

# Rapport final

**Accroissement de la productivité du poivron en serre de 25%  
par l'utilisation du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et l'optimisation de  
la charge en fruits par la récolte de fruits verts.**

Projet PSIH08-1-003

Présenté par  
le Syndicat des producteurs en serre du Québec



En partenariat avec :

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 



**CIDES**

CENTRE D'INFORMATION  
DE DÉVELOPPEMENT EXPÉRIMENTAL  
EN SERRICULTURE

---

**Février 2010**

---

**Rapport présenté au :**

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH).

**Équipe de réalisation :**

Éric Chagnon, agronome, S.P.S.Q. Responsable du projet

Sébastien Brossard, agronome, CQH

Gilles Cadotte, agronome, CIDES

Marco Girouard., ingénieur, CIDES

Pierre-Louis Bernatchez, technicien, CIDES

Claude Robert, technicien, CIDES

Réjean Sicard, Damatex

Gilles Turcotte, agronome, M.Sc., consultant en serriculture

## Table des matières

	Page
Introduction .....	3
Objectifs du projet .....	5
Objectif général .....	5
Objectifs spécifiques .....	5
Méthodologie .....	6
Traitements .....	6
Injection de CO <sub>2</sub> .....	6
Calendrier et conduite de culture.....	6
Paramètres mesurés .....	7
Résultats obtenus et analyse .....	9
Conclusion .....	13
Références.....	14

## Introduction

La culture du poivron en serre reste une culture marginale au Québec, moins de 1 ha, alors que par ailleurs au Canada (255 ha), la progression se poursuit. Le poivron est le légume de serre dont la demande sur le marché s'accroît le plus rapidement. La consommation du poivron suit une tendance ascendante partout en Amérique du Nord. Au Canada, en 2004, la consommation par personne était de 3,44 kg par an (Elmhirst, 2006). Aux États-Unis, elle était de 3,1 kg en 2000 et elle a augmenté à 3,4 kg en 2004 (USDA, 2007). Au cours des trois dernières années, il s'est ajouté au Canada plus de 70 ha de serres pour la production du poivron, mais pratiquement rien au Québec. Ce qui bloque les serriculteurs à se lancer dans la culture du poivron, c'est le manque d'information et l'incertitude concernant la productivité de cette culture sous le climat québécois.

Les projets réalisés dans le cadre du PSIH en 2006, 2007 et 2008, ont permis de montrer que l'on pouvait obtenir une productivité de l'ordre de 22 kg/m<sup>2</sup>. Avec ce rendement la rentabilité du poivron n'est pas vraiment assurée. Par contre, si l'on pouvait démontrer qu'il est possible de dépasser 24-25 kg/m<sup>2</sup>/an, l'impact pour le secteur serait majeur. Pour égaler et dépasser ce niveau, il faut utiliser les techniques de production de pointe. Les innovations technologiques proposées dans le cadre du présent projet sont l'enrichissement carboné (CO<sub>2</sub>) et l'optimisation de la charge en fruits.

L'enrichissement des cultures en serre avec le CO<sub>2</sub> est bien documenté. Cette technique permet d'accroître les rendements de 20 à 40%, tel qu'il a été démontré dans une étude très complète sur le sujet réalisée par Elly Nederhoff (1994). Cette thèse de doctorat réalisée à l'université de Wageningen est encore aujourd'hui « la référence » en la matière. En ce qui concerne la culture du poivron, plusieurs guides de culture mentionnent les effets bénéfiques de l'enrichissement carboné sur la qualité des fruits et la productivité (Morgan 2000, Erard, 2002, Nederhoff, 2002, Portree et Luczynski, 2004, Turcotte, 2008). Sur les jeunes plants de poivron, l'enrichissement carboné agit sur le taux de croissance, ce qui permet de raccourcir la période de préparation des plants en pépinière. Une période plus courte en pépinière signifie une économie de chauffage importante, car le semis et l'élevage des plants se font de novembre à janvier. Après la plantation, c'est-à-dire au mois de janvier, alors que la lumière est un facteur limitant, l'ajout de CO<sub>2</sub> dans la serre facilite la nouaison des fruits. Il s'en suit un effet positif sur la précocité de la récolte, sur la qualité des premiers fruits, mais aussi, sur le volume des premières récoltes. Cette influence du CO<sub>2</sub> a été évaluée à plus de 46% d'augmentation de la production en début de saison (Nederhoff, 1996). Cet aspect est vraiment important dans notre contexte de production où le prix de vente des poivrons est nettement plus élevé en début de saison, soit pour les mois de mars et avril. Pendant l'été, étant donné que les serres doivent être grandement ventilées pour contrôler la température, l'enrichissement carboné devient marginal. L'utilisation du CO<sub>2</sub> ne peut se faire que très tôt le matin, ou lorsque le temps est nuageux. Par conséquent, l'effet sur le rendement est moindre, mais on note toujours un effet positif sur la floraison et la nouaison des fruits. En automne, l'enrichissement en CO<sub>2</sub> peut redevenir plus intense, ce qui améliore les

rendements en fin de saison, en même temps que le prix de vente se met à monter. Globalement, on évalue l'effet du CO<sub>2</sub> sur l'accroissement de la productivité du poivron à 30%. La qualité de la nouaison et la croissance des fruits sont influencées positivement par la concentration en CO<sub>2</sub>. Sommairement, ceci s'explique parce que l'enrichissement en CO<sub>2</sub> permet d'augmenter la production des photo-assimilats (sucres formés pendant la photosynthèse). Chez le poivron, ces photo-assimilats supplémentaires servent principalement à la formation et à la croissance des organes reproductifs (Nederhoff, 1996). En théorie, l'utilisation du CO<sub>2</sub> devrait permettre d'accroître la charge en fruits, mais avec le poivron, ce n'est pas aussi simple. Les hormones produites (auxines et éthylène) par les fruits en pleine croissance jouent un rôle important sur l'avortement des nouvelles fleurs (Marcelis *et al.*, 2004). Ces hormones sont produites par les graines (Heuvelink et Körner, 2001). Ainsi, plus le nombre de graines est élevé (nombre de fruits) et plus la production d'hormones est importante. Ce phénomène exerce donc une influence sur le nombre de fruits qu'un plant de poivron peut porter en même temps. De plus, la demande en assimilats carbonés des fruits n'est pas uniforme tout au long de leur développement. Durant la période de maturation, cette demande suit plutôt une courbe en forme de cloche (Heuvelink et Marcelis, 2005). Le sommet de cette cloche arrive autour du 30<sup>e</sup> jour après la nouaison (T° 24 h de 20 °C). À ce moment, la demande est environ trois fois plus grande que celle provenant d'un fruit qui initie son changement de coloration. Ce pic se produit juste un peu avant ou au moment même du stade mature vert. L'étalement régulier de différentes tailles de fruit sur le plant et la récolte de fruits matures verts sont les 2 éléments qui doivent être considérés dans la régie de la charge en fruits. Pour le poivron, la régie de la charge en fruits est l'un des facteurs clefs de la réussite.

Malgré l'impact que peut avoir l'enrichissement carboné sur la productivité, ça reste une technologie très peu utilisée par les entreprises serricoles québécoises, surtout pour les entreprises de petites et de moyennes envergures. Le présent projet visait à adapter cette technique de pointe en fonction du climat du Québec et de la taille de nos entreprises. De plus, ce projet visait à développer un programme d'enrichissement carboné où l'on évite le gaspillage.

La gestion de la charge en fruits est aussi l'un des facteurs de la réussite du poivron en serre. On a vu dans les essais des années antérieures qu'une mauvaise gestion entraîne des pertes importantes de production, car c'est la principale cause de la nécrose apicale. Le projet portait aussi sur ce facteur crucial de la réussite. En adaptant la charge en fonction de la concentration en CO<sub>2</sub>, il devrait être possible d'obtenir un meilleur résultat.

## **Objectifs du projet**

### **Objectif général**

Améliorer la production du poivron en serre de 21-22 kg/m<sup>2</sup> à plus de 27 kg/m<sup>2</sup>.

### **Objectifs spécifiques**

1. Porter la production du poivron à au moins 27 kg/m<sup>2</sup>, soit  $\pm 25,2$  kg/m<sup>2</sup> en fruits colorés et  $\pm 2,5$  kg/m<sup>2</sup> en fruits verts.
2. Améliorer la régie de la charge en fruits en fonction de l'utilisation du CO<sub>2</sub> et selon les nouvelles technologies de pointe.
3. Établir une régie optimale d'enrichissement carboné respectueuse de l'environnement et adaptée aux conditions climatiques du Québec.
4. Contribuer à concevoir un programme de pointe en enrichissement carboné pour la culture du poivron qui pourra servir à Damatex (fabricant d'un logiciel de contrôle climatique des serres adapté au climat québécois).
5. Démontrer la rentabilité du poivron en serre et combler le retard technologique du Québec.
6. Offrir aux serriculteurs québécois une nouvelle voie pour la diversification des légumes de serre.

## Méthodologie

### Traitements

Le projet s'est déroulé durant l'année 2009 dans les serres expérimentales du CIDES. L'enrichissement en CO<sub>2</sub> a été fait dans la serre K1. Dans la serre K2, il n'y a pas eu d'ajout de CO<sub>2</sub> (figure 1). Chaque serre a une superficie de 230 m<sup>2</sup>. L'enrichissement en CO<sub>2</sub> a été fait à une concentration qui pouvait varier de 400 à 1 000 ppm en fonction des paramètres agronomiques suivant : lumière, stade des plants, charge en fruits, équilibre génératif/végétatif, température et taux de ventilation.

L'essai comportait 2 traitements de régie de charge en fruits :

- A. Régie de charge en fruits *conventionnelle*, c'est-à-dire une régie basée sur un nombre maximal de fruits de 5-6 fruits par tiges ou 30-36 fruits/m<sup>2</sup>.
- B. Régie où l'on maintient une *surcharge* en fruits. La charge maximale visée est de 7 fruits par tiges ou 42 fruits/m<sup>2</sup>. Notre hypothèse était que l'enrichissement carboné devrait permettre de conserver plus de fruits par tige et donner une meilleure productivité.

Les traitements de charge en fruits ont été disposés 7 blocs qui étaient repartis dans la serre K1 avec enrichissement en CO<sub>2</sub>. Au bout des parcelles du dispositif expérimental et de chaque côté, il y avait des parcelles de garde pour tenir compte des effets de bordure. Chaque traitement comportait 50 plants, ce qui était un nombre représentatif de plants. Comme témoin, 2 blocs ont été placés dans une autre serre sans CO<sub>2</sub>.

Étant donné les limites budgétaires du CIDES, il n'était pas possible de consacrer les 2 serres à un seul projet de recherche. Le dispositif utilisé ne pouvait donc pas respecter toutes les règles de l'art qui auraient permis de faire une analyse statistique plus élaborée. Nous nous sommes limités à comparer des moyennes et des écarts-types.

### Injection de CO<sub>2</sub>

L'enrichissement a été fait avec des bonbonnes de 240 kg de CO<sub>2</sub> pur (Air Liquide). Le gaz était directement injecté dans les gaines de plastique reliées aux fournaies et servant à la distribution de l'air chaud. Le système d'injection avait une capacité d'injection de 9 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/h. L'enrichissement en CO<sub>2</sub> était contrôlé par un système informatique de gestion climatique (Damatex).

L'utilisation du CO<sub>2</sub> a commencé le 13 février et s'est terminée le 7 novembre 2009. La période où l'enrichissement carboné était possible a été de 260 jours. Pendant cette période, un total de 18,8 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a été injecté dans la serre K1.

### Calendrier et conduite de culture

Semis : 15 décembre 2008

Plantation : 30 janvier 2009 (sem. no 5)

Début de la récolte : 20 avril 2009 (sem. no 17)

Fin de la récolte : 25 Novembre 2009 (sem. 48)

Durée de la période de récolte : 31,4 semaines

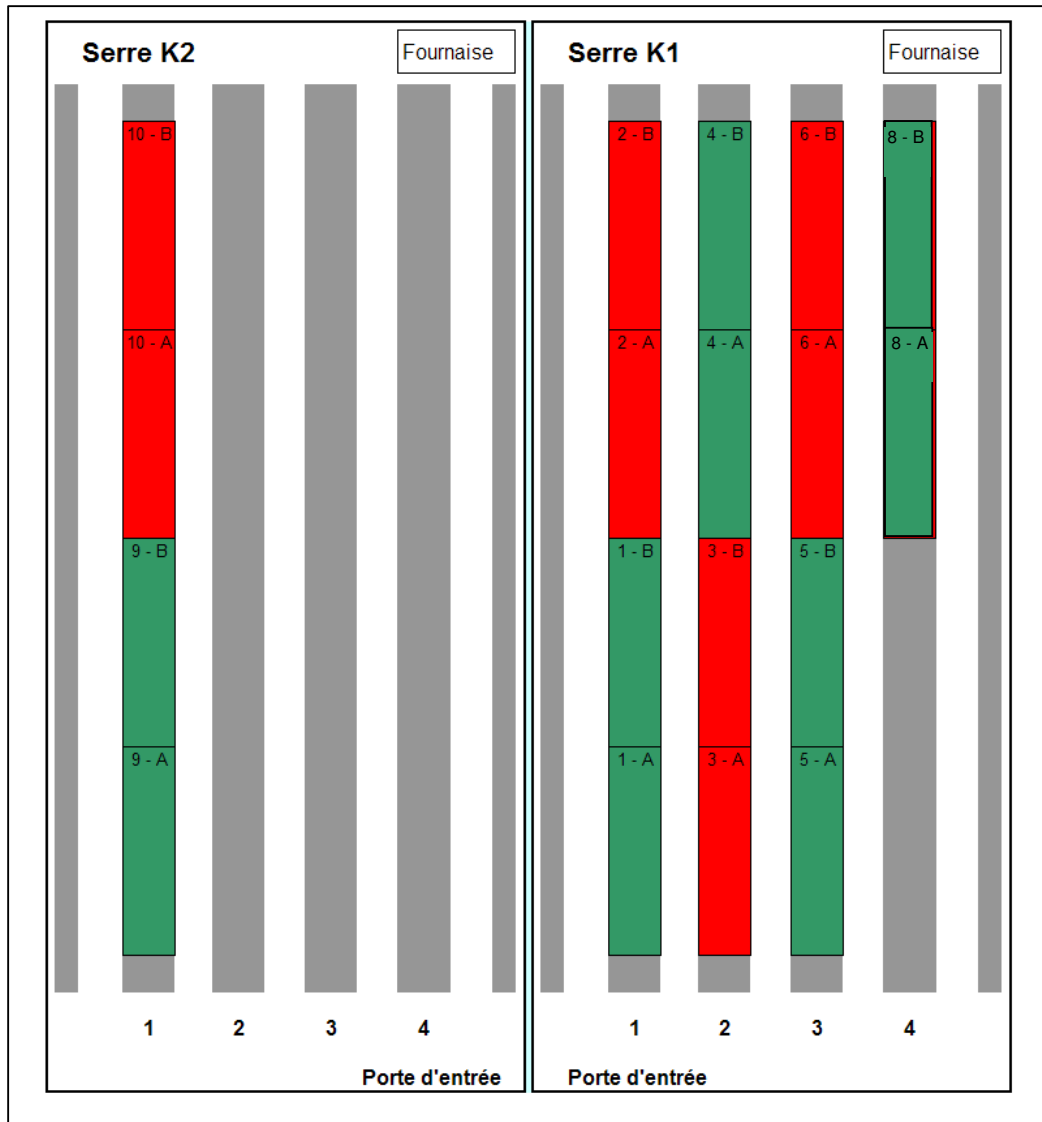
Variété à fruit rouge : Spider (Enza Zaden)

La densité de plantation était de 3 plants/m<sup>2</sup>. Le système de palissage utilisé était en V avec 6 plants/m<sup>2</sup> ou 2 tiges/plant, pour une densité finale de 6 tiges/m<sup>2</sup>. La conduite de l'irrigation a été réalisée avec un système hydroponique hors-sol avec comme base de culture des sacs contenant de la fibre de noix de coco (marque Biogrow) d'environ 22 litres. La conduite climatique a été effectuée en fonction des besoins des plants dans les deux serres.

### **Paramètres mesurés**

1. Les rendements (kg/m<sup>2</sup>/sem) et la qualité des fruits (n<sup>o</sup> 1, n<sup>o</sup> 2, nécrose apicale, etc.).
2. Le taux d'injection et la concentration en CO<sub>2</sub>.
3. Données climatiques et d'irrigation : température, hygrométrie, radiation solaire, quantité d'arrosage et de lessivage, pH, conductivité électrique.
4. La charge en fruits, et les données agronomiques suivantes : croissance hebdomadaire en cm, nombre de nœuds après la fourche, nombre de fleurs, qualité de la nouaison. Ces données ont été prises sur 8 plants par répétition (16 tiges par répétition) sur une base hebdomadaire.
5. Toutes présences d'anomalies physiologiques, présences de maladies ou de ravageurs.





**Légende**  
**Serre K1** : Zone **avec** enrichissement carboné.  
**Serre K2** : Zone **sans** enrichissement carboné.  
  Blocs  
**A** : Charge en fruit selon une régie de taille conventionnelle.  
**B** : Charge en fruit supérieure.  
 Rangs de garde ou rangs ne faisant pas partie de l'essai.

Figure 1. Schéma de la disposition des rangées de culture, des blocs et des traitements dans les serres K1 et K2 du CIDES.

## Résultats obtenus et analyse

Peu de temps après la plantation est apparu un problème de nécrose à la base des tiges (figure 2). Ce problème n'avait jamais été observé dans les années antérieures. À la base des tiges on observait une pourriture sèche et brunâtre. Cette nécrose basale détruisait une bonne partie de la tige. Dans certains cas, la zone nécrosée était tellement importante que la tige se trouvait « étranglée » et l'on perdait le plant.

Le problème a été identifié comme étant un désordre physiologique connu sous le nom de « Elephant's Foot » (Jovicich et Cantliffe, 2004). Ce désordre est causé par un excès de salinité dans le substrat de culture à la base de la tige du plant. Dans la zone nécrosée, les vaisseaux permettant la montée de l'eau et de la sève sont complètement détruits. Il s'en suit une perte de vigueur du plant. Ce désordre entraîne un ralentissement de la croissance et une forte baisse de la productivité des plants de poivron. Dans les cas extrêmes, il peut causer la mort des plants.

Afin de limiter les dégâts, nous avons effectué un lessivage des blocs de laine de roche, un déplacement du goutteur afin de l'éloigner de la tige et nous avons appliqué une couche d'environ 1 cm de fibres de coco sur la surface des blocs. L'application de fibres de coco a favorisé la sortie de racines adventives à la base des tiges juste au-dessus de la zone nécrosée. Ces interventions ont arrêté la progression de ce désordre physiologique et redonné de la vigueur aux plants. Plus de 50% des plants ont présenté des symptômes de nécrose à la base de la tige. Étant donné que tous les blocs étaient affectés de la même manière par le désordre, nous avons poursuivi l'expérience. Par rapport aux autres années de culture, nous avons mesuré un retard de production de 2-3 semaines. Dans l'ensemble, nous pouvons dire que les rendements ont été affectés, sans pouvoir quantifier la perte.

La récolte a débuté le 20 avril et s'est terminée le 25 novembre 2009. La figure 3 montre la progression des rendements pendant toute la période de récolte. Le rendement total a été de 22,2 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm$  1,52) avec le CO<sub>2</sub> contre 19,1 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm$  0,86) sans CO<sub>2</sub> (tableaux 1, 2 et 3). Pour ce qui est des fruits récoltés au stade vert mature, il y en a eu 2,3 kg/m<sup>2</sup> dans le traitement avec le CO<sub>2</sub> et 1,1 kg sans CO<sub>2</sub> (figure 4). Le CO<sub>2</sub> a permis d'obtenir un calibre de fruit vendable supérieur soit 233 g comparativement à 219,7 g. Globalement, le rendement moyen total a été affecté par l'enrichissement carboné. On note un gain de l'ordre de 3 kg/m<sup>2</sup>.

Malgré une bonne régie de la charge en fruits et une bonne conduite de culture, dans l'ensemble le pourcentage de fruits avec nécrose apicale a été élevé. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le désordre physiologique qui a affecté les tiges en début de production. Dans la serre avec CO<sub>2</sub>, le pourcentage de nécrose apicale a été de 9,3% contre 22,3% sans CO<sub>2</sub>. Nous n'avons pas trouvé d'explication reliée avec le CO<sub>2</sub>. Cette différence semble plutôt attribuable aux conditions climatiques (ensoleillement et hygrométrie) de la serre K2 qui à certains moments ont pu favoriser cette anomalie physiologique.

Les traitements de régie de charge en fruits n'ont pas donné de différence. L'apport de gaz carbonique n'a pas permis de maintenir une charge en fruits

plus grande. Les plants n'ont jamais eu assez de vigueur pour nouer plus de fruits que la normale, ou encore, les fruits gardés en *surcharge* étaient naturellement avortés par le plant.

Au point de vue économique, l'enrichissement en CO<sub>2</sub> a augmenté les coûts de 5,26 \$. Soit 18,8 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> à 0,28 \$/kg CO<sub>2</sub> (coût du gaz plus les frais d'exploitation). L'accroissement de la production a été de l'ordre de 3 kg/m<sup>2</sup>. Avec un prix raisonnable de 4,00 \$/kg, le revenu supplémentaire est autour de 12,00 \$/m<sup>2</sup>/an. Finalement, on obtient une marge brute de 6,74 \$/m<sup>2</sup>.

Tableau 1. Rendement moyen obtenu avec et sans enrichissement en CO<sub>2</sub> et selon 2 régies de charge en fruits.

Traitements		Production vendable		Production non vendable (nécrose apicale)		Production totale	
CO <sub>2</sub>	Charge	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)	kg/m <sup>2</sup>	% (fruits)	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)
<b>C</b>		20,67	<b>233,0</b>	1,56	9,3	22,23	227,4
<b>S</b>		16,47	<b>219,7</b>	2,65	22,3	19,12	198,2
<b>C</b>	<b>a</b>	20,94	231,9	1,50	8,9	22,44	226,4
<b>C</b>	<b>b</b>	20,40	234,1	1,62	9,7	22,02	228,3
<b>S</b>	<b>a</b>	16,94	217,8	2,60	22,8	19,53	194,1
<b>S</b>	<b>b</b>	16,01	221,6	2,70	21,9	18,70	202,3
	<b>a</b>	20,05	228,8	1,74	12,0	21,80	219,2
	<b>b</b>	19,42	231,3	1,86	12,4	21,28	222,5

C : Traitement avec enrichissement carboné (CO<sub>2</sub>).

S : Traitement sans CO<sub>2</sub>.

a : Charge en fruits conventionnelle.

b : Surcharge en fruits.

Tableau 2. Écart-types obtenus à partir des moyennes du tableau 1.

Traitements		Production vendable		Production non vendable (nécrose apicale)		Production totale	
CO <sub>2</sub>	Charge	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)	kg/m <sup>2</sup>	% (fruits)	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)
<b>C</b>		1,50	6,0	0,33	1,8	1,52	5,7
<b>S</b>		0,96	8,1	0,19	1,9	0,86	10,1
<b>C</b>	<b>a</b>	1,97	6,1	0,41	2,4	1,95	5,5
<b>C</b>	<b>b</b>	0,91	6,1	0,23	1,1	1,05	6,2
<b>S</b>	<b>a</b>	0,22	11,8	0,29	2,9	0,08	14,5
<b>S</b>	<b>b</b>	1,35	6,7	0,12	1,2	1,23	5,5
	<b>a</b>	2,46	9,2	0,61	6,5	2,12	15,9
	<b>b</b>	2,14	8,0	0,51	5,5	1,78	12,8

C : Traitement avec enrichissement carboné (CO<sub>2</sub>).

S : Traitement sans CO<sub>2</sub>.

a : Charge en fruits conventionnelle.

b : Surcharge en fruits.

Tableau 3. Rendement obtenu avec et sans enrichissement en CO<sub>2</sub> et selon 2 régies de charge en fruits pour tous les blocs.

Bloc	Traitements		Production vendable		Production non vendable (nécrose apicale)		Production totale	
	CO <sub>2</sub>	Charge	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)	kg/m <sup>2</sup>	% (fruits)	kg/m <sup>2</sup>	Calibre des fruits (g)
1	C	a	16,95	235,9	1,93	12,7	18,88	229,2
1	C	b	19,89	229,1	1,36	8,8	21,25	223,3
2	C	a	20,39	231,0	0,66	4,5	21,05	227,7
2	C	b	19,41	229,8	1,27	8,1	20,67	225,1
3	C	a	21,73	223,6	1,65	9,0	23,38	218,9
3	C	b	19,75	226,9	1,60	9,7	21,35	221,5
4	C	a	23,34	230,9	1,64	8,8	24,98	225,3
4	C	b	21,59	234,8	1,72	9,8	23,32	228,6
5	C	a	21,41	242,9	1,33	8,5	22,75	236,2
5	C	b	20,39	244,7	1,89	10,4	22,28	239,7
6	C	a	21,30	231,0	1,70	9,9	23,01	224,8
6	C	b	20,03	235,8	1,80	11,5	21,83	227,6
8	C	a	21,46	227,9	1,58	8,9	23,04	222,7
8	C	b	21,72	237,7	1,73	9,4	23,45	232,4
9	S	a	16,78	209,5	2,81	24,8	19,59	183,9
9	S	b	15,05	216,9	2,78	22,8	17,83	198,4
10	S	a	17,09	226,2	2,39	20,7	19,48	204,4
10	S	b	16,96	226,4	2,61	21,1	19,57	206,1

C : Traitement avec enrichissement carboné (CO<sub>2</sub>).

S : Traitement sans CO<sub>2</sub>.

a : Charge en fruits conventionnelle.

b : Surcharge en fruits.



Figure 2. Problème de nécrose de la base de la tige d'un plant de poivron. Sur cette photographie on peut voir les dépôts de sels sur la tige et le dessus du bloc de laine de roche.

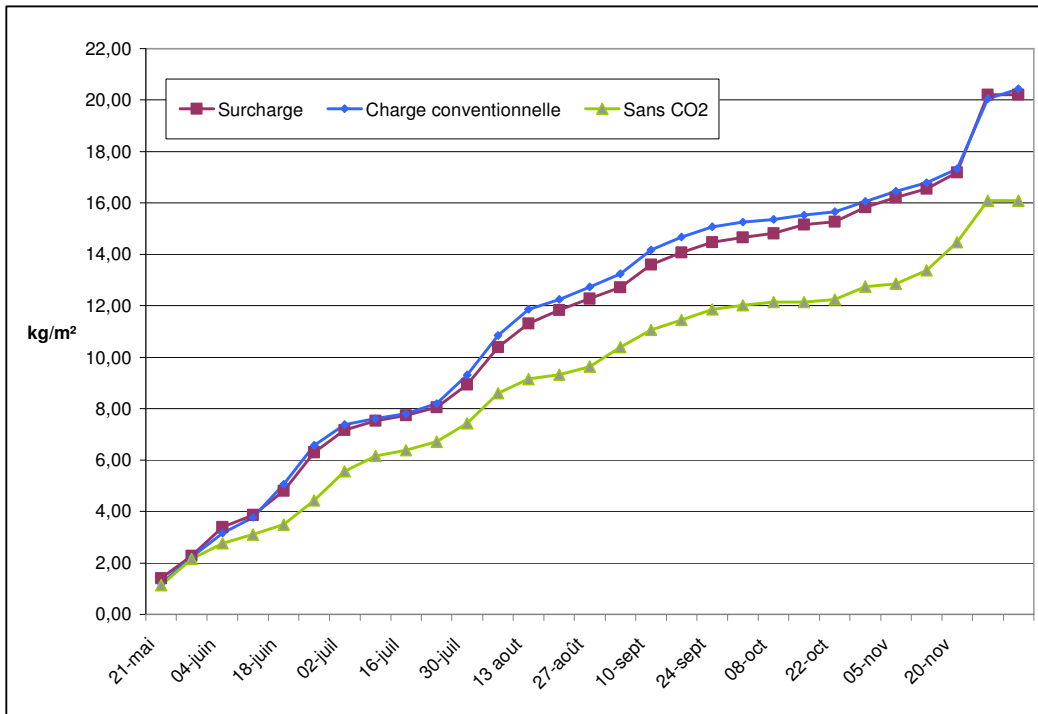


Figure 3. Évolution des rendements pendant toute la période de récolte, du 20 avril au 25 novembre 2009.

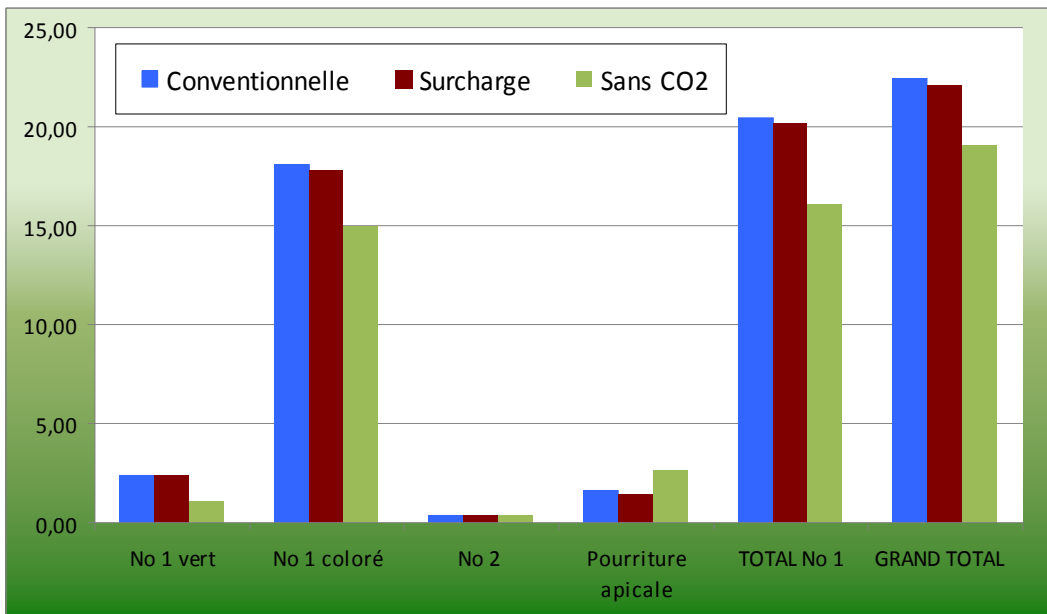


Figure 4. Distribution de la qualité des fruits selon les traitements avec et sans enrichissement en CO<sub>2</sub>.

## Conclusion

- L'objectif de 27 kg/m<sup>2</sup> n'a pas été atteint. Le rendement vendable moyen a été de 20,7 kg/m<sup>2</sup> avec l'enrichissement carboné. La productivité de tous les traitements a été affectée négativement par un désordre physiologique causant la nécrose de la base de la tige des plants de poivron.
- L'enrichissement en CO<sub>2</sub> a tout même permis d'accroître le rendement moyen total d'un peu plus que 3 kg/m<sup>2</sup>.
- Avec l'enrichissement carboné, il n'a pas été possible de conduire la culture avec une charge supérieure en fruits. La charge conventionnelle en fruits à 5-6 fruits/tige est demeurée la meilleure technique.
- Ce projet a permis d'établir une régie optimale d'enrichissement carboné respectueuse de l'environnement et adaptée aux conditions climatiques du Québec. Il a aussi contribué à concevoir un programme permettant l'enrichissement carboné pour la culture du poivron qui pourra servir à Damatex (fabricant d'un logiciel de contrôle climatique des serres adapté au climat québécois).
- Malgré que le niveau de rendement désiré n'ait pas été atteint, il reste que l'enrichissement carboné permet d'augmenter la marge bénéficiaire brute pour la culture du poivron. Selon notre estimation, l'augmentation serait de 6,74 \$/m<sup>2</sup>. Le coût associé à l'enrichissement carboné est de 5,26 \$/m<sup>2</sup>. Le revenu supplémentaire est de 12,00 \$/m<sup>2</sup>/an.

## Références

- Blom, T.J., Straver, W.A., Ingratta, F.J., Khosla, S. et W. Brown. 2003. Carbon Dioxide in Greenhouses. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). Publication no 94-055.
- Erard, P., A. Bellamy, D. Berry, A.A. Capy, J. Dumoulin, A. Guillou, C. Hutin et D.L. Izard. 2002. *Le poivron*. Centre interprofessionnel des fruits et légumes. Paris. 155 p.
- Heuvelink, E et O. Körner. 2001. *Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper*. Annals of Botany 88: 69-74.
- Heuvelink, E. et L.F.M. Marcelis. 2005. *Plant burden and demand for assimilates*. Fruit and Veg Tech. Vol. 5, n° 5.
- Jovicich, E. et D. J. Cantliffe. 2004. *“Elephant’s Foot”, a Basal Stem Disorder in Greenhouse-Grown Bell Peppers*. University of Florida. IFAS Extension HS959, 7 p.
- Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, J. Den Bakker et L.B. Xue. 2004. *Flower and fruit abortion in sweet pepper relation to source and sink strength*. Journal of Experimental Botany 55(406): 2261-2268.
- Morgan, L. et S. Lennard. 2000. *Hydroponic capsicum production. A comprehensive, practical and scientific guide to commercial hydroponic capsicum production*. Casper Publications.
- Nederhoff, E.M. 1994. Effect of CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis, transpiration and production of greenhouse vegetables crops. Wageningen University, The Netherlands, 213 p.
- Nederhoff, E.M. 1996. How crops respond to CO<sub>2</sub> enrichment. Part 3. HortResearch Publication, New Zealand, Vol. 51, No.3.
- Nederhoff, E.M. 2002. *Getting started with sweet peppers*. Fruit and Veg Tech. Vol. 2, n° 3.
- Nederhoff, E.M. 2002. *Growing greenhouse capsicums*. [www.hortnet.ca.nz/publications/hortfacts/hf359001.htm](http://www.hortnet.ca.nz/publications/hortfacts/hf359001.htm)
- Portree, J. et A. Luczynski. 2004. *Growing greenhouse peppers in British Columbia. A production guide for commercial growers*. British Columbia Ministry of Agriculture, Fisheries and Food et B.C. Greenhouse Growers' Association, 189 p.
- Turcotte, G. 2008. *La culture en serre du poivron*. Centre de références en agriculture et en agroalimentaires du Québec, 90 p.