

Contenu : Tableau de compilation des données culturales. Rayonnement solaire global hebdomadaire. L'enrichissement en CO₂, combien ça coûte ? (6^e partie de 6)

SEM 32	Numéro du producteur :	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Variété :	Rapsodie - Beaufort	Macarena- Beaufort	Heritage – Maxifort	Trust - Beaufort	Clermon -
	Type de substrat :	Plein sol	Plein sol	Fibres de coco	Fibres de coco	Mousse de tourbe
	Date de plantation :	15/02/09	26/01/09	--/12/09	--/01/09	23/02/09
	Densité (plantes/m ²) :	2,6	2,6	2,2	3,0	2,8
	Densité avec extra-bras :			2,8		
MESURES SUR LES PLANTS	Croissance hebdomadaire (cm)	21,1	17,4	23,9		25,4
	Diamètre de tige (20 cm)					8,4
	Diamètre de tige (point de croissance)	11,0	10,8	11,2		
	Longueur d'une feuille mature (cm)	46	47	47		48
	Nombre de feuilles / plant	20	27	13		20
	Distance bouquet en fleur–apex (cm)	9,0	4,0	20,5		
	Stade de Nouaison de la semaine	19,7	20,0	25,2		16,6
	Vitesse de nouaison semaine	0,9	0,8	0,9		0,8
	Nombre de fruits développés par m ² / semaine	6,8		5,8		11,2
	Nombre de fruits totaux / m ²	45,8	55,6	55,7		79,5
	Calibre moyen des fruits récoltés	210		221		
Production (kg/m ² récolté / sem.)	1,7		2,6			
CLIMAT	T° jour / T° nuit (° C)	26,9/18,3	23,7/19,7	22,4/19,7		
	T° moyenne 24 heures (° C)	21,5	22,3	20,5		
	Humidité rel. moyenne 24 hres	82	82	78		
IRRIGATION	Heure de début					
	Heure de fin					
	litres / plant / jour	1,2		2,7		
	% de lessivage			25		
	CE / pH au goutteur			2,9/5,6		
	CE / pH au lessivage			5,0/5,7		
Consommation (L / plant)			2,0			

Rayonnement solaire global hebdomadaire (Joules/cm²)

Station	27	28	29	30	31	32		
L'Acadie	12 150	13 735	14 297	12 532	12 350	13 706		
Nicolet	10 287	14 258	13 749	10 272	12 666	13 048		
Lennoxville	8 982	11 745	12 220	11 330	12 147	11 857		
Québec	8 725	14 926	12 359	6 359	12 319	11 556		
RSG normal* Québec	Juillet 13 860				Août 11 669			

* : Rayonnement solaire pour la région de Québec. **Semaine 32** : du 5 au 11 août inclusivement.



L'enrichissement en CO₂, combien ça coûte ? (6^e partie de 6)

Pour aider les serristes à prendre les bonnes décisions concernant l'enrichissement carboné, il n'y a malheureusement pas de règle générale qui s'applique, chaque entreprise est unique et il est nécessaire de faire une analyse cas par cas. Le but du présent document n'est donc pas de donner tous les détails concernant le coût de l'enrichissement carboné, mais plutôt de donner les grandes lignes sur le sujet. Le point de départ, c'est le système de chauffage que l'entreprise possède déjà ou qu'elle projette d'acheter. Avec un système de chauffage à eau chaude au gaz naturel, c'est la récupération des fumées de combustion qui est le choix le plus logique. Si le combustible est de la biomasse, alors la récupération des fumées de combustion n'est pas possible, il faut donc se tourner vers les autres sources de CO₂. Tout comme les systèmes de chauffage à air chaud, les 2 sources possibles sont le CO₂ liquide et les brûleurs localisés. Deuxièmement, on doit bien évaluer le coût de l'investissement. Il faut penser aux coûts d'acquisition et d'installation des nouveaux équipements : production ou récupération de CO₂; distribution du CO₂; dosage et contrôle de l'enrichissement, mais aussi, aux coûts liés à la modification des équipements en place. Troisièmement, on doit bien calculer le coût pour chaque kg de CO₂ qui sera injecté dans les serres et les coûts liés à l'opération et l'entretien des équipements.

Le présent document présente les grandes lignes qui sont reliées aux coûts importants des différents systèmes d'enrichissement carboné. Tous les coûts qui sont présentés sont approximatifs et doivent être considérés comme des coûts budgétaires et non pas comme des prix négociés auprès de fournisseurs. Les évaluations ont été faites pour une serre d'une surface de 1 ha.

Les coûts reliés aux différents systèmes d'enrichissement carboné

Système d'enrichissement avec brûleurs localisés

Pour déterminer le coût pour un tel système, il faut premièrement déterminer la capacité du système d'enrichissement. La capacité du système est proportionnelle au nombre de brûleurs installés. La capacité minimale qui devrait être visée est de 50 kg CO₂/ha/h, mais il est conseillé d'avoir une capacité un plus élevée afin de pouvoir compenser les pertes lorsque le niveau de ventilation dans la serre est faible et à ce moment on parle d'au moins 70 kg CO₂/ha/h.

Sur le marché, il existe plusieurs modèles de brûleurs. Prenons par exemple un brûleur de 75 kW (256 000 Btu/h) qui peut produire tout près de 13 kg CO₂/h. Pour obtenir une capacité d'au moins 70 kg, il faut installer 6 brûleurs par hectare (78 kg CO₂/ha/h).

Coûts approximatifs pour l'achat d'un système d'enrichissement carboné avec des brûleurs localisés pour 1 ha :

- ⇒ Avec ce type de système, il est nécessaire d'avoir un bon réseau de ventilateurs dans la serre pour bien brasser l'air et assurer une bonne distribution du CO₂. On suppose que la serre possède déjà ces équipements.



- ⇒ 6 brûleurs de 75 kW : 13 000 – 18 000\$
- ⇒ Frais d'installation : 3 000 – 5 000\$
- ⇒ **Coût total : 16 000 – 23 000\$**

Coûts approximatifs de l'enrichissement carboné avec des brûleurs localisés pour 1 ha :

- ⇒ Pendant une saison de production qui va du mois de janvier jusqu'à la fin du mois de novembre, il est possible de faire de l'enrichissement avec les brûleurs durant environ 1 000 heures. On pourrait les faire fonctionner pendant un plus grand nombre d'heures, mais on parle ici d'un enrichissement en CO₂ raisonnable.
- ⇒ Pour 1 000 h d'enrichissement, la production totale en CO₂ sera de 78 tonnes/ha ou 7,8 kg/m².
- ⇒ **Avec le gaz naturel, en supposant un prix de 0,57\$/m³, le coût sera autour de 2,46\$/m²/an.**
- ⇒ **Avec le propane, en supposant un prix de 0,60\$/L, le coût sera autour de 3,10\$/m²/an.**
- ⇒ Lorsque l'enrichissement se fait en période où le chauffage est requis, la chaleur produite par les brûleurs devrait aussi contribuer au chauffage de la serre. Il y a donc une économie à considérer de ce côté, mais ce n'est pas facile à évaluer, car on doit tenir compte de plusieurs facteurs. Disons comme ordre de grandeur que 50% de la chaleur produite pourrait être récupérée en chauffage. Pour être encore plus précis, il faudrait tenir compte des coûts reliés au fonctionnement et l'entretien des brûleurs de CO₂. Mais ça ne représente pas des coûts importants et dans le cadre de ce document, ils n'ont pas été évalués.

CO₂ liquide

Il existe au moins 3 façons de distribuer le CO₂ pur dans les serres : 1- injection directe dans les polytubes de distribution de l'air chaud; 2- injection dans une chambre de mélange avec l'air. Le mélange air/CO₂ est poussé par un ventilateur dans un réseau de distribution de gaines de plastique de 65 mm comme celles utilisées avec un système de récupération des fumées de combustion; 3- injection directe dans un réseau de gaines d'irrigation goutte-à-goutte. C'est cette dernière option qui sera évaluée parce que ce type d'installation est le plus populaire.

Coûts approximatifs pour l'achat d'un système d'enrichissement carboné avec du CO₂ liquide pour 1 ha :

- ⇒ Installation du réservoir de CO₂ liquide : 2 000 – 4 000\$
- ⇒ Réseau de distribution (tuyaux de PVC, 1 gaine d'irrigation goutte-à-goutte par rang) incluant les frais d'installation : 10 000 – 15 000\$
- ⇒ **Coût total : 12 000 – 19 000\$**

Coûts approximatifs de l'enrichissement carboné avec des brûleurs localisés pour 1 ha :

- ⇒ Afin de pouvoir faire une comparaison simple avec les brûleurs, la consommation en CO₂ est fixée à 7,8 kg/m².



- ⇒ Le prix du CO₂ liquide est très variable selon les régions du Québec et de la disponibilité, mais en moyenne le prix tourne autour de 0,22\$/kg.
- ⇒ La location pour le réservoir (capacité de ± 15 tonnes; incluant un vaporisateur, un système de régulation de la pression avec valves de sécurité) et les frais de livraison du gaz représentent environ 0,72\$/m².
- ⇒ **Au total, le coût sera de 2,44\$/m²/an.**
- ⇒ Encore une fois, les frais de fonctionnement et d'entretien ne sont pas présentés, mais ça ne représente pas des coûts majeurs.

Récupération des fumées de combustion d'une chaudière

Pour ce système, les coûts peuvent varier beaucoup selon que l'on parle d'une nouvelle construction et d'une modification d'un système de chauffage existant. C'est le système qui demande le coût d'investissement le plus élevé. Mais, c'est la technique d'enrichissement qui est le plus économique lorsque l'on fait l'analyse à long terme.

Coûts approximatifs pour l'achat d'un système de récupération des fumées de combustion d'une chaudière pour 1 ha :

- ⇒ On suppose que le système de récupération est ajouté sur une chaudière existante.
- ⇒ Le prix pour l'ensemble du système est compris dans une fourchette de 45 à 60 000\$. Les frais d'installation devraient être entre 15 et 20 000\$.
- ⇒ **Coût total : 60 à 80 000\$**

Coûts approximatifs de l'enrichissement carboné avec récupération pour 1 ha :

- ⇒ Le prix du CO₂ est fonction du prix payé pour le gaz naturel et de la gestion de l'enrichissement. Si l'enrichissement est fait lorsque la serre doit être chauffée, on peut dire que le coût pour le CO₂ est quasi zéro, si on ne tient pas compte des coûts de fonctionnement et d'entretien.
- ⇒ Pour enrichir en dehors des périodes de chauffage, l'idéal c'est d'utiliser un réservoir pour le stockage de la chaleur. Encore une fois, ça représente un investissement important, mais ça se justifie à long terme. Normalement pour une serre de 1 ha, le réservoir devrait avoir autour de 150 m³ (fourchette entre 100 à 200 m³/ha). Un tel réservoir représente un investissement entre 60 à 80 000\$, incluant les équipements, les frais d'installation et les éléments pour permettre le contrôle par un ordinateur de contrôle climatique.

Gestion de l'enrichissement en CO₂

Normalement pour la mesure du CO₂, on utilise un capteur spécifique pour les cultures en serre. Ce type de capteur est généralement vendu par les fabricants d'ordinateurs de contrôle climatique en serre. Le coût de ce type d'équipement se situe autour de 3 500\$ (Figure 1). Équipé d'une pompe plus puissante et d'un multiplexeur, ce type de capteur peut échantillonner et analyser l'air de plusieurs zones. À ce moment et selon les



besoins du producteur, le prix de base du capteur peut être doublé. L'étalonnage de ce type de capteur est facile et peu coûteux.



Figure 1. À gauche : capteur de CO₂ pour la ventilation des bâtiments (Greystone). Au centre : capteur de CO₂ de serre (Priva Computer). À droite : lecteur de CO₂ (Honeywell).

En serre, il est aussi possible d'utiliser un type de capteur de CO₂ qui est conçu à la base pour le contrôle de la ventilation dans les bâtiments. Pour un usage en serre, on doit se procurer un modèle dont les circuits imprimés sont résistants à l'humidité. Le coût de ce type d'équipement se situe autour de 800\$. Ce capteur est moins cher que le type spécialisé. Cependant, l'étalonnage n'est pas aussi simple et il est plus coûteux. De plus, il présente moins de souplesse pour les usages sur plusieurs zones à la fois.

Il y a aussi des lecteurs portatifs de CO₂. Ces appareils ne sont pas conçus pour faire la gestion de l'enrichissement carboné, mais plutôt pour des usages spécifiques, comme pour valider l'uniformité du CO₂ dans toute la serre. Ces appareils offrent aussi la possibilité de mesurer le monoxyde de carbone, ce qui peut être utile lorsque l'on récupère les fumées de combustion. Le coût d'achat d'un bon appareil est de l'ordre de 2 000\$.

Rédaction : Jérôme Martin, agr., Agrisys et Gilles Turcotte, agr., M. Sc., Chargé de projets.

Collaborations : Liette Lambert agr., Diane Longtin, agente de secrétariat, MAPAQ St-Rémi. Jacques Painchaud, agr., MAPAQ Drummondville. André Carrier, agr., MAPAQ Chaudière-Appalaches. Julie Marcoux, technicienne, MAPAQ Estrie.

[Idée originale de Liette Lambert, MAPAQ St-Rémi \(2003\)](#)

