

Enrichissement carboné par récupération du CO₂ d'un système de chauffage central et stockage de chaleur

Gilles Turcotte, agronome

Marco Rondeau

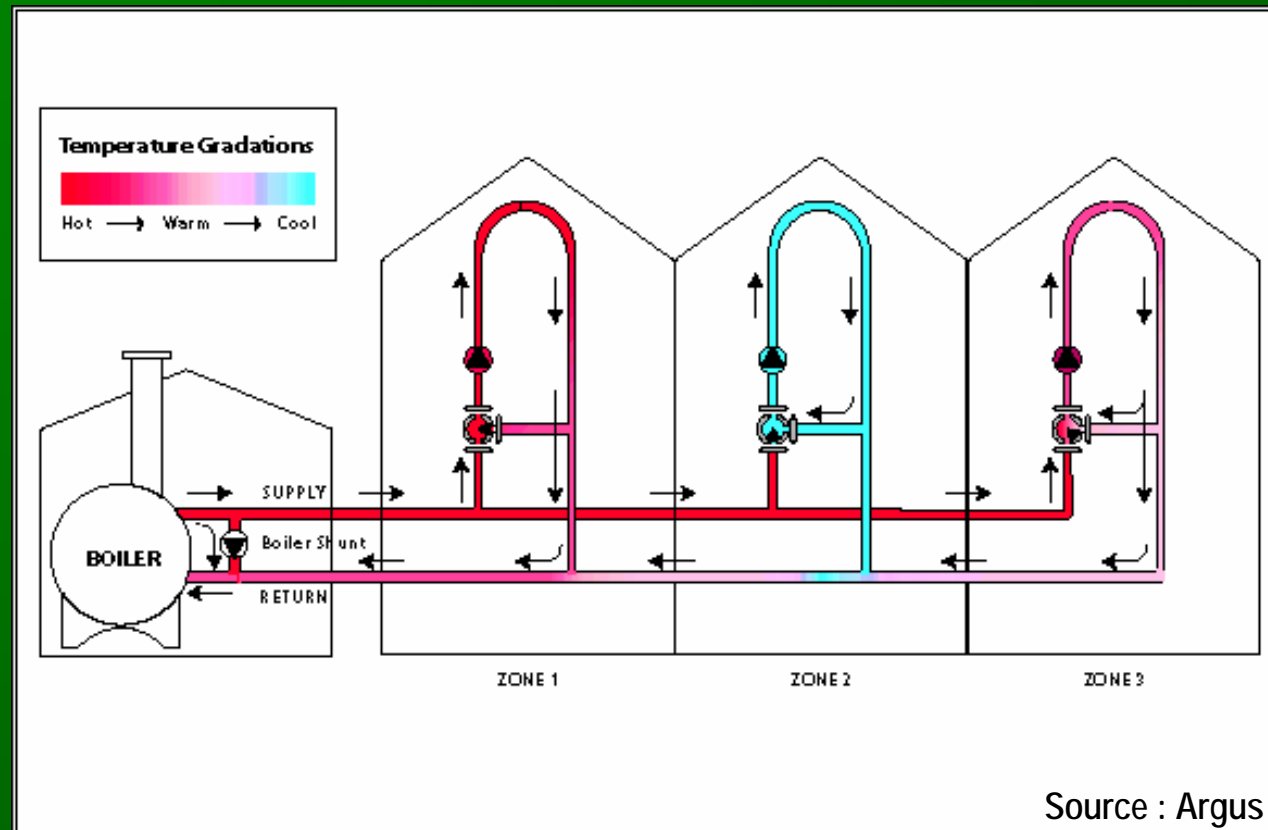
Vic Mirabella



Plan de la présentation

- Chauffage central
- Récupération et distribution du CO₂
- Stockage de l'eau chaude
- Système de chauffage « Open Buffer »
- Système de contrôle intégré :
Maximiser et Intégré de Priva

Chauffage central

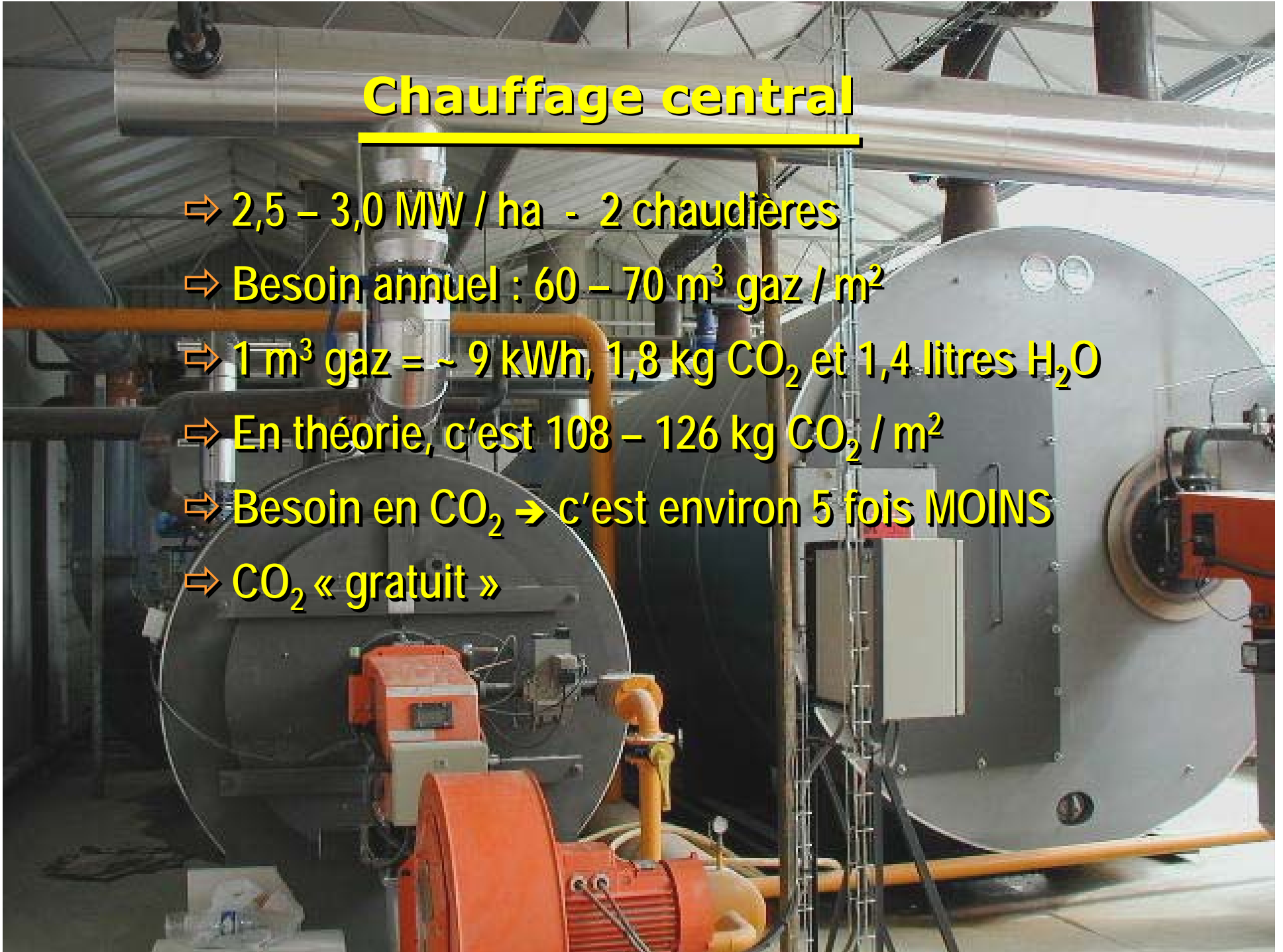


	Gaz Naturel	Propane	Fioul lourd	Fioul domestique	Bois	Charbon
Rendement moyen	90-95 %	90-95 %	85%	88 %	60 à 85%	70 à 80 %
CO ₂ récupérable	Oui : 1 m ³ → 1.8 kg	Oui : 1 m ³ → 5.7 kg	Non	Non	Non	Non

Source : CTIFL

Chauffage central

- ⇒ 2,5 – 3,0 MW / ha - 2 chaudières
- ⇒ Besoin annuel : 60 – 70 m³ gaz / m²
- ⇒ 1 m³ gaz = ~ 9 kWh, 1,8 kg CO₂ et 1,4 litres H₂O
- ⇒ En théorie, c'est 108 – 126 kg CO₂ / m²
- ⇒ Besoin en CO₂ → c'est environ 5 fois MOINS
- ⇒ CO₂ « gratuit »



Récupération du CO₂

⇒ Enrichissement avec CO₂ contenu fumées refroidies (< 55°C) et déshumidifiées

⇒ T° fumées ~ 200°C

⇒ Récupère chaleur sensible et latente

⇒ Améliore le rendement de la chaudière

Récupération du CO₂

⇒ 1 seule chaudière sur 2 ou 3

⇒ Brûleur à vitesse variable

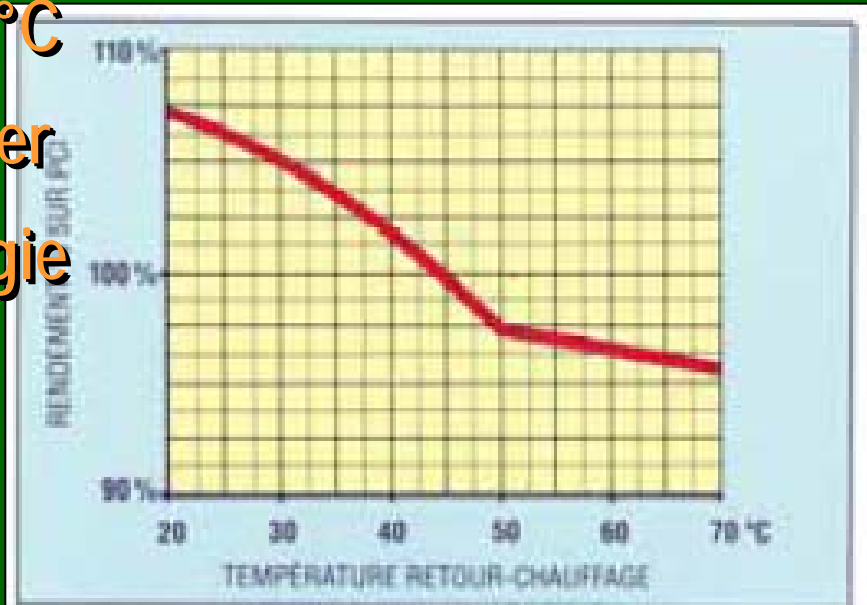
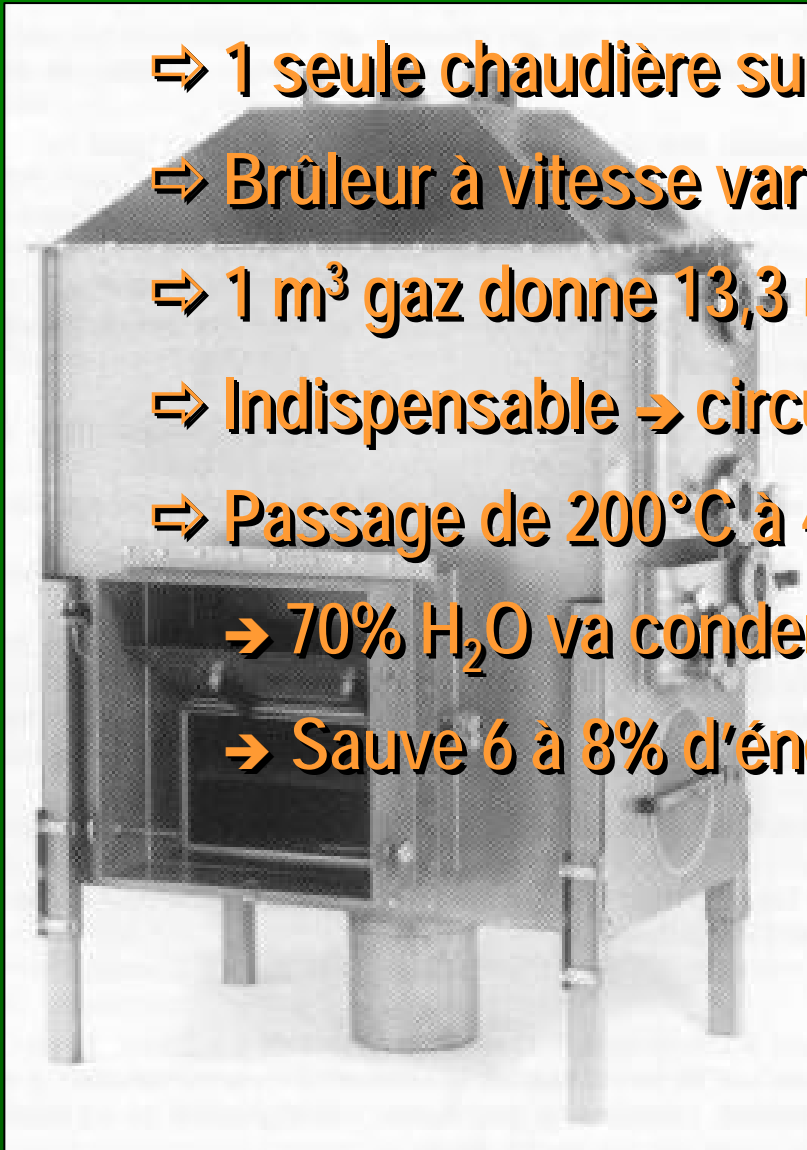
⇒ 1 m³ gaz donne 13,3 m³ de fumées

⇒ Indispensable → circuit basse T° 40-50°C

⇒ Passage de 200°C à 40°C

→ 70% H₂O va condenser

→ Sauvé 6 à 8% d'énergie



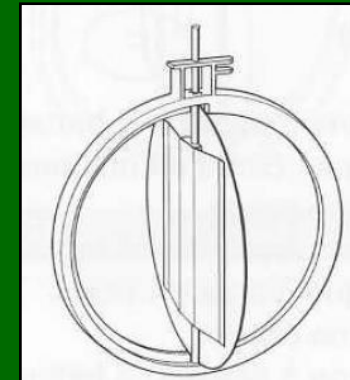
Performances de l'association chaudière gaz + récupération Source : CTIFL

Distribution du CO₂



⇒ Vanne de mélange avec l'air (extérieur) pour finir le refroidissement

⇒ T° max 55°C



⇒ Distribution souterraine ou aérienne

⇒ Environ 10% de CO₂

Distribution du CO₂

- ⇒ Dimensionnement du ventilateur
- ⇒ Détermine la capacité de l'enrichissement
- ⇒ Chaudière avec un facteur 1,2
- ⇒ 1 m³ de gaz brûlé → 13,3 m³ de gaz à 60°C
- ⇒ Capacité maximale d'enrichissement de 30 g CO₂ / m² / h (théorique) → 2 250 m³ / ha / h



Distribution du CO₂

- ⇒ 14 - 16 m³ AIR / m³ gaz naturel
- ⇒ Si combustion incomplète
 - CO, NO_x et C₂H₄
- ⇒ C₂H₄, éthylène → toxicité à 0,05 PPM
- ⇒ Propane → propylène
- ⇒ Détecteur de CO
- ⇒ Maximum 30 PPM de CO dans le flux de gaz non dilué
- ⇒ Arrêt automatique de l'apport



Source : OMAFRA

Distribution du CO₂

- ⇒ Tuyaux de PVC
- ⇒ Distribution souterraine ou hors sol
- ⇒ Équilibrage de pression → facteur essentiel
- ⇒ Vannes de purge pour l'eau

Source : OMAFRA



Source : OMAFRA

Distribution du CO₂

- ⇒ Densité du CO₂ : 1,78 kg / m³
- ⇒ Air : 1,16 kg / m³
- ⇒ CO₂ diffuse facilement dans l'air
- ⇒ Gaines de plastique
- ⇒ En général, 1 gaine / rang



Distribution du CO₂



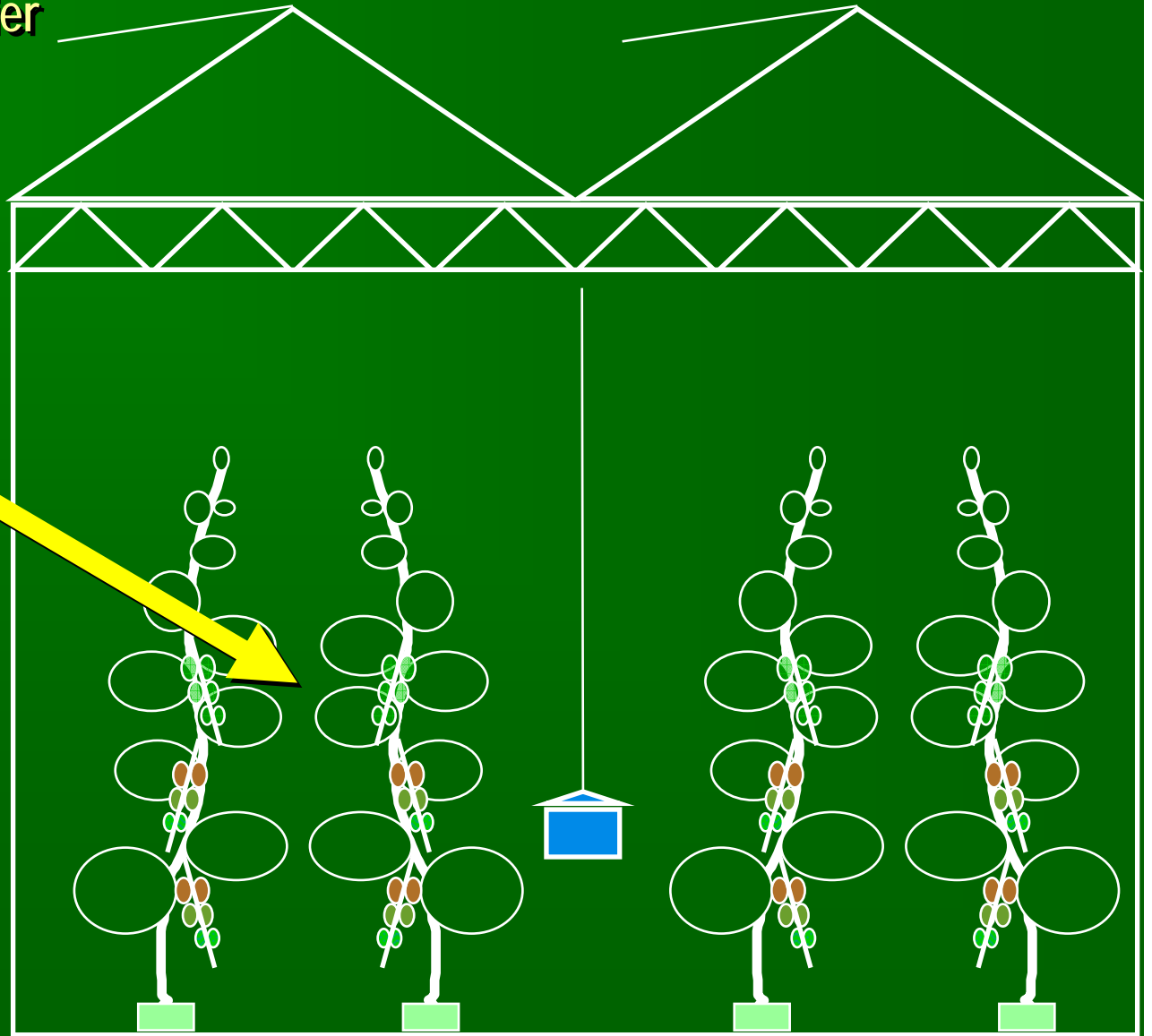
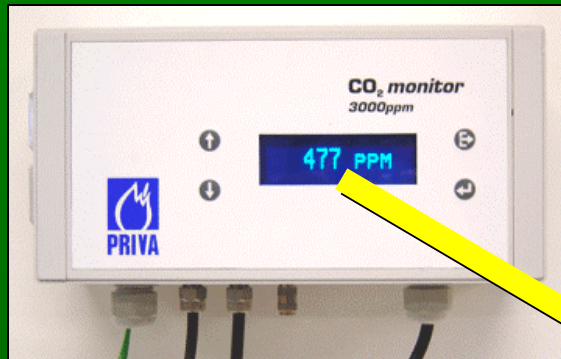
- ⇒ Sur le sol, au-dessus ou sous les gouttières...
- ⇒ Tube de 4 cm. Rang > 40 m : tube de 6 cm et +
- ⇒ Perforations $\varnothing = 0,8$ ou 1 mm
- ⇒ 2 à 4 trous à tous les 30, 60 ou 90 cm
- ⇒ **Uniformité de la pression = uniformité de la distribution**
- ⇒ Pression = 4 à 6 cm d'eau. Delta maximal de 2 cm d'eau

Distribution du CO₂

- ⇒ Équipements de mesure
- ⇒ 1 PPM = 1.83 mg CO₂ dans 1 m³ air
- ⇒ Serre de 14' (4,3 m) → ~ 6 m³ air / m² plancher
- ⇒ + 700 PPM = ~ 8 g CO₂ / m²
- ⇒ Photosynthèse = 2 – 5 g CO₂ / m² / h
- ⇒ Capacité moyenne d'enrichissement de 20 g CO₂ / m² / h



- ⇒ Position d'échantillonnage = zone de photosynthèse maximale
- ⇒ Temps d'échantillonnage \pm 5 minutes
- ⇒ Étalonnage régulier



Stockage de l'eau chaude

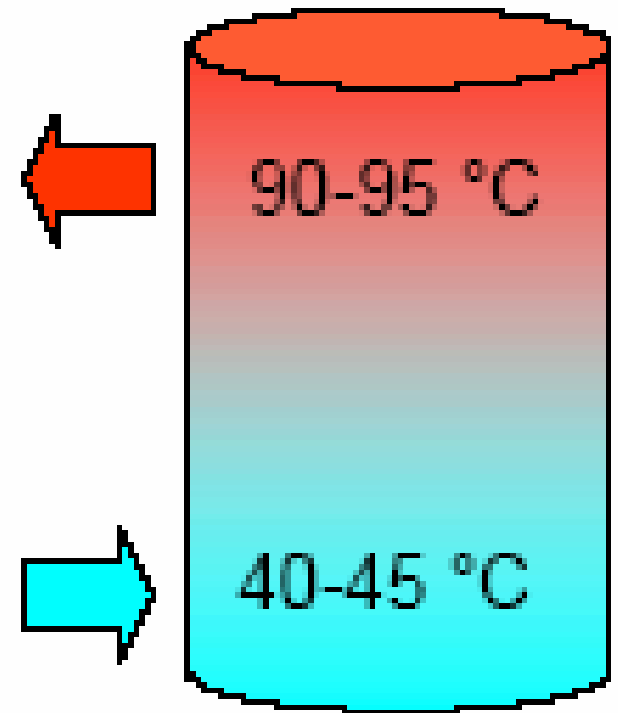
- ⇒ Pourquoi ? CO₂ « gratuit »
- ⇒ Découplage production de chaleur (CO₂) et de sa distribution dans la serre
- ⇒ Réservoir d'acier isolé : vertical ou horizontal pour les plus grands réservoirs
- ⇒ Besoin d'un tampon pour expansion de l'eau (azote gazeux)
- ⇒ 150 à 200 m³ par ha et +...
- ⇒ Dimensionné selon besoin de chaleur, besoin de CO₂ et de la capacité à déstocker pendant la nuit

Stockage de l'eau chaude



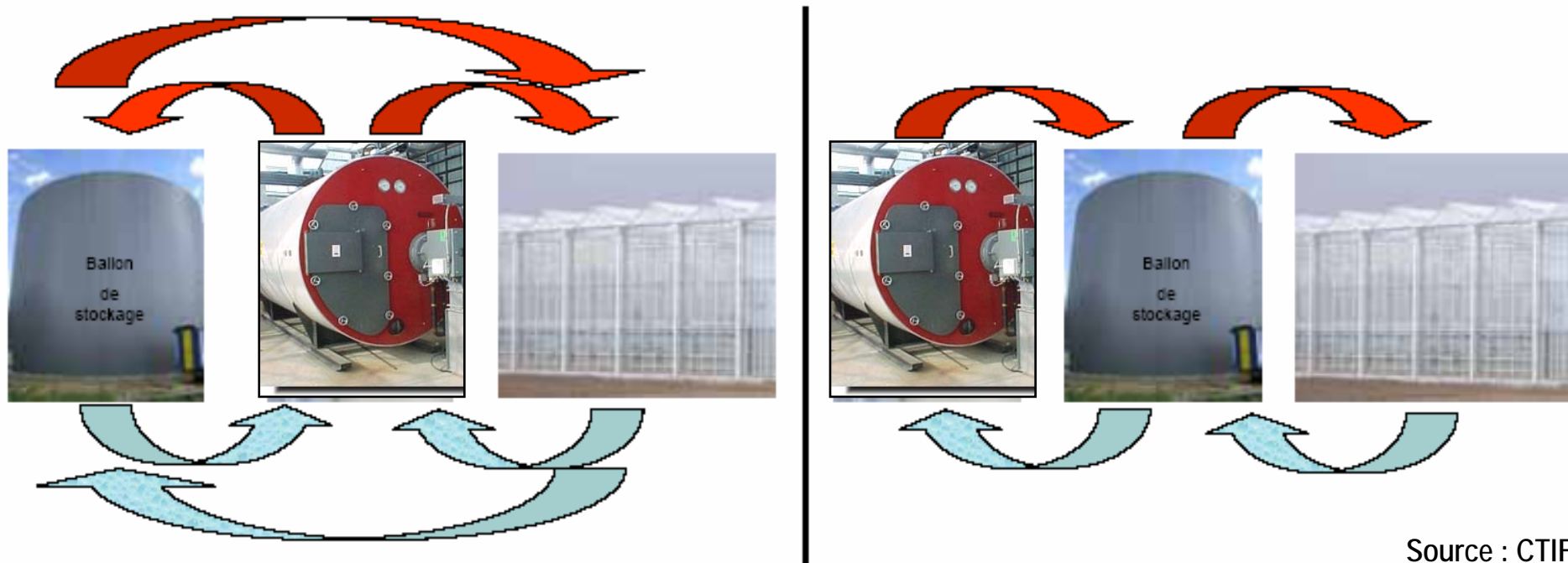
Stockage de l'eau chaude

- ⇒ La chaleur de 7 m³ de gaz peut être stockée dans 1 m³ d'eau
- ⇒ Chaque m³ « contient » ~ 12 kg de CO₂
- ⇒ 1 000 m³ / ha → ~ 1 200 kg de CO₂
- ⇒ Enrichissement potentiel de 120 g / m² / jour



Systeme « Open Buffer »

Comparaison systeme classique / Open Buffer

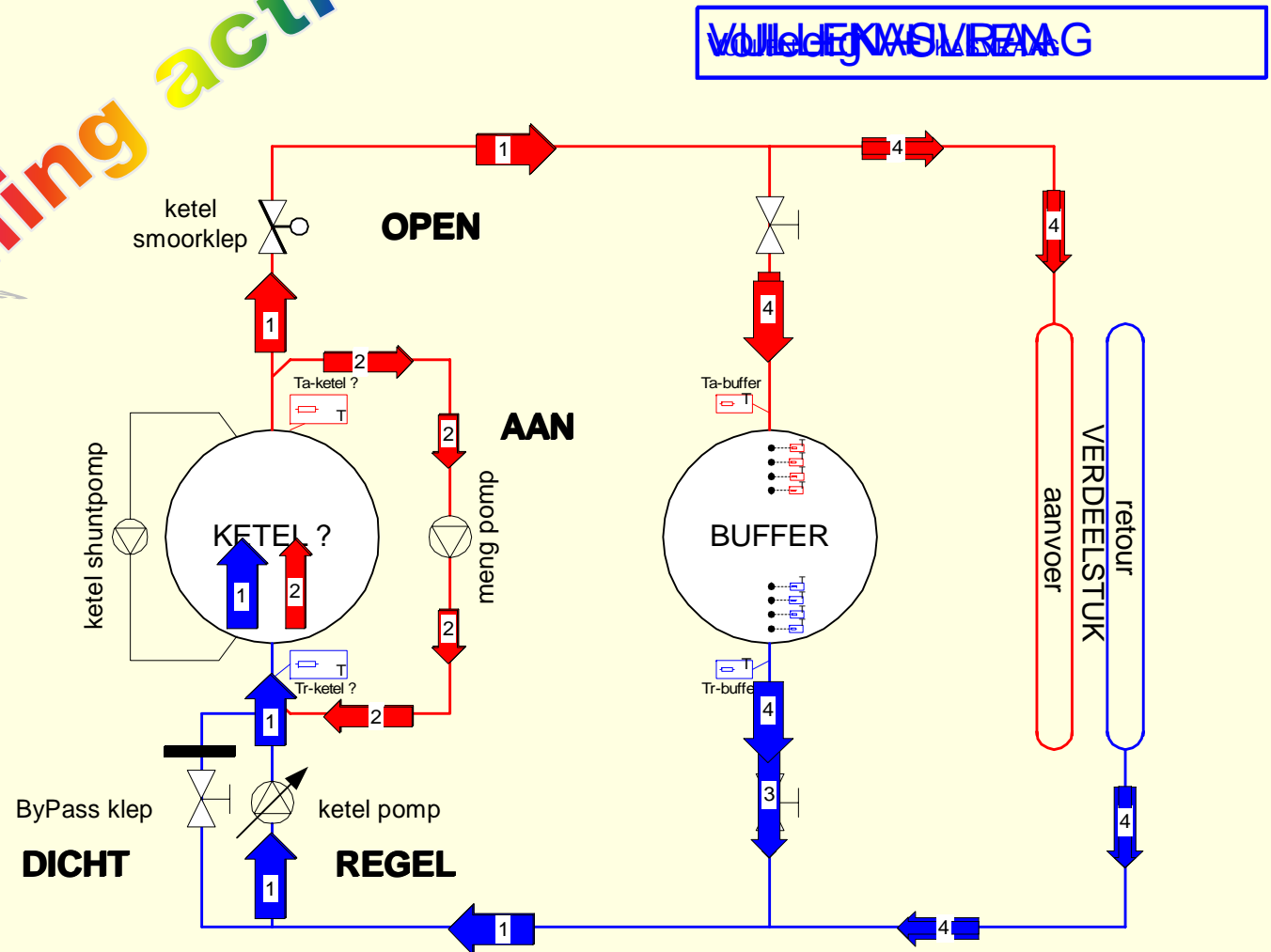


Source : CTIFL

- ⇒ Optimisation dimensionnement chaudières
- ⇒ Optimisation production chaleur-CO₂ vs besoins en serre
- ⇒ Consommation de gaz plus régulière
- ⇒ Économie potentielle de 2 à 5%
- ⇒ Meilleure gestion de l'énergie

Exemple "Open Buffer"

Filling activity

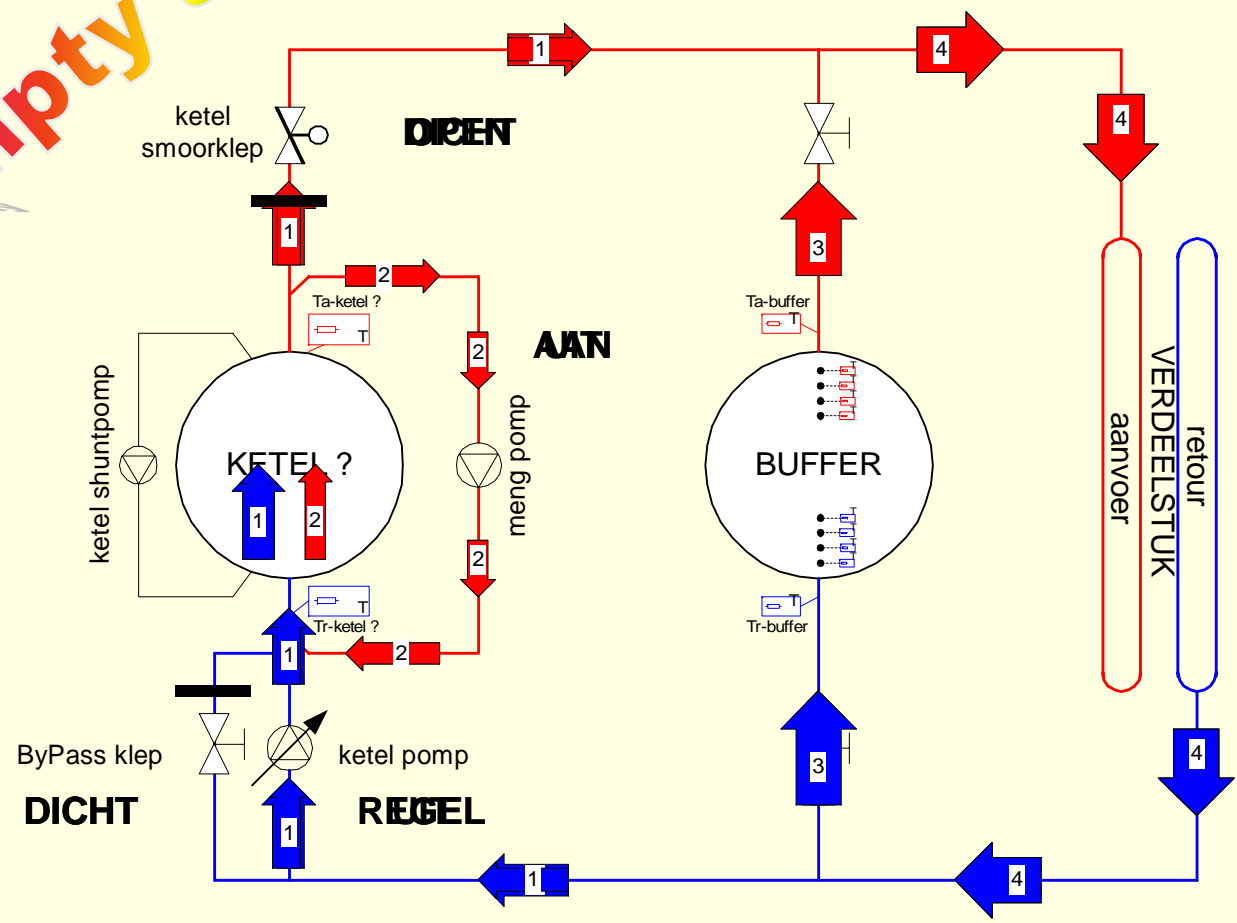


Volledig NWS/REAG

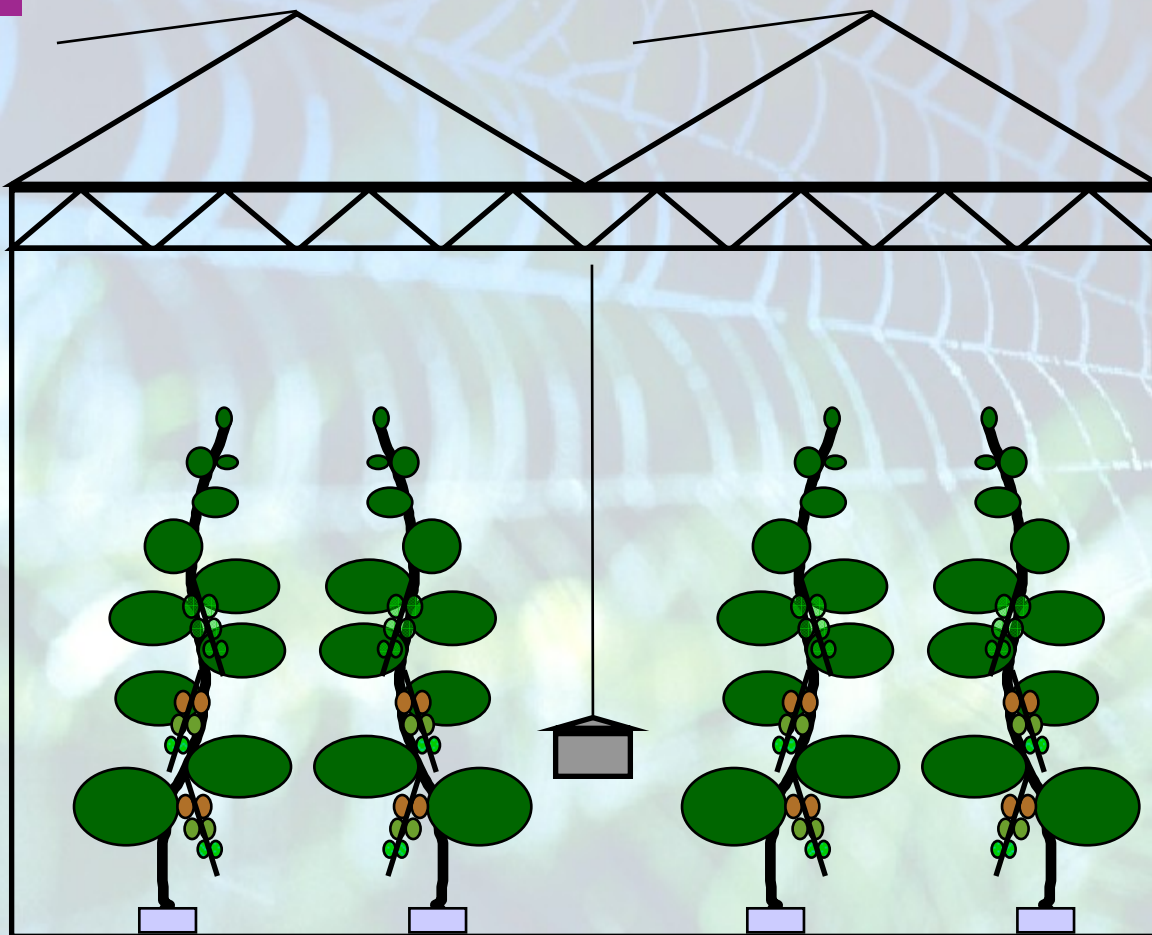
Exemple "Open Buffer"

Empty activity

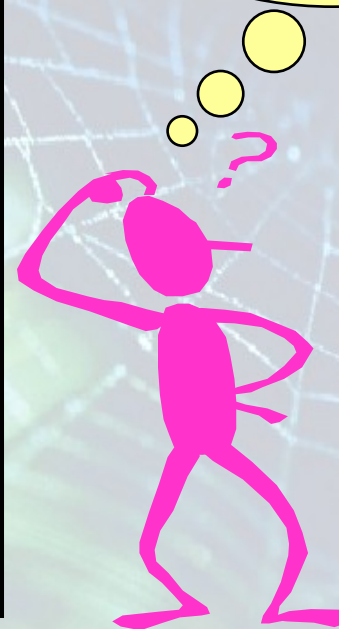
voeding KASSTRAG



Systeme de controle intégré



Gestion ÉNERGIE
T°serre vs T°ext.
Lumière, CO₂, HR
Irrigation

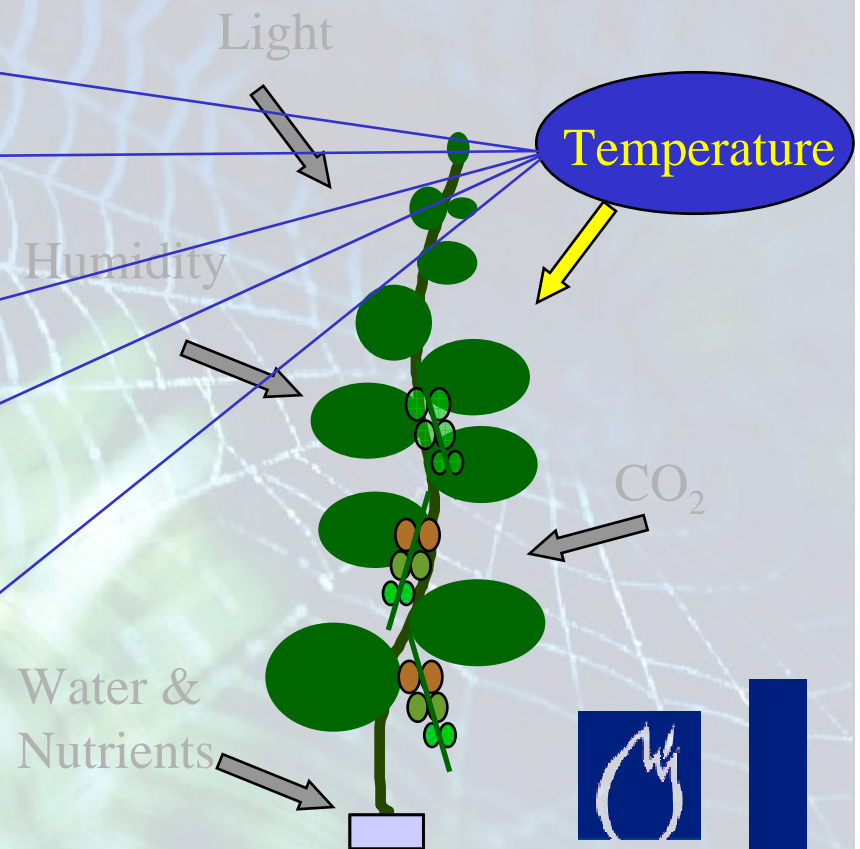


Systeme de controle integre



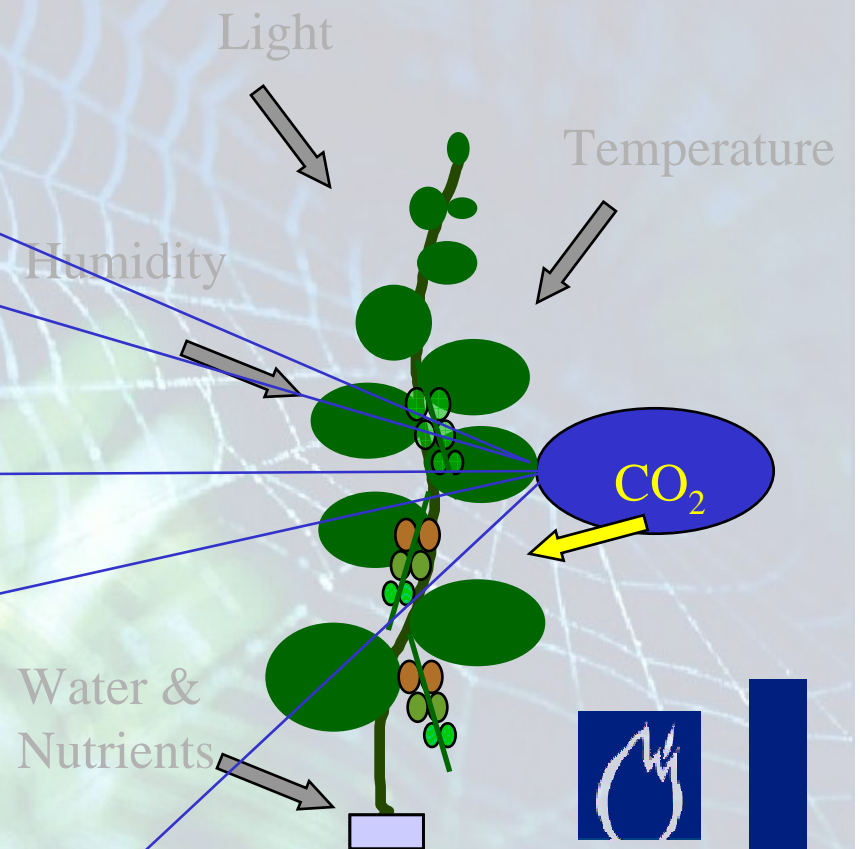
Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



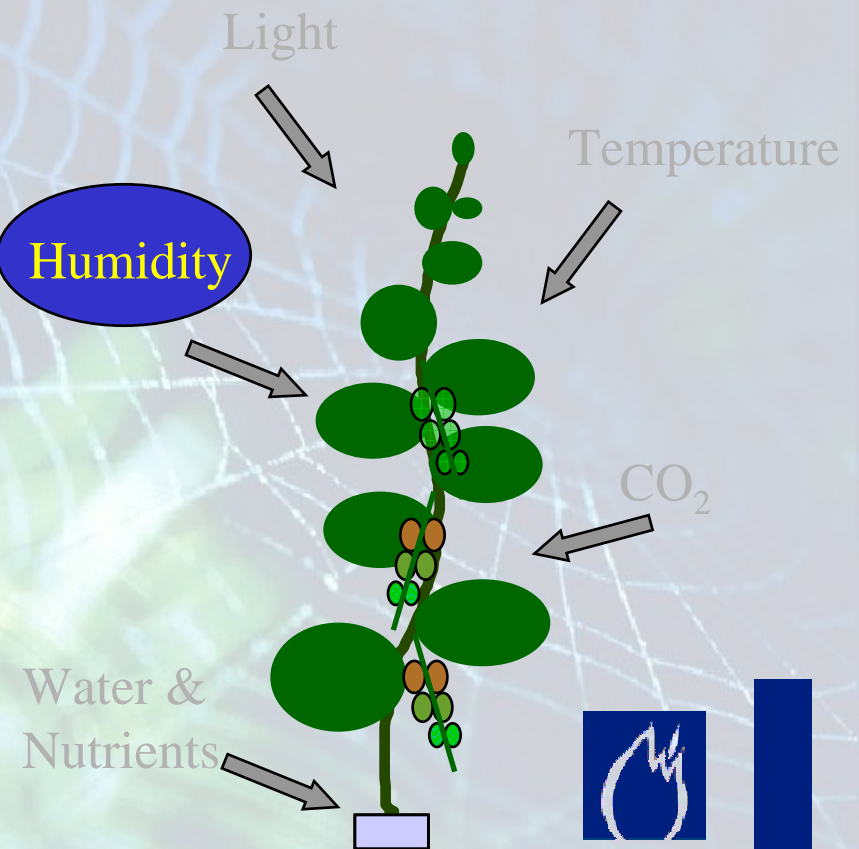
Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



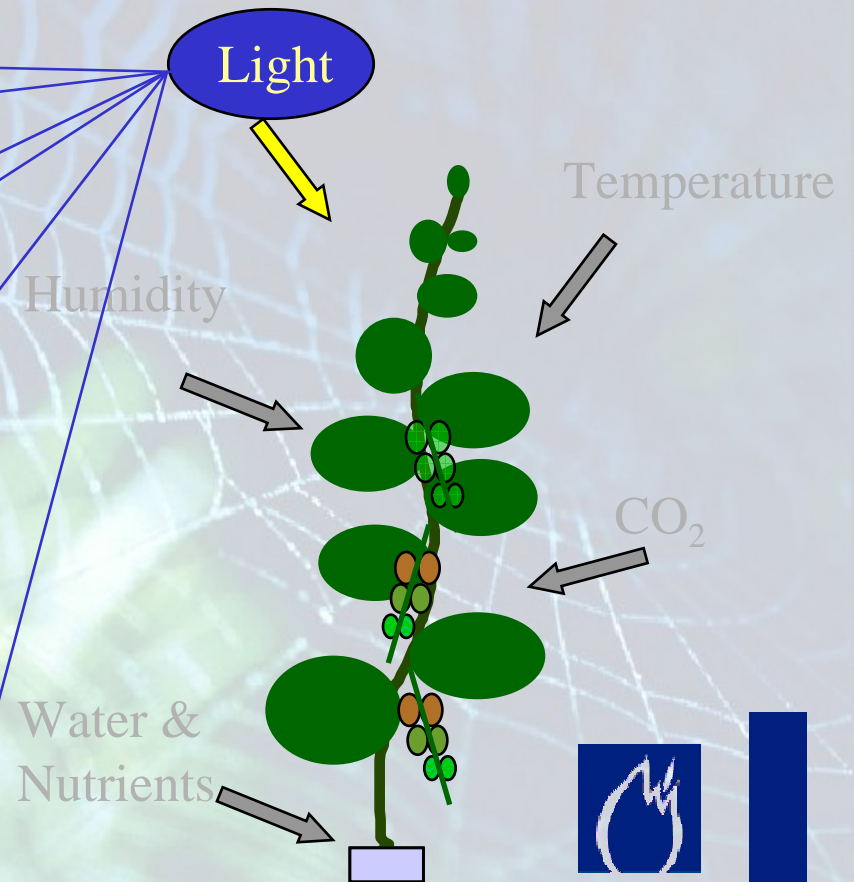
Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



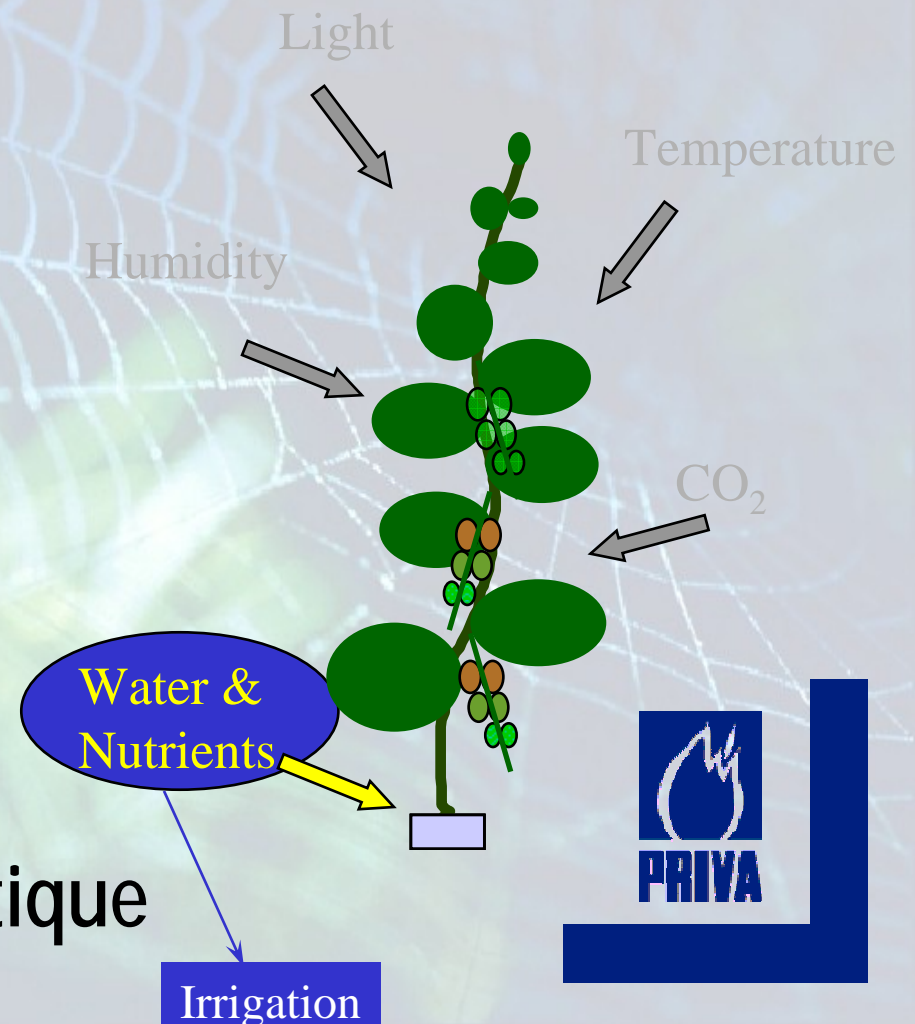
Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



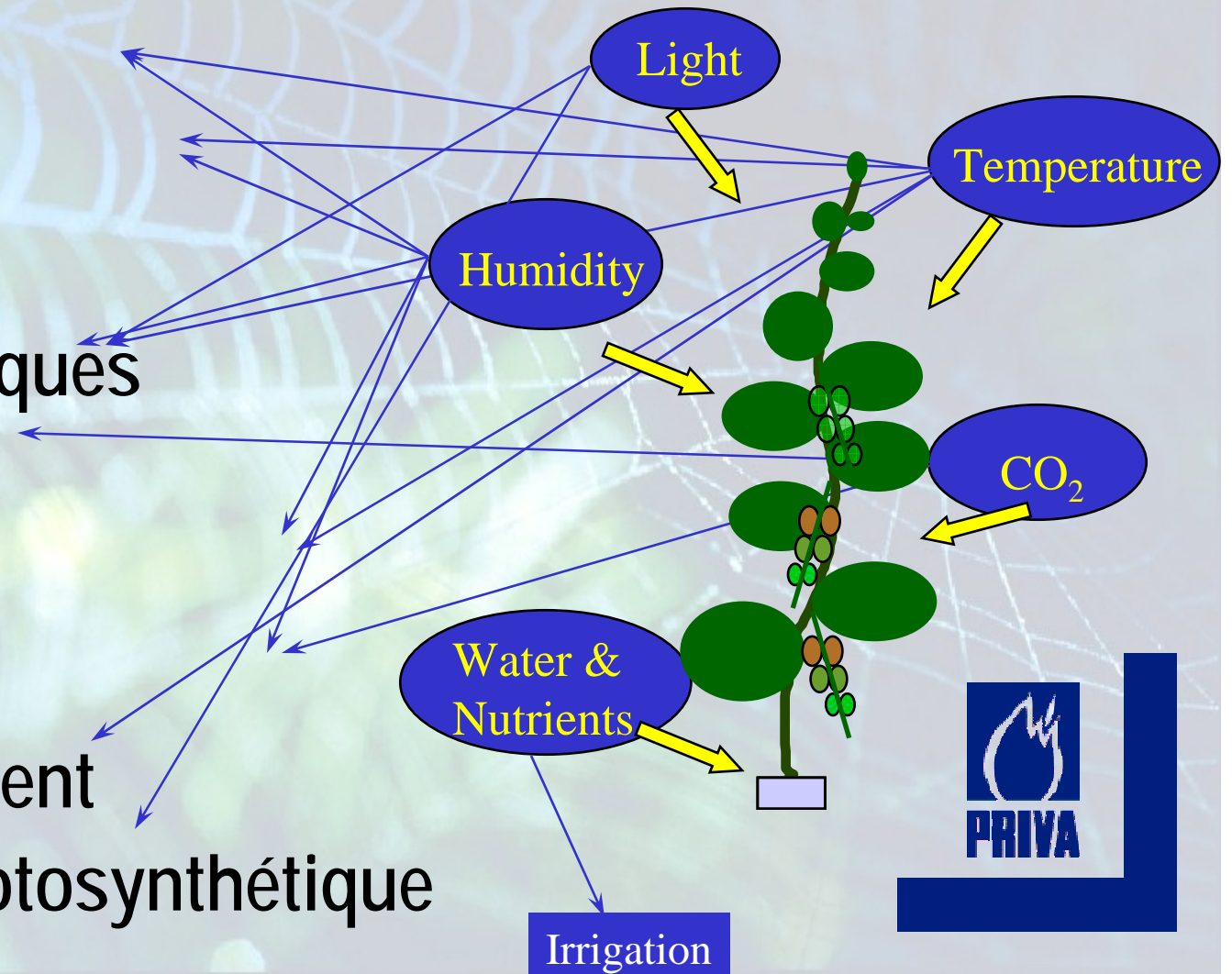
Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



Systeme de controle integre

- Chauffage
- Aeration
- Gestion HR
- Toiles thermiques
- CO2
- Brumisation
- Ventilation
- Refroidissement
- Eclairage photosynthetique



Gestion du CO₂ avec le Maximiser

Enrichissement en CO₂ basé sur :

- Position des ouvrants
- Rayonnement global
- Plusieurs sources de CO₂ : récupération CO₂, CO₂ liquide, générateur de CO₂



Gestion du CO₂ avec Intégro

Enrichissement en CO₂ basé sur :

- Position des ouvrants
- Rayonnement global
- Plusieurs sources de CO₂ : récupération CO₂, CO₂ liquide, générateur de CO₂
- 6 périodes / jour
- Capacité de stockage de chaleur actuelle et capacité de stockage prévue
- Stratégie basée sur le nombre de kg CO₂ / ha / h
- HR et T°foliaire
- Intégration possible de plusieurs facteurs

Gestion de l'ÉNERGIE

Chaudière gaz

Biomasse

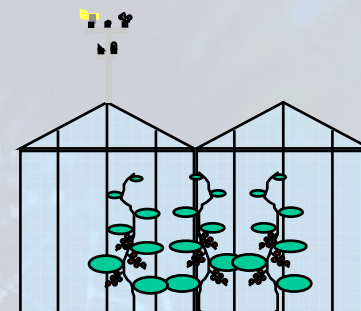
Réservoir
chaleur

CO₂ externe

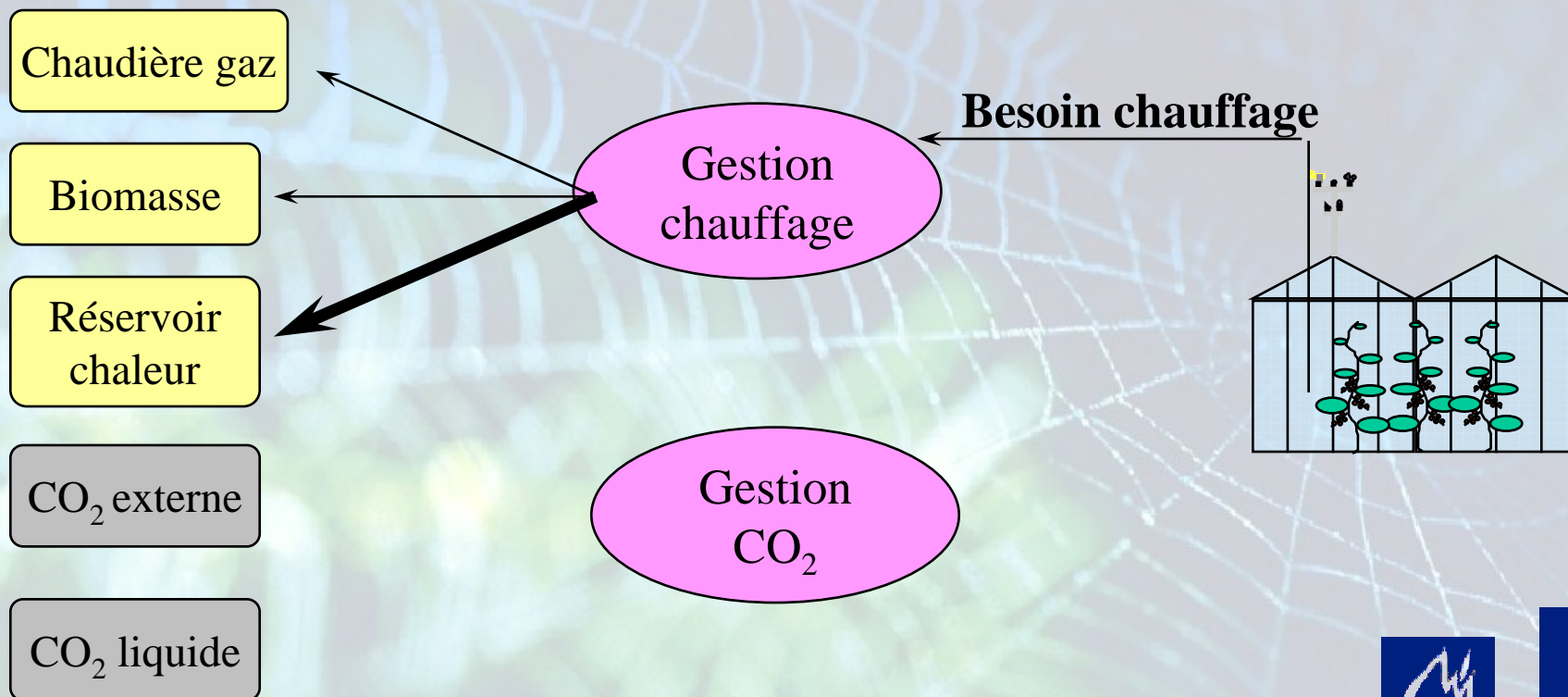
CO₂ liquide

Gestion
chauffage

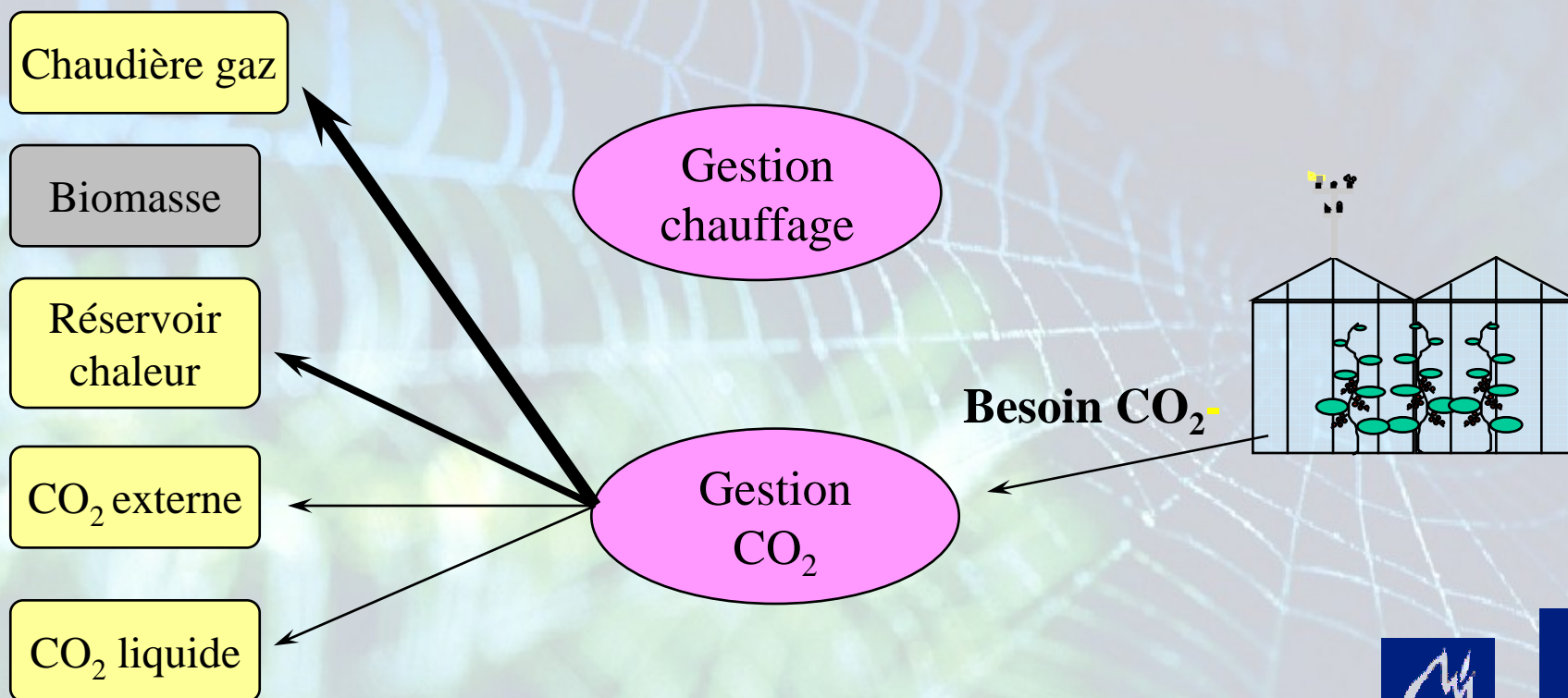
Gestion
CO₂



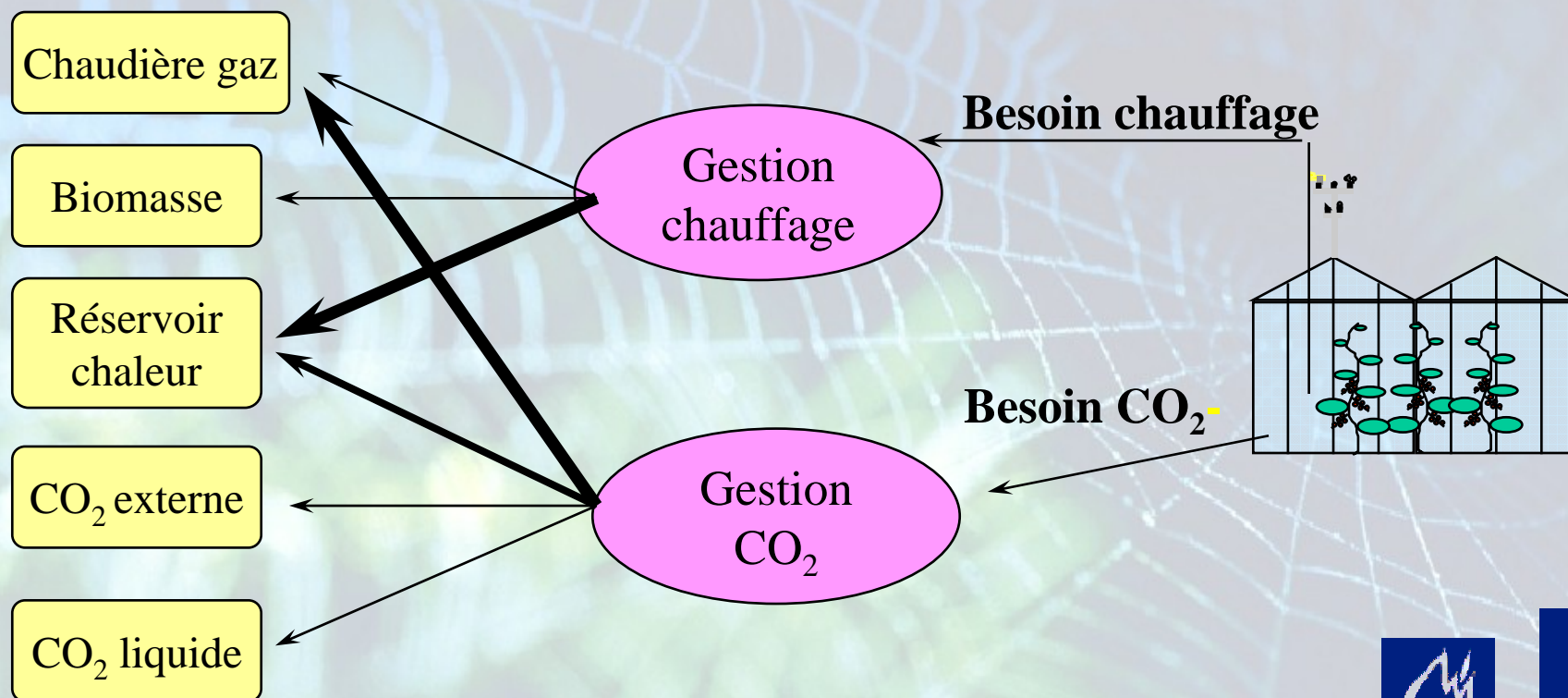
Gestion du chauffage

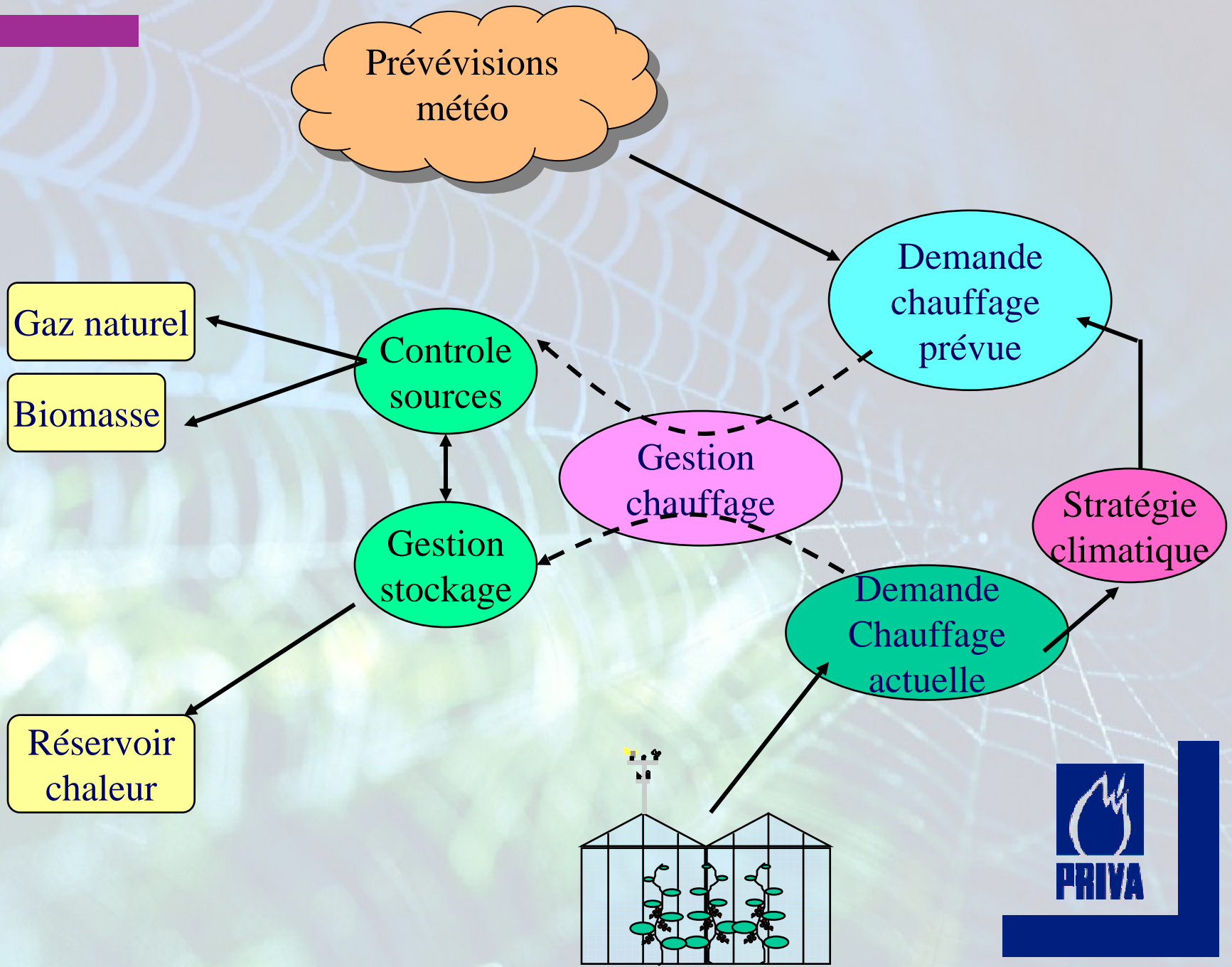


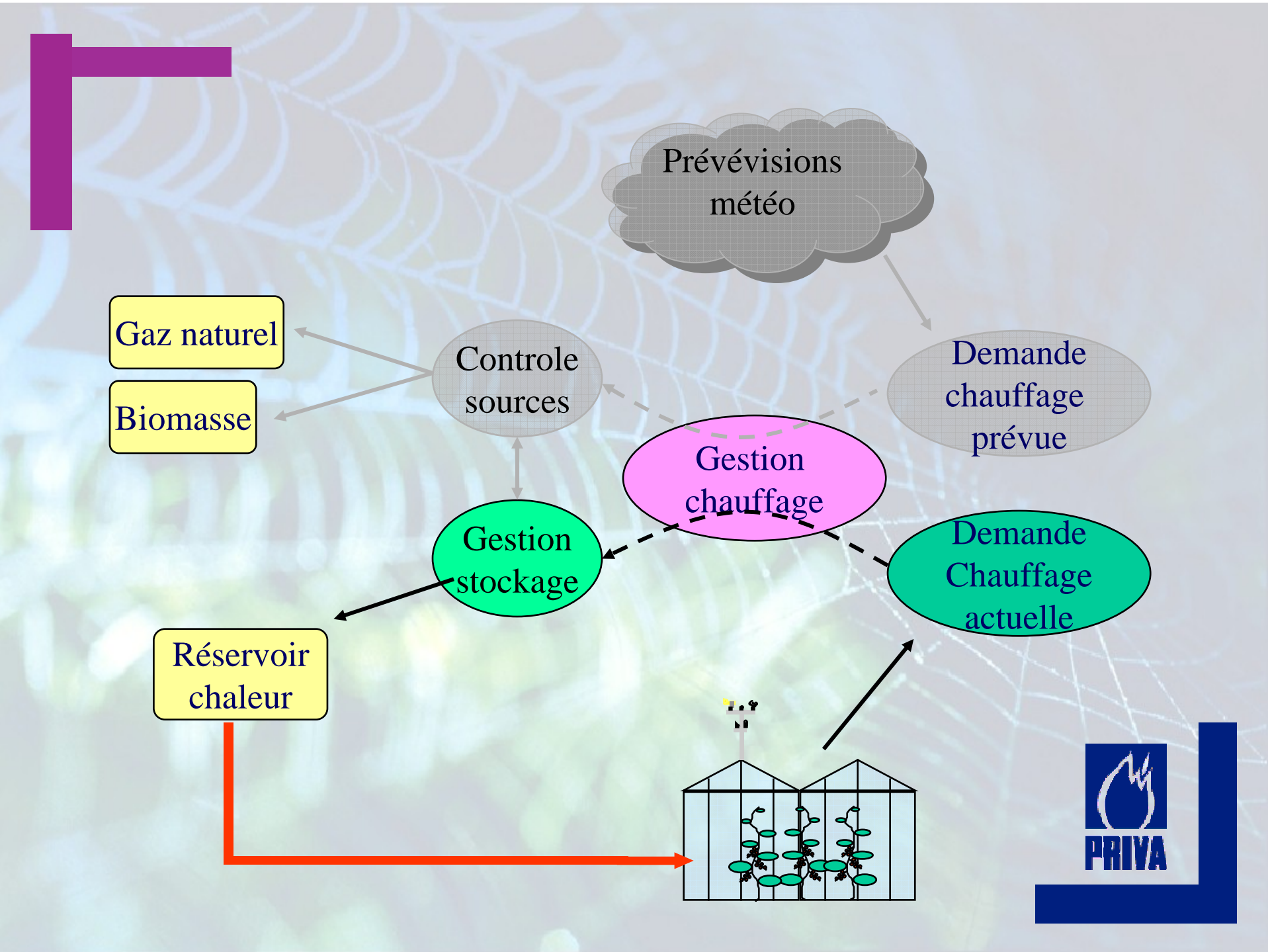
Gestion du CO₂



Gestion de l'ÉNERGIE







Prévisions météo

Demande chauffage prévue

Gestion chauffage

Demande Chauffage actuelle

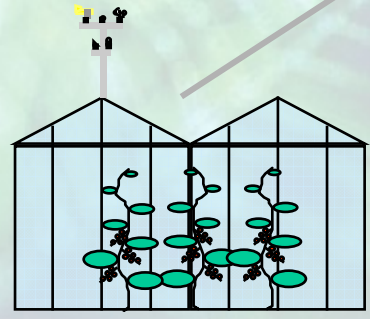
Controle sources

Storage management

Gaz naturel

Biomasse

Réservoir chaleur



Prévisions météo

Demande chauffage prévue

Gestion chauffage

Demande Chauffage actuelle

Stratégie climatique

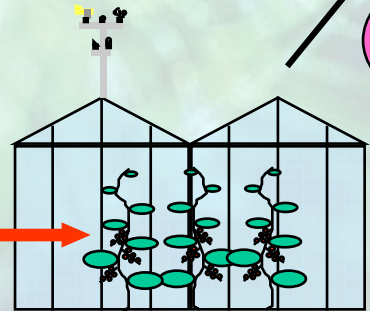
Controle sources

Gestion stockage

Gaz naturel

Biomasse

Réservoir chaleur



MERCI !

Période de questions

Gilles Turcotte, agronome

Marco Rondeau

Vic Mirabella

