

DOSSIER SPÉCIAL : Le CO₂ en serre (troisième partie)

Comme vues précédemment, les deux sources de gaz carbonique naturellement présentes dans une serre proviennent de l'apport de la ventilation et de celui de l'activité biologique du substrat. Plus le niveau de ventilation sera grand, plus l'apport sera important. L'autre façon d'apporter le gaz carbonique aux cultures est l'enrichissement carboné. Voyons dans le détail les différentes sources d'enrichissement carboné.

Enrichissement avec du CO₂ pur ou obtenu par combustion ?

De façon générale, le gaz carbonique peut être obtenu de deux manières soit via l'entremise de CO₂ liquide (pur) ou par la combustion d'hydrocarbures.

Le CO₂ pur

Pour ce type d'enrichissement, il est nécessaire d'avoir un réservoir extérieur de stockage de CO₂ liquide sous pression. Ce réservoir est fourni en location par le fournisseur de gaz. À partir du réservoir, le CO₂ liquide sous pression passe au travers d'un vaporisateur qui utilise la chaleur de l'air ambiant ou de l'énergie électrique pour réchauffer le liquide et le faire passer à l'état gazeux. Par la suite, le CO₂ gazeux passe au travers d'un système de détente et utilise la pression qu'il possédait pour cheminer vers le système de distribution.



Avantages

- ⇒ Source de CO₂ très sécuritaire en raison de sa pureté;
- ⇒ La concentration du CO₂ liquide est presque de 100%, ce qui est environ 10 fois supérieur aux concentrations obtenues dans les gaz de combustion;
- ⇒ Coût d'investissement assez faible et très peu de frais d'entretien;
- ⇒ L'enrichissement peut être fait en tout temps indépendamment des périodes de chauffage.



Désavantages

- ⇒ Le coût par gramme de CO₂ obtenu est plus élevé comparativement avec le CO₂ obtenu par combustion, surtout lorsque le chauffage est nécessaire dans les serres;
- ⇒ Disponibilité chez seulement quelques distributeurs.

Le CO₂ obtenu par combustion

La production de CO₂ dans ce cas provient de la combustion d'hydrocarbures comme le gaz naturel ou le propane. Le produit de leur combustion est essentiellement du CO₂ et de la vapeur d'eau. Les gaz de combustion sont à des concentrations d'environ 10% en CO₂.

1 m³ de gaz naturel produit (valeurs approximatives) → 1,8 kg CO₂ + 1,4 L d'eau et 10,5 kWh

1 L de propane produit (valeurs approximatives) → 1,5 kg CO₂ + 0,8 L d'eau et 6,6 kWh

Avantage

- ⇒ Enrichissement carboné quasiment «gratuit» lorsque le chauffage de la serre est nécessaire.

Désavantages

- ⇒ Ne peut pas être utilisé lorsque le chauffage n'est pas requis ou il faut évacuer la chaleur à l'extérieur;
- ⇒ Si la combustion du gaz naturel ou du propane est incomplète, à la suite d'une alimentation anormale en air (oxygène) ou à un brûleur défectueux, il peut se former des composés qui sont phytotoxiques. Les principaux gaz toxiques sont : éthylène (C₂H₄), monoxyde de carbone (CO), dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO₂) et le propylène (C₃H₆).

Contrairement aux humains, les plants de tomates sont peu sensibles au CO, mais par contre, ils sont extrêmement sensibles à certaines substances comme l'éthylène (tableau 1). La mesure de la concentration en éthylène de l'air est cependant très dispendieuse. Cependant, il est de pratique courante de mesurer la concentration de CO afin de détecter toute forme de combustion incomplète, car autant la présence de CO, de C₂H₄ ou de NO et de NO₂, sera le signe d'une combustion incomplète. Normalement, lorsque la concentration de CO mesurée dans le gaz non dilué dépasse 30 ppm, ça indique que la combustion est incomplète et que la présence d'éthylène ou d'autres gaz est probable. Dès ce niveau, il faut arrêter l'enrichissement carboné de la culture et vérifier le fonctionnement du brûleur.



Tableau 1 : Valeurs critiques pour les plantes et les humains de quelques gaz qui sont reliés à la combustion des hydrocarbures.

Gaz	Plantes	Homme
Éthylène (C ₂ H ₄)	0,01 à 0,5	5
Dioxyde de soufre (SO ₂)	0,1 à 0,5	2
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO ₂)	0,1 à 0,5	25 à 30
Propylène (C ₃ H ₆)	10 à 50	-
Monoxyde de carbone (CO)	100 à 500	50
Dioxyde de carbone (CO ₂)	2 000 à 30 000	5 000

Source : Wacquart, C. 1995. *Maîtrise de la conduite climatique tomate sous serre et abris en sol*. CTIFL, France, 127 pages.

Enrichissement carboné avec un brûleur localisé

Les brûleurs de type localisé sont situés directement dans la serre et sont généralement moins dispendieux à l'achat qu'un système central. Leur nombre et leur disposition dépendront des besoins de la culture et des caractéristiques de chaque brûleur : source de combustible, puissance, etc. Les zones près des brûleurs risquent d'être plus chaudes et plus humides que celles loin des brûleurs. De plus, l'injection de la chaleur ne se fait pas nécessairement au bon endroit dans la culture, soit dans le haut des plants. Finalement, l'enrichissement carboné n'est pas possible en situation où le chauffage n'est pas nécessaire.

Dans cette catégorie, il y a deux types de brûleur, ceux qui sont suspendus (photo ci-contre) et ceux qui sont sur pieds. Les brûleurs suspendus sont ceux que l'on utilise le plus couramment et les modèles «Low-NO_x» sont les plus recommandables, car ils possèdent un système qui assure une combustion plus complète et sécuritaire des hydrocarbures. Les brûleurs sur pieds sont beaucoup plus gros, surtout s'ils contiennent un échangeur de chaleur. Le plus grand avantage de ce type de brûleur est un certain contrôle des niveaux de CO₂ et une diminution de l'introduction de vapeur d'eau. Le principal inconvénient des brûleurs sur pieds est le fait qu'ils accaparent une partie des serres réduisant ainsi les superficies de culture. Pour obtenir une meilleure uniformité de la distribution du CO₂, il faut absolument avoir un bon réseau de ventilateurs de circulation de l'air dans les serres.



Avantages

- ⇒ Le type suspendu n'occupe aucun espace sur le plancher ce qui permet de maximiser les superficies en culture.
- ⇒ Coût d'investissement moyen.

Désavantages

- ⇒ Provoque beaucoup de mouvements d'air au-dessus de la culture entraînant une diminution de la croissance et davantage de perte de chaleur par le toit;
- ⇒ Bloque une partie de la lumière extérieure;
- ⇒ Amène de la vapeur d'eau directement dans la serre ce qui peut engendrer des problèmes phytosanitaires;
- ⇒ Moins bonne distribution du CO₂.

Enrichissement carboné à partir de la récupération des fumées de combustion d'un système de chauffage central

Pour réaliser la récupération des fumées de combustion, il faut qu'une des chaudières de la serre soit équipée d'un condenseur (photo ci-contre). S'il y a plus d'une chaudière dans la chaufferie, la récupération du CO₂ se fait généralement sur une seule, car en période de grande demande de chauffage, le CO₂ produit par une seule chaudière, représente environ 5 fois les besoins de la culture. Un système bien monté, tel qu'illustré à la figure 1, permet d'améliorer le rendement d'une chaudière de l'ordre de 5-6%. Dans un premier temps, le condenseur retire 70% de la vapeur d'eau qui est contenue dans les fumées. Un détecteur permet de mesurer le monoxyde de carbone dans le gaz à la sortie du condenseur et arrête automatiquement l'enrichissement de la serre lorsque la concentration dépasse 30 ppm. Par la suite, un ventilateur est utilisé pour pousser le gaz vers le réseau de distribution de la serre. Si nécessaire une vanne de mélange permet de diluer les fumées de combustion avec de l'air extérieur pour réduire la température.



Pour prévenir la combustion incomplète des hydrocarbures, la chambre des chaudières doit être bien ventilée afin de s'approvisionner suffisamment d'air extérieur. La chaudière doit être inspectée annuellement afin de s'assurer que le ratio entre l'air extérieur et le combustible est adéquat. Un apport trop faible en air augmente les risques de combustion incomplète tandis qu'un apport trop grand en air réduit l'efficacité de la chaudière. Normalement, il faut 14 à 16 m³ d'air extérieur pour assurer la combustion complète de 1 m³ de gaz naturel.



Dans le cas où la serre est équipée d'un réservoir de stockage d'eau chaude, ce système devient encore plus performant. En effet, le stockage de chaleur permet de produire du CO₂ le jour, même si le chauffage de la serre n'est pas nécessaire, et d'utiliser l'eau chaude entreposée dans un réservoir lorsque le chauffage sera requis (la nuit). La chaleur d'environ 7 m³ de gaz peut être emmagasinée dans 1 m³ d'eau. Les besoins en réserve d'eau chaude sont de l'ordre de 150 à 200 m³/ha en fonction des besoins en CO₂ et en énergie de la culture.

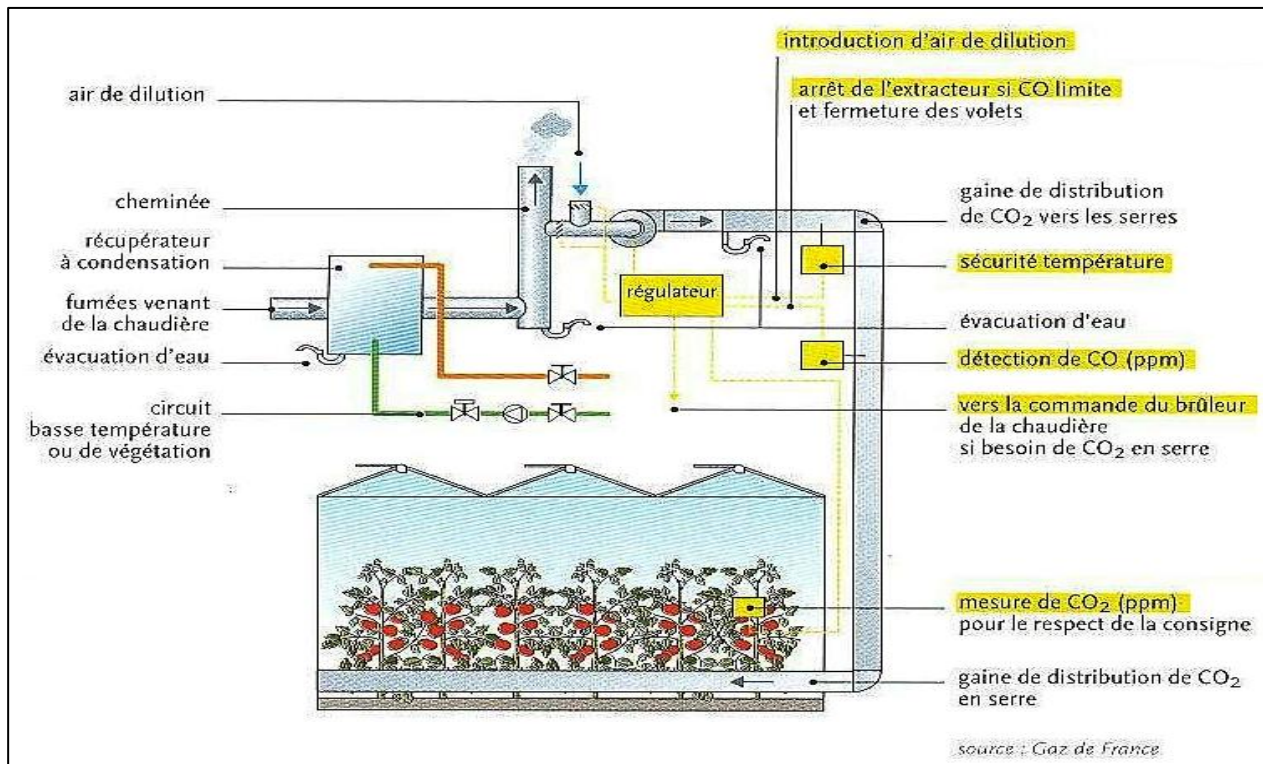


Figure 1 : Schéma des installations d'un système d'enrichissement carboné d'une serre à partir de la récupération des fumées de combustion.

Source : Grisey, A. et E. Brajeul 2007. Serres chauffées : réduire ses dépenses énergétiques. CTIFL, France, 175 pages.



Avantages

- ⇒ Système situé à l'extérieur des serres ce qui n'entraîne pas de diminution des superficies en culture;
- ⇒ Permet d'enlever la majeure partie de la vapeur d'eau;
- ⇒ Lorsque couplé à des réservoirs d'entreposage d'eau chaude, il offre la possibilité d'apporter la chaleur et le CO₂ séparément.

Désavantages

- ⇒ Coût d'acquisition plus élevé, surtout si jumelé à l'entreposage de l'eau chaude;
- ⇒ Sans système de stockage de l'eau chaude, l'apport de chaleur et de CO₂ se fait simultanément.

Rédaction : Marc-André Laplante agr., M. Sc., Agrisys, Gilles Turcotte, agr., M. Sc., Chargé de projets, MAPAQ.

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 \(2003\)](#)

