 100 DJc	%
Mars	10	117,5	11,7	126,7	12,7	5,3	6,3	0,5	0,6	16,2
<b>Avril</b>	24	300,4	12,5	313,6	13,1	<b>7,1</b>	<b>5,5</b>	0,7	0,5	-28,0
Mai	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Global	34	417,9	12,3	440,3	13,0	6,6	5,7	0,6	0,5	-14,3

Note : plus le ratio est bas, plus la serre est efficace au niveau énergétique