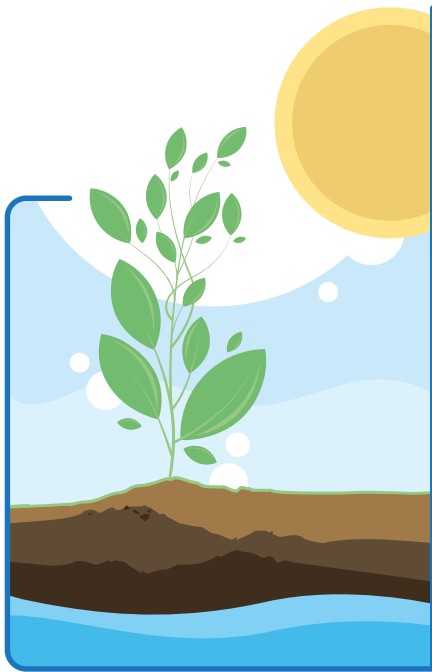


Augmentez le rendement et la qualité des cultures sous serre avec un contrôle précis du CO<sub>2</sub>

Alimentation  
Agriculture



### La photosynthèse, c'est la vie

La photosynthèse est clairement à l'origine de l'oxygène que nous respirons, mais aussi des aliments que nous mangeons. Sans le processus de photosynthèse, l'énergie lumineuse ne permettrait pas de transformer le dioxyde de carbone en oxygène. Ce processus unique est plus ou moins efficace en fonction de plusieurs paramètres, dont la concentration en dioxyde de carbone dans l'air ambiant.

### La photosynthèse génère du sucre

Saviez-vous qu'en plus de l'oxygène, nos plantes produisent aussi du sucre ?

En plus du dioxyde de carbone, la plante a besoin de sucre pour se développer. Le point essentiel est qu'elle crée effectivement du sucre par elle-même. Les minéraux, l'eau et la lumière sont les autres composants nécessaires.



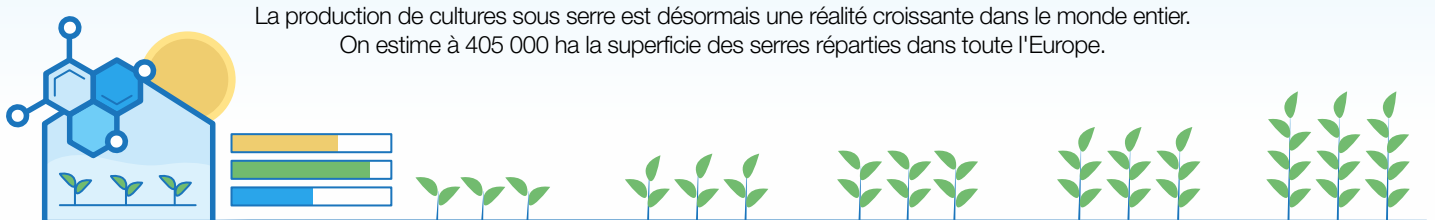
La réaction de la photosynthèse est alors la suivante :



Ce sucre est plus précisément utilisé par la plante comme un carburant. Il lui permet de générer de nouvelles cellules et, en quelque sorte, de respirer.

## Pourquoi surveiller le CO<sub>2</sub> dans les serres ?

La réponse est désormais simple : le contrôle du CO<sub>2</sub> permet d'optimiser le processus de photosynthèse, de stimuler et contrôler la croissance des plantes.



La production de cultures sous serre est désormais une réalité croissante dans le monde entier. On estime à 405 000 ha la superficie des serres réparties dans toute l'Europe.



*Les 20 dernières années ont connu une révolution dans la culture et les technologies de serre. Récemment encore, un rendement de 100 tonnes/ha de tomates dans une serre était considéré comme une bonne performance. Aujourd'hui, une récolte de 600 tonnes/ha n'est pas inhabituelle dans les serres de haute technologie.*

*Hans Dreyer, directeur de la division de la production et de la protection des végétaux à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*





## Des serres sont nécessaires partout pour optimiser la croissance des cultures

**On pourrait penser que les régions du monde où l'ensoleillement est abondant n'ont pas besoin de serres. Mais ce n'est pas le cas.**

En fonction de la plante cultivée, là encore, le CO<sub>2</sub>, tout comme la température et la vitesse de l'air, est un paramètre clé, et son niveau optimal varie. La concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air ambiant est connue pour avoir augmenté de façon spectaculaire depuis la révolution industrielle, et de plus en plus rapidement de nos jours.

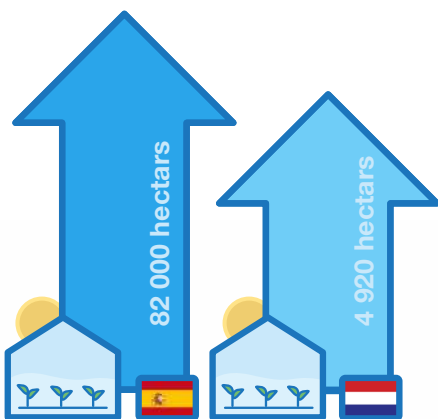
Toutefois, son niveau moyen se situe actuellement autour de 400 ppm (parties par million), soit 0,04 % de l'air que nous respirons, alors que, par exemple, dans des conditions de lumière et de température adéquates, les tomates poussent mieux avec 900 ppm et les concombres avec 700 ppm.

### Concentration optimale de dioxyde de carbone pour la croissance

Il semble donc évident que l'atmosphère contrôlée en CO<sub>2</sub>, donc les serres, doivent être développées quelle que soit la région afin de relever le défi de l'alimentation humaine dans les années à venir.

Les Pays-Bas sont connus pour être le pays pionnier en matière de culture sous serre à atmosphère contrôlée. Avec le nombre considérable et toujours croissant de 9000 grandes serres, qui occupent 0,25% de la superficie totale du pays, ce marché représente une part importante du PIB du pays. 150 000 travailleurs sont employés et 80 % des produits sont exportés.

L'Espagne est également réputée pour posséder l'une des plus grandes serres du monde. Elle se trouve à Almería, où les serres couvrent une superficie de près de 200 km<sup>2</sup>.



### Almería, Espagne, serres de culture maraîchère



# Comment contrôler l'enrichissement en CO<sub>2</sub> dans une serre ?

**Le CO<sub>2</sub> supplémentaire doit être apporté pendant les périodes de temps ensoleillé, mais pas par temps nuageux ou la nuit.**

Il peut être extrait de brûleurs utilisant du pétrole ou du gaz naturel. Dans ce cas, il faut veiller à éviter la présence dans la serre de gaz toxiques, que ce soit pour les plantes (SO<sub>2</sub>, éthylène, etc.) ou pour le personnel (monoxyde de carbone).

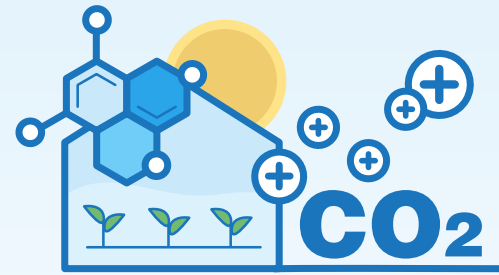
On peut également utiliser du CO<sub>2</sub> liquide pur, acheté auprès de fournisseurs commerciaux. La méthode la plus courante d'enrichissement en CO<sub>2</sub> pour une application en serre est la combustion de combustibles fossiles. Et le combustible le plus utilisé pour l'enrichissement en CO<sub>2</sub> est le gaz naturel. La combustion d'un m<sup>3</sup> de gaz naturel génère environ 1,8 kg de CO<sub>2</sub>.

L'apport de CO<sub>2</sub> peut alors entraîner des variations locales de la concentration de CO<sub>2</sub> dans toute la serre. Les gradients horizontaux et verticaux des conditions environnementales sont désavantageux, mais inévitables. Le plus important est d'éviter une diminution de l'homogénéité de la croissance des plantes et de la production végétale.

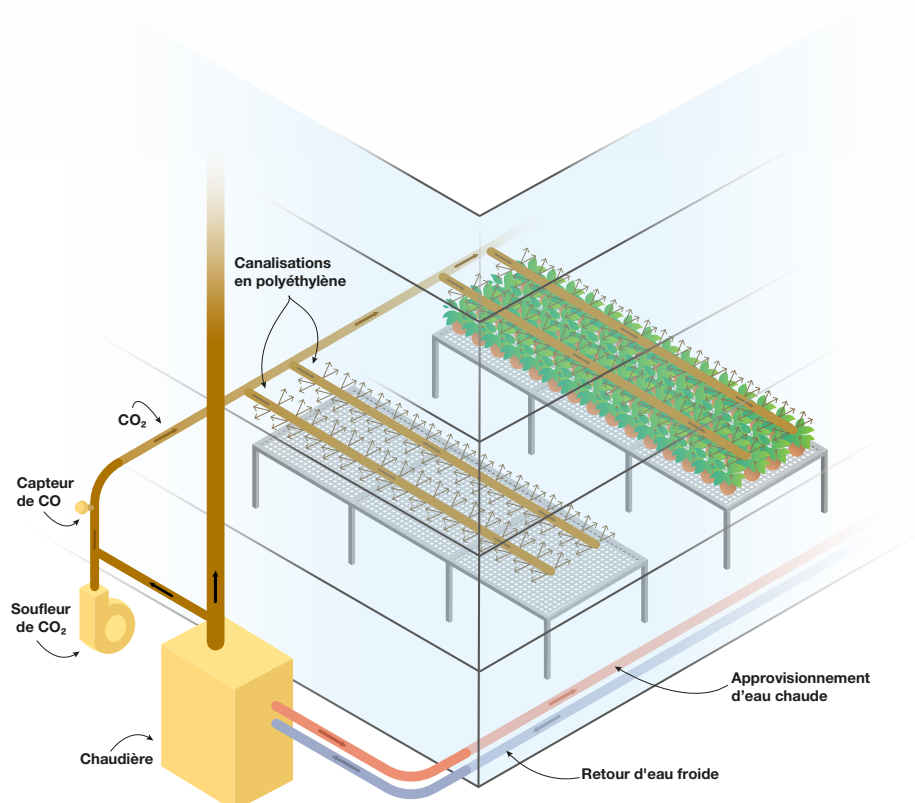
Par exemple, avec un réseau de distribution, on trouve une concentration élevée de CO<sub>2</sub> près des tubes de distribution et un niveau bas près de la crête, ou près des fenêtres de ventilation ouvertes. Il est alors recommandé

de placer les lignes de distribution de CO<sub>2</sub> à un niveau bas, au plus près des cultures. De cette façon, la diffusion naturelle du dioxyde de carbone vers le haut de la serre assurera l'homogénéité de l'enrichissement en CO<sub>2</sub> sur l'axe vertical.

La distribution horizontale est également un défi puisque toute la surface de la serre doit également contenir la même quantité de CO<sub>2</sub>, afin que toutes les plantes poussent à la même vitesse et que la maturité et la qualité soient homogènes dans toute la culture.



## Principe de distribution du CO<sub>2</sub> dans une serre

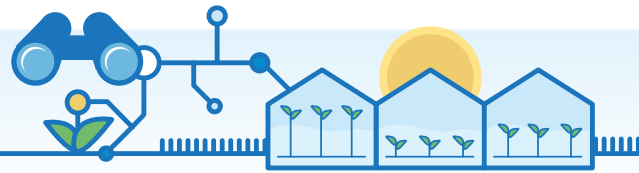


## Mots clés

- Photosynthèse
- Enrichissement en CO<sub>2</sub>
- Serre
- Rendement des cultures
- Agroalimentaire
- Analyseur de gaz



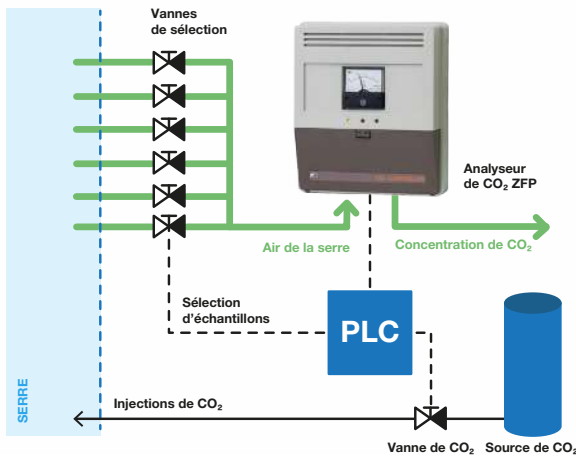
# Mise en place d'un réseau de surveillance du CO<sub>2</sub> ZFP Fuji Electric dans une serre



**Pour assurer une homogénéité volumétrique (à la fois horizontale et verticale) de la concentration de CO<sub>2</sub> dans la serre, la meilleure stratégie consiste à la mesurer à plusieurs endroits de la serre.**

Cela peut être fait avec plusieurs analyseurs et/ou en effectuant un échantillonnage multipoint avec un seul analyseur, en fonction de la taille de la serre et du budget disponible.

## Exemple de système de surveillance du CO<sub>2</sub> dans une serre



Dans le cas d'une grande serre, plusieurs contrôleurs de CO<sub>2</sub> seront utilisés pour couvrir l'ensemble du volume. Et pour assurer la meilleure représentativité de l'atmosphère, chaque contrôleur mesurera simultanément plusieurs (généralement 4 ou 6) zones plus petites. Cette stratégie optimisée permet de s'assurer que le CO<sub>2</sub> est réparti de manière égale sur toutes les cultures.

Le contrôleur de CO<sub>2</sub> Fuji Electric ZFP pour serres est un analyseur de gaz NDIR (Non-Dispersive Infra-Red) dédié. Il a été conçu il y a des années dans ce but et a été amélioré avec l'expérience. Plus de 10 000 moniteurs de CO<sub>2</sub> ZFP sont actuellement utilisés dans toute l'Europe pour optimiser notre production alimentaire en améliorant la photosynthèse par la fertilisation au CO<sub>2</sub>.

Equipé de son filtre interne et de sa pompe interne, cet analyseur infrarouge est capable d'aspirer l'air ambiant autour de sa propre position, puis des zones éloignées grâce à un réseau de tuyaux de prélèvement. Une stratégie habituelle comme celle illustrée ci-contre consiste à aspirer l'air de plusieurs zones pour assurer l'homogénéité du CO<sub>2</sub> dans la zone ciblée.

**L'installation du contrôleur de CO<sub>2</sub> ZFP est simple, et sa stabilité unique permet une fréquence de calibrage annuelle.**

## Comment fonctionne l'analyseur NDIR de CO<sub>2</sub> ?

**La technologie infrarouge non dispersive de Fuji Electric est célèbre depuis les années 1960 pour sa robustesse et la stabilité de son signal dans les conditions climatiques les plus difficiles.**

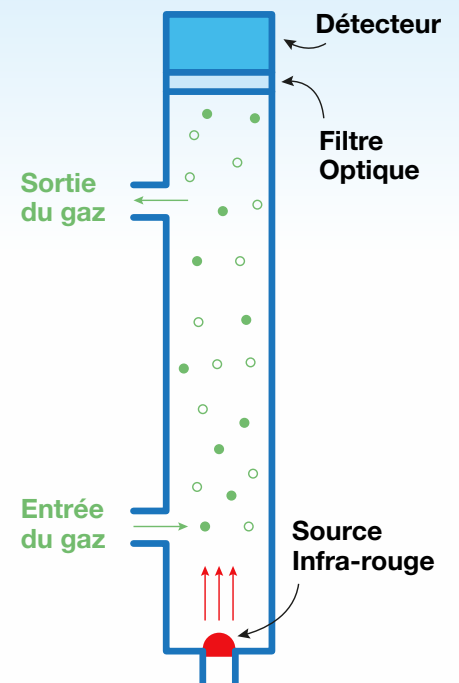
Le capteur fonctionne grâce à une source infrarouge (IR) qui dirige des ondes de lumière à travers une cellule remplie d'un échantillon d'air. Cet air se déplace vers un filtre optique situé devant un détecteur de lumière IR. Le détecteur de lumière IR mesure la quantité de lumière IR qui traverse le filtre optique.

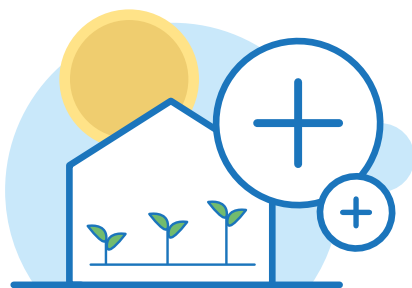
La bande de rayonnement IR également produite par la source IR est très proche de la bande d'absorption de 4,26 microns du CO<sub>2</sub>. Comme le spectre IR du CO<sub>2</sub> est unique, la correspondance de la longueur d'onde de la source lumineuse sert de signature ou d'"empreinte digitale" pour identifier la molécule de CO<sub>2</sub>.

Lorsque la lumière infrarouge traverse la cellule, les molécules de CO<sub>2</sub> absorbent la bande spécifique de la lumière infrarouge et laissent passer les autres longueurs d'onde de la lumière. À l'extrémité du détecteur, la lumière restante frappe un filtre optique qui

absorbe toutes les longueurs d'onde de la lumière, à l'exception de la longueur d'onde absorbée par les molécules de CO<sub>2</sub> dans la cellule échantillon. Enfin, un détecteur IR lit la quantité restante de lumière qui n'a pas été absorbée par les molécules de CO<sub>2</sub> ou le filtre optique.

La différence entre la quantité de lumière rayonnée par la source IR et la quantité de lumière IR reçue par le détecteur est mesurée. La différence étant le résultat de l'absorption de la lumière par les molécules de CO<sub>2</sub> présentes dans l'air à l'intérieur de la cellule, elle est directement proportionnelle au nombre de molécules de CO<sub>2</sub>. Ces données sont ensuite traitées par la carte électronique interne puis émises, sous la forme d'un signal 4-20 mA utilisé par le système d'enrichissement en CO<sub>2</sub>.





## Avantages de l'analyseur ZFP Fuji Electric

- ⊕ Assurez un enrichissement parfait en CO<sub>2</sub> pour la culture en serre.
- ⊕ Gardez vos clients satisfaits, en leur permettant de tirer le meilleur bénéfice de la serre.
- ⊕ Limitez les coûts d'installation et d'exploitation en utilisant tout le potentiel de l'analyseur ZFP.

### Mesure de CO<sub>2</sub> dans les serres Analyseur Fuji Electric ZFP

#### Installation et fonctionnement faciles

Le contrôleur de CO<sub>2</sub> ZFP est un analyseur mural clé en main

#### Un analyseur de gaz conçu pour la surveillance des serres

Sa pompe et son filtre intégrés permettent de prélever l'atmosphère depuis n'importe quel endroit de la serre

#### Des données fiables

Analyseur de gaz NDIR de haute précision avec des spécifications garanties

#### Grande flexibilité et choix des plages de mesure

Les gammes de mesure du CO<sub>2</sub> peuvent être choisies pour s'adapter à tout type de culture

#### Entretien facile

L'analyseur de gaz lui-même ne nécessite aucune maintenance. Le filtre à poussière et la pompe de prélèvement intégrés sont bon marché, disponibles et extrêmement faciles à entretenir.

#### Intervalle d'étalonnage étendus

La technologie ZFP NDIR est unique pour la stabilité de son signal et ne nécessite un étalonnage qu'une fois par an.



**Détendez-vous, votre fertilisation au CO<sub>2</sub> est contrôlée par un analyseur Fuji.**

Profitez de 57 ans d'expérience avec les analyseurs de gaz industriels NDIR Fuji Electric



#### FUJI ELECTRIC FRANCE S.A.S.

46, rue Georges Besse - ZI du Brézet - 63 039 Clermont-Ferrand Cedex 2 - France

Tél. France : 04 73 98 26 98 - Fax. 04 73 98 26 99

Tél. International : +33 4 73 98 26 98 - Fax. +33 4 73 98 26 99

Email : sales.dpt@fujielectric.fr - Web : www.fujielectric.fr

Fuji Electric ne saurait être tenu pour responsable des éventuelles erreurs présentes dans nos catalogues, nos brochures ou tout autre support imprimé. Fuji Electric se réserve le droit de modifier ses produits sans préavis. Cela s'applique également aux produits commandés, sous réserve que les modifications n'altèrent pas les caractéristiques techniques de manière excessive. Les marques et les noms déposés évoqués dans le présent document sont la propriété de leurs dépositaires respectifs. Tous droits réservés.