

# Innovations énergétiques en serre verre

Alain GUILLOU  
CATE



(programme d'investissement et d'expérimentation réalisé en 2007 dans le cadre d'un pôle d'excellence rural avec l'aide et le concours de l'Etat, du Conseil Régional de Bretagne, du Département du Finistère, de la Communauté de Communes du Pays Léonard, du CERAFEL, du CERAFLOR, De la Chambre d'Agriculture du Finistère, du Crédit Agricole Du Finistère, de l'ADEME)



# Les objectifs du programme

Rechercher une meilleure exploitation de l'énergie solaire captée par la serre :

1) Par un stockage de la chaleur dans le sol le jour, pour une restitution durant la nuit (puits canadien)

2) Par une gestion séparée de la température de l'air et de l'hygrométrie (déshumidification)

3) Par un transfert de la chaleur captée le jour dans l'eau, pour un stockage et une réutilisation de l'énergie à court terme (serre semi fermée : chauffage, refroidissement, déshumidification)



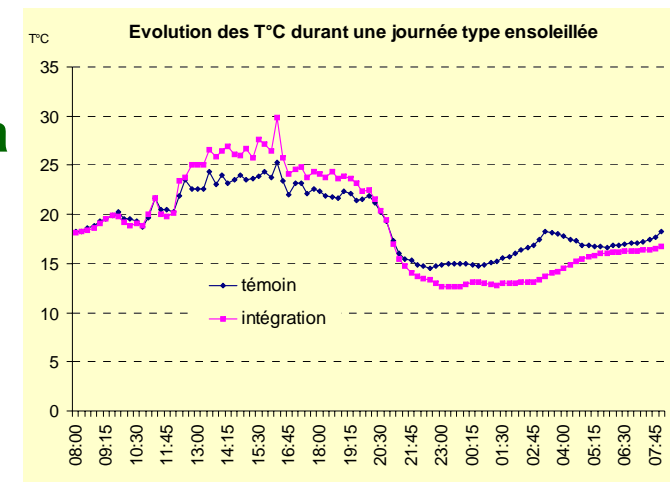
# Equipements complémentaires et conduites culturelles observées (1/2)

- ▶ Mise en place des conduites dans 4 compartiments identiques, présentant la même exposition climatique (surface de 500 m<sup>2</sup>, hauteur de poteau de 5 m)
- ▶ Découplage de la production de chaleur et des besoins de chauffage par un stockage d'eau de type « open buffer »
- ▶ Augmentation de la capacité du chauffage localisé afin de chauffer une zone préférentielle à proximité des plantes (double réseau de végétation)



# Equipements complémentaires et conduites culturales observées (2/2)

- ▶ Equipement de l'ensemble des compartiments avec des écrans thermiques (toiles de type LS 10 ultra)
- ▶ Mesure des températures de plante et des températures de fruit, afin d'affiner le pilotage du climat de la serre
- ▶ Définition des consignes climatiques suivant un modèle d'intégration des températures

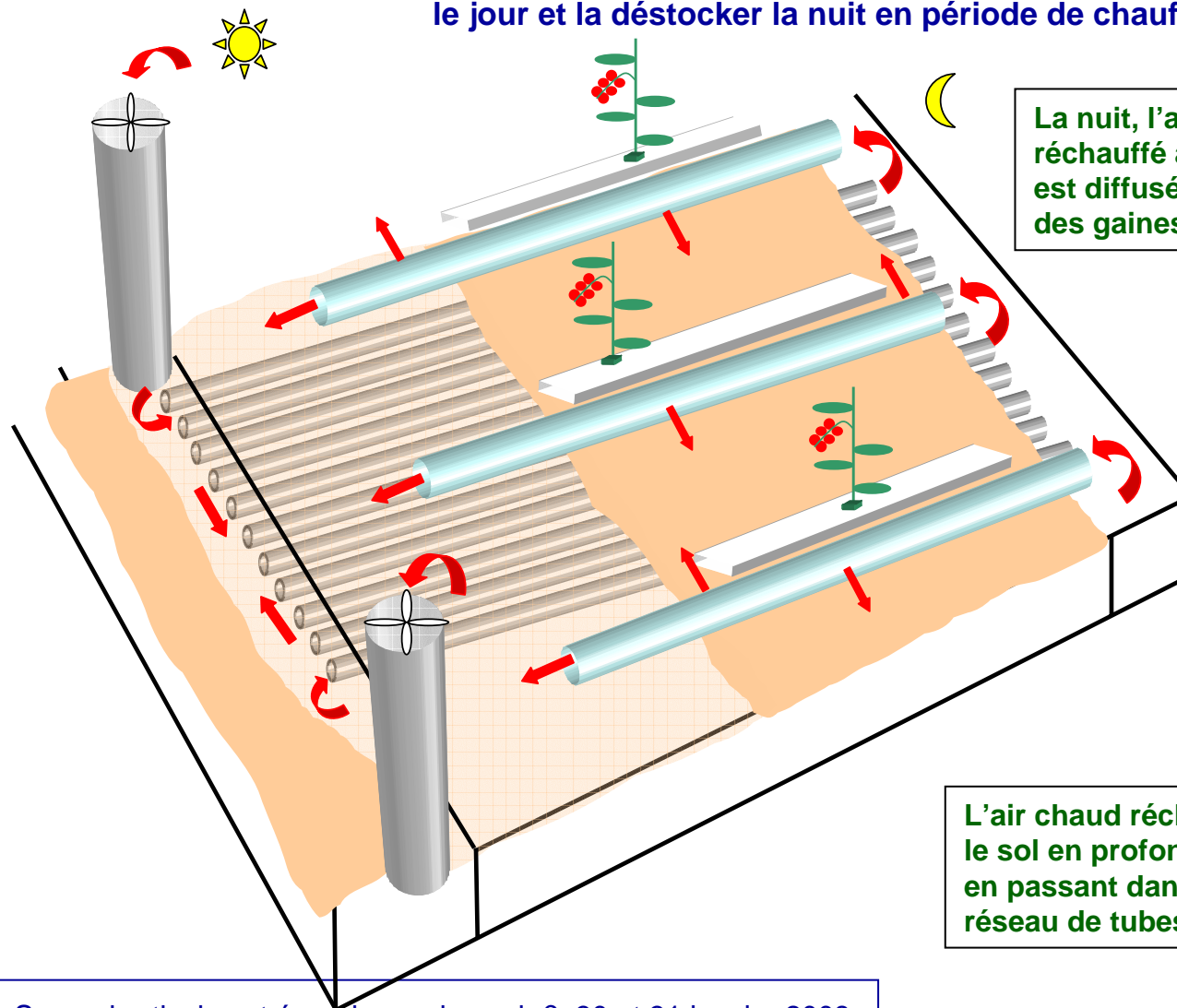




# 1) Stockage de chaleur dans le sol

Aspiration d'air chaud par journées ensoleillées

Tester les performances d'un réseau de canalisations enterrées dans le sol (puits canadien) pour stocker l'énergie solaire captée le jour et la déstocker la nuit en période de chauffage :



Serres horticoles et énergie, quel avenir ? 30 et 31 janvier 2008



# 1) Stockage de chaleur dans le sol

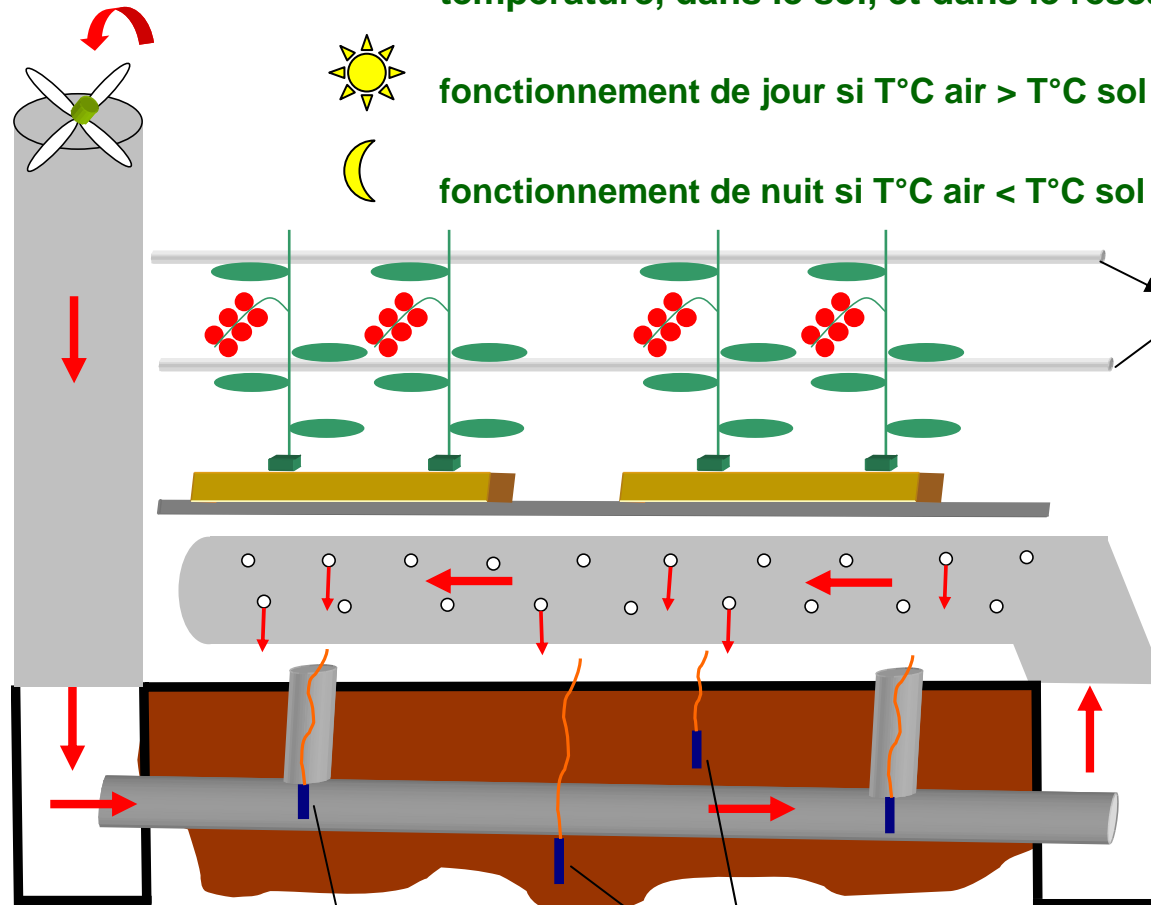
Le pilotage du dispositif est assuré par des sondes de température, dans le sol, et dans le réseau de tubes :



fonctionnement de jour si  $T^{\circ}\text{C air} > T^{\circ}\text{C sol}$  et  $T^{\circ}\text{C air} > T^{\circ}\text{C consignée}$



fonctionnement de nuit si  $T^{\circ}\text{C air} < T^{\circ}\text{C sol}$



Chauffage localisé au niveau des plantes devenant prioritaire dans la conduite (double réseau de végétation)

Sonde  $T^{\circ}\text{C}$  air et mesure des débits

Sondes  $T^{\circ}\text{C}$  sol (30 et 60 cm)



# 1) Dispositif expérimental



Aspiration de l'air en partie haute de la serre (ventilateur et gaine)

Réseau enterré de tubes PVC servant d'échangeur avec le sol (24 tubes de diamètre 200mm, soit une surface d'échange de 410 m<sup>2</sup> pour 500 m<sup>2</sup> de serre)



Distribution en surface par des gaines perforées placées sous les gouttières de culture



# 1) Résultats attendus

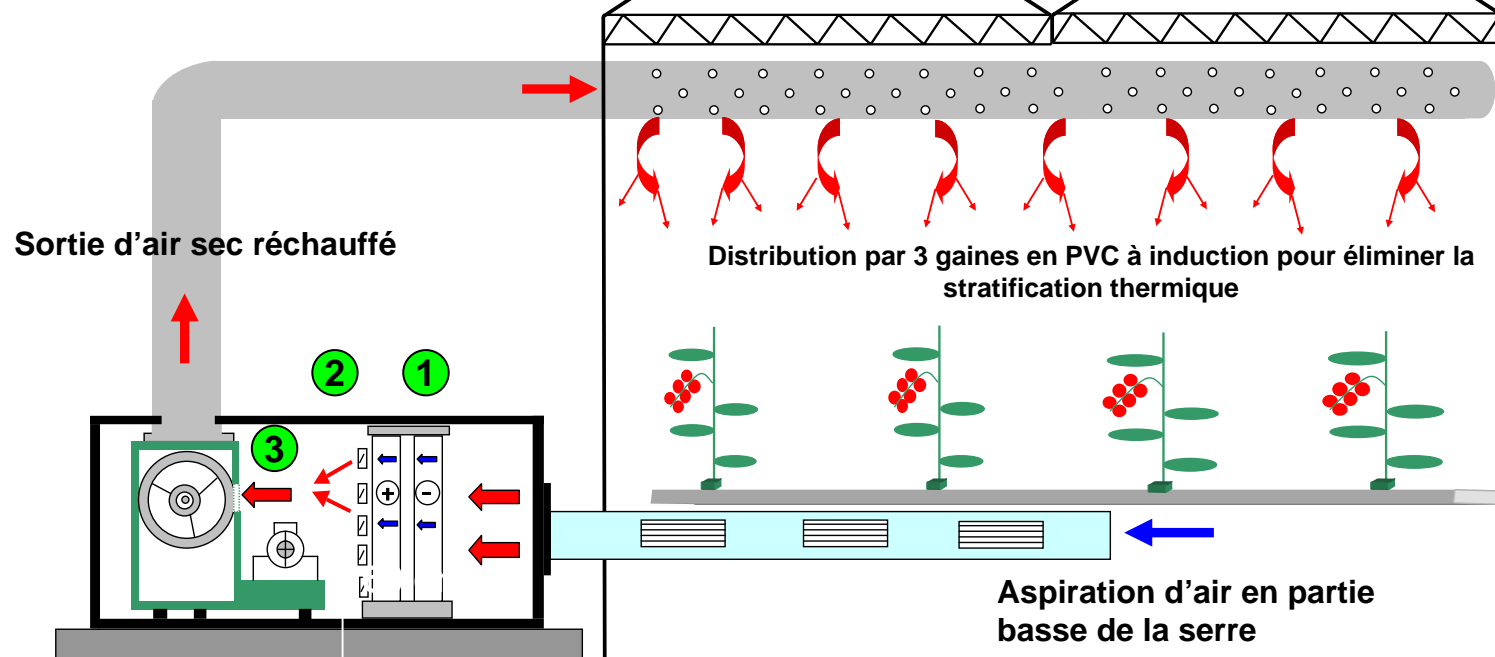
- ▶ **Economie d'énergie possible de l'ordre de 20 %**
- ▶ **Nécessité de bien dimensionner les ventilateurs, les circuits d'échange et de distribution pour limiter le plus possible la consommation électrique (bilan énergétique à établir)**
- ▶ **Chauffage localisé par le double réseau de végétation devenant prioritaire afin de limiter la consommation du réseau tubes rails**
- ▶ **La restitution du « puits canadien » doit pouvoir assurer le complément de chaleur**
- ▶ **Comparaison des résultats avec une conduite témoin, afin d'estimer l'influence d'une conduite favorisant une distribution de la chaleur par air pulsé (importance des températures de plante)**





## 2) Déshumidification

20 à 30 % de l'énergie consommée est utilisée pour déshumidifier la serre, en chauffant et en aérant. La solution envisagée consiste à gérer séparément le besoin en température de l'hygrométrie, par l'utilisation d'un déshumidificateur de type thermodynamique :



L'énergie extraite lors du refroidissement sert au réchauffement

- 1 L'air est refroidi par évaporation
- 2 La vapeur d'eau contenue dans l'air se condense
- 3 L'air est réchauffé

## 2) Dispositif expérimental



Aspiration de l'air  
en partie basse  
de la serre (gaine  
de 560 mm)

Déshumidificateur  
simple flux ETT 185  
SF/H permettant  
d'évacuer 23 kg  
d'eau par heure



Distribution par 3 gaines en  
PVC perforées à induction  
en partie haute de façon à  
éliminer la stratification  
thermique

## 2) Résultats attendus

- ▶ **Diminuer l'aération, et donc limiter les déperditions thermiques**
- ▶ **Utiliser l'écran thermique de façon plus intensive (son utilisation en région ouest étant actuellement limitée du fait d'une hygrométrie trop élevée)**
- ▶ **Du fait d'un air plus sec et plus chaud en sortie, la déshumidification peut contribuer au réchauffement de la serre (bilan énergétique à établir)**
- ▶ **Limiter les problèmes de condensation le matin, et donc limiter les risques de botrytis**
- ▶ **Comparaison des résultats avec une conduite témoin, afin d'estimer l'influence de la technique sur le comportement des plantes**



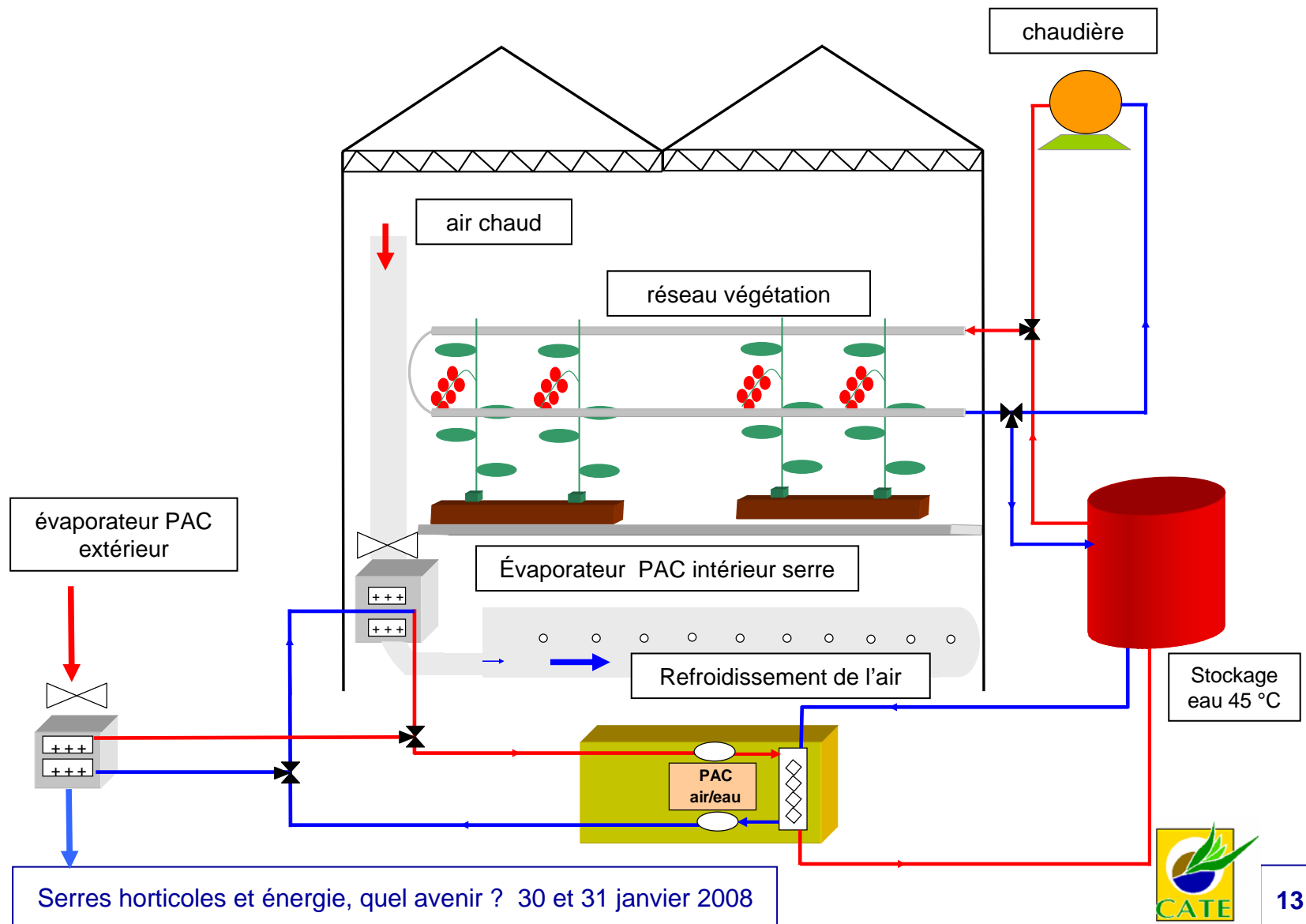
### 3) Serre semi fermée

- ▶ **Transférer l'énergie captée le jour dans de l'eau, afin de la réutiliser la nuit lorsqu'il y a un besoin de chauffage. La technique présente donc un intérêt dans des périodes intermédiaires (printemps, automne)**
- ▶ **Le premier objectif est de diminuer la consommation d'énergie. Le refroidissement de jour, et la déshumidification restent des objectifs secondaires**
  - **Les échanges sont assurés par une pompe à chaleur de type air/eau**
  - **Par journées ensoleillées, la chaleur captée dans l'air de la serre est transmise à l'eau, et l'air de la serre est refroidi**
  - **La nuit, en fonction de sa température, l'eau chaude peut être envoyée dans le réseau de chauffage « tubes végétation »**





# 3) Serre semi fermée



Serres horticoles et énergie, quel avenir ? 30 et 31 janvier 2008



## 3) Résultats attendus

- ▶ **Circuits d'échange et volumes d'eau dimensionnés de façon à assurer 30 à 40 % de l'apport en énergie, l'apport complémentaire est assuré par un système de chauffage classique (bilan énergétique à établir)**
- ▶ **L'intérêt est de pouvoir assurer un réchauffage suffisant, permettant une réutilisation de nuit dans le réseau tubes de végétation**
- ▶ **Climat propice en région Ouest du fait d'un besoin de chauffage nocturne même en été**
- ▶ **L'économie d'énergie reste prioritaire, mais la limitation de l'aération en période diurne pourrait améliorer les performances agronomiques (températures plus basses, hygrométrie plus élevée, meilleure valorisation du CO<sub>2</sub>)**



# Conclusions

- ▶ **Techniques faisant intervenir une distribution de la chaleur par air pulsé**
- ▶ **Influences à mesurer sur le comportement des plantes :**
  - T°C plantes et fruits → précocité, productivité, maladies...
  - → Conduites climatiques à adapter afin de maintenir le niveau des performances agronomiques
  - → Matériel végétal adapté
- ▶ **Résultats attendus sur les transferts aérauliques dans les serres (notamment pour cultures palissées)**

