

Les Rencontres du Végétal

- 6e édition -

Analyse des paramètres climatiques, écophysiologicals et énergétiques à l'intérieur d'une serre de production ornementale à double paroi gonflable en présence d'un système à déshumidification

C. Migeon, A. Pierart, A. Travers, D. Lemesle, G. Chassériaux



UP EPHOR



l'esprit grand ouvert



Groupe Chauvin



DIMAC horticulture



Introduction

Contexte

La gestion du climat sous serre

- forte consommation énergétique
- poste de dépense important

Le renchérissement du coût des énergies impose

- une meilleure gestion du système serre

L'introduction de serres plus étanches et bien isolées conduit à

- ↪ la réduction des échanges avec l'air extérieur « sec »
 - ↪ des niveaux d'humidité très (trop) élevés
 - ↪ des problèmes sanitaires

Il est alors nécessaire de déshumidifier la serre

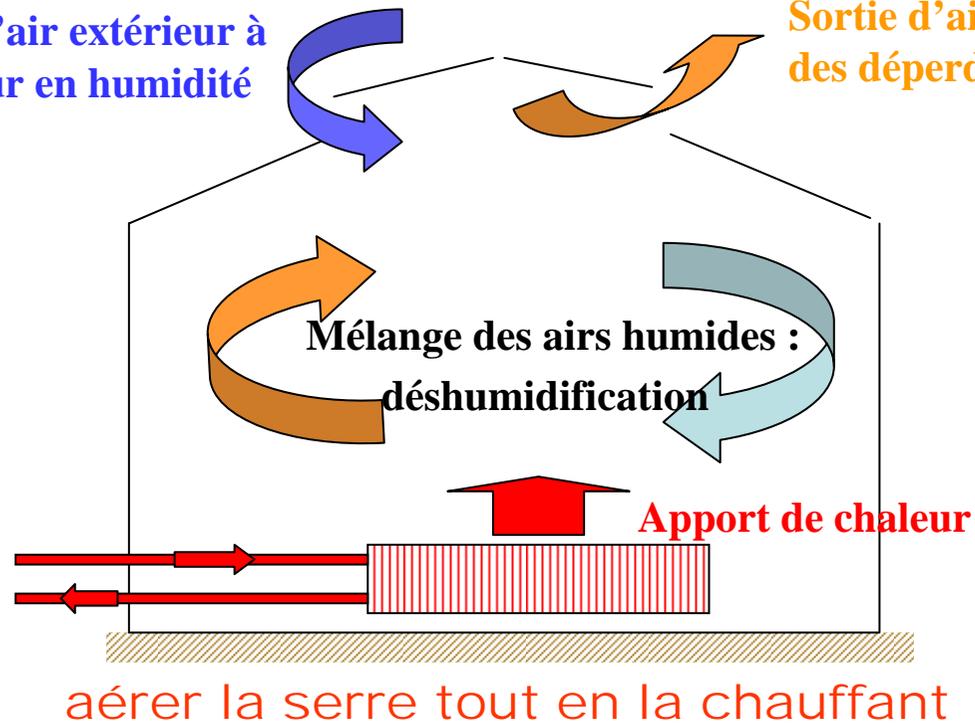
Contexte

La déshumidification par aération-chauffage

- procédé principalement utilisé en serres de production

Entrée de l'air extérieur à faible teneur en humidité

Sortie d'air humide. Augmentation des déperditions thermiques



Introduction

Contexte

La déshumidification par aération-chauffage (en hiver)

- difficilement supportable au niveau économique
- peu acceptable au plan environnemental

Il est nécessaire d'envisager des solutions durables pour déshumidifier

Problématique

Comment déshumidifier efficacement les serres en hiver sans surcoût énergétique prohibitif ?

Quelles doivent être les améliorations de l'outil de production?

(pas de remise en cause des technologies des serres mais proposer des adaptations)

Introduction

Programme PLANTINOV'SER (2009-2012)

Innovation végétale et agro-système serre économe en énergie

Conception/réalisation d'une PAC 'multifonction' (2009)

- déshumidification par condensation (fonction principale)
- PAC classique (fonction secondaire en appui du chauffage)

Expérimentation en serre de production pilote (2010 à ...)

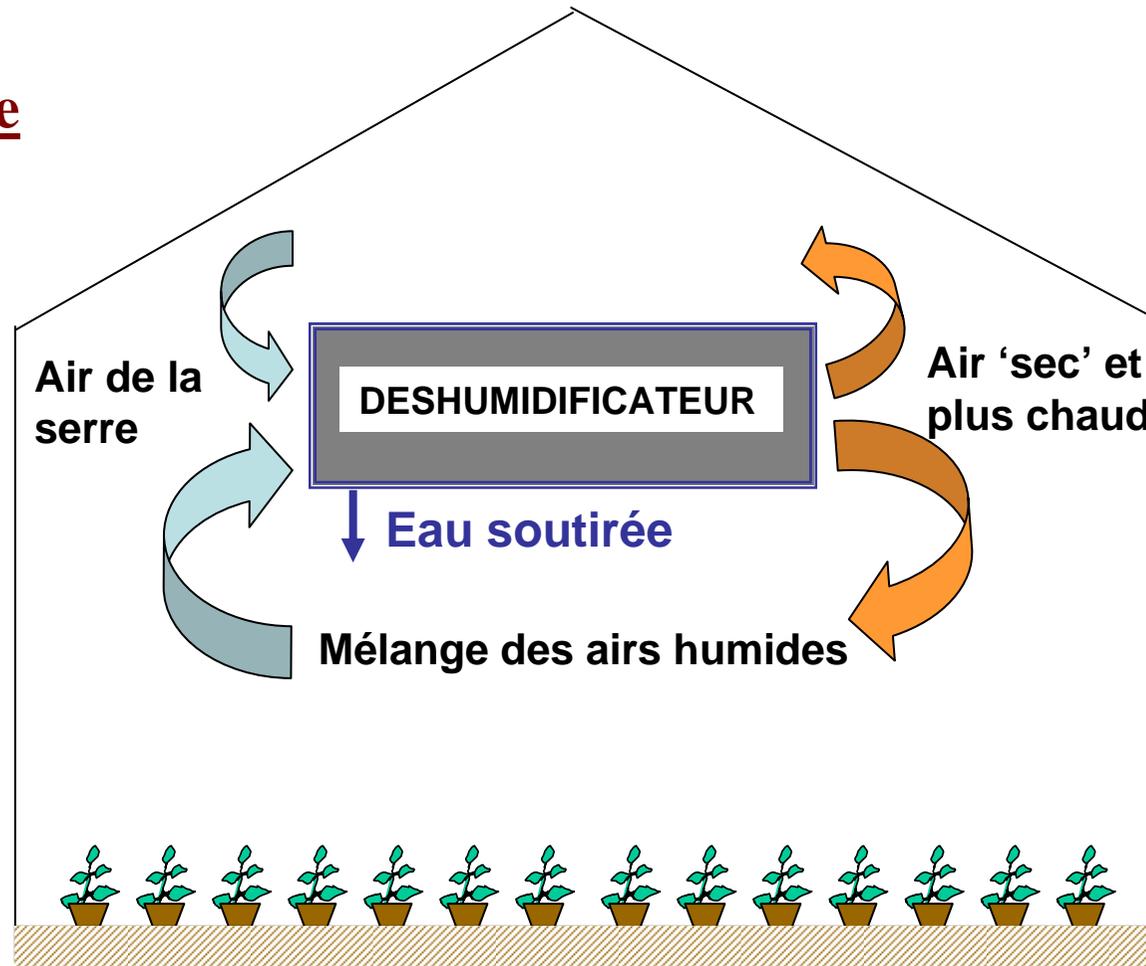
Présentation des résultats de 2010 (déshumidification)

Plan de l'exposé

- 1- La déshumidification par condensation**
- 2- Instrumentation/caractérisation de la PAC**
- 3- Caractérisation du climat de la serre**
- 4- Performance énergétique de la PAC**
- 5- Conclusion**

1- La déshumidification par condensation

Principe

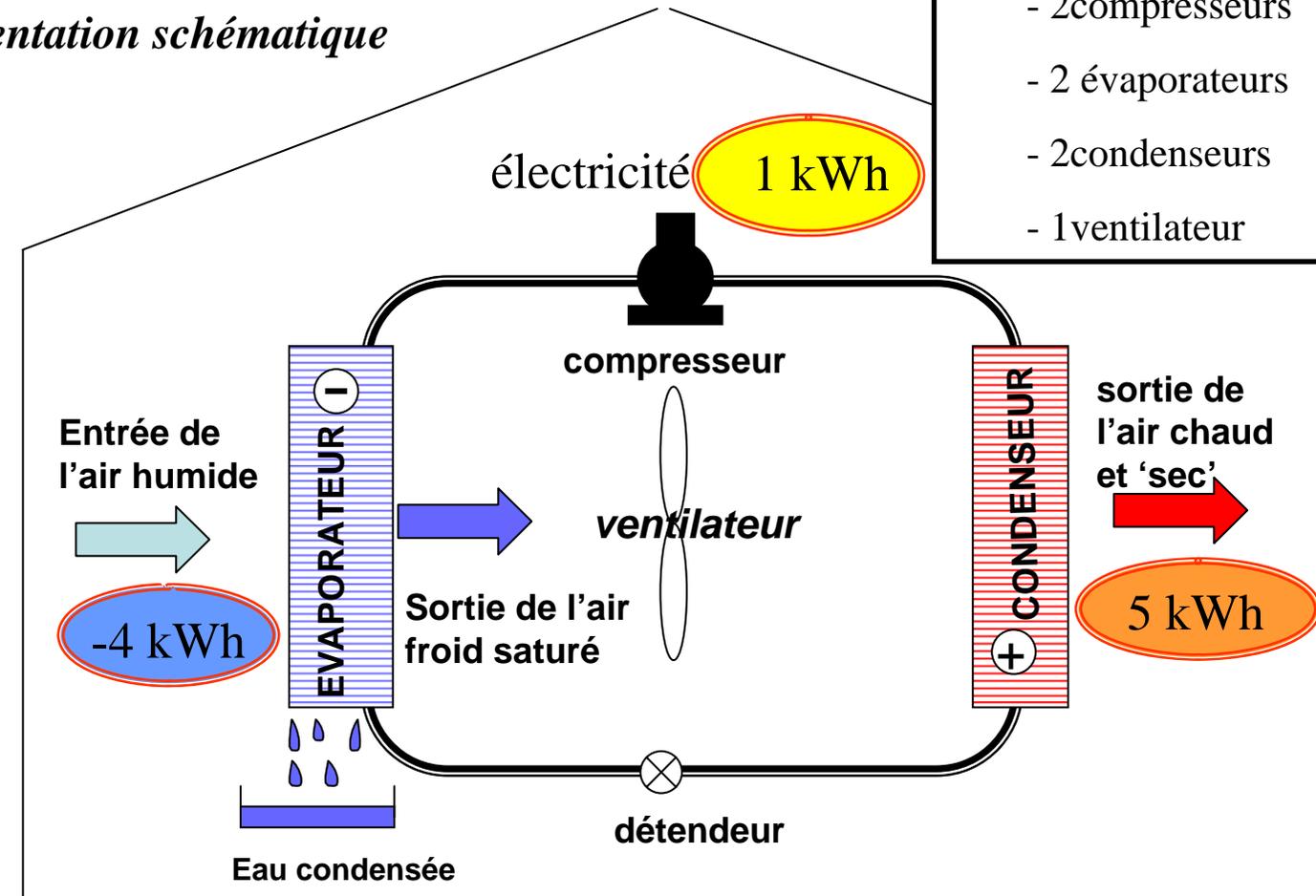


Le déshumidificateur agit en convertisseur de chaleur latente en chaleur sensible (lorsque l'on soutire de la vapeur d'eau l'air s'échauffe, il se refroidit si on en rajoute (brumisation),

1- La déshumidification par condensation

La pompe à chaleur à déshumidification

Représentation schématique



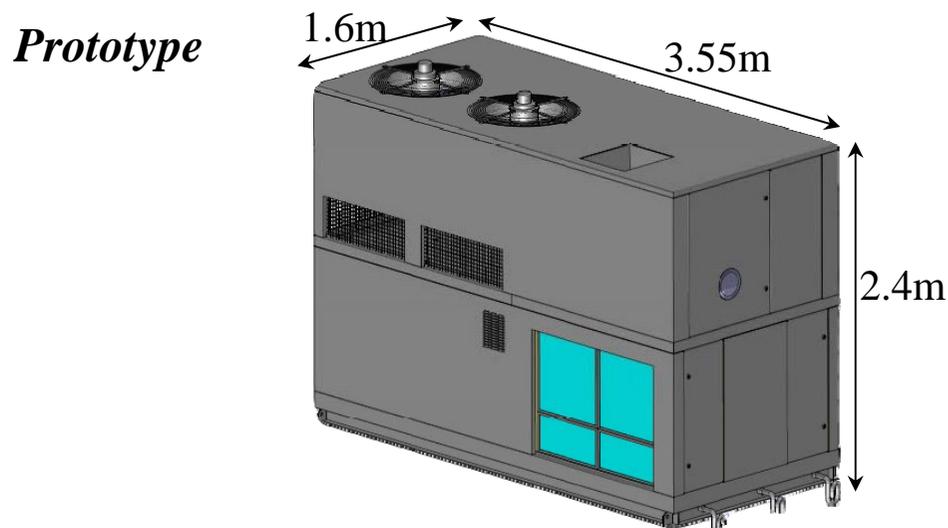
Prototype constitué de :

- 2 compresseurs
- 2 évaporateurs
- 2 condenseurs
- 1 ventilateur

(représentation avec rendement thermodynamique de la PAC supposé égal à 5)

1- La déshumidification par condensation

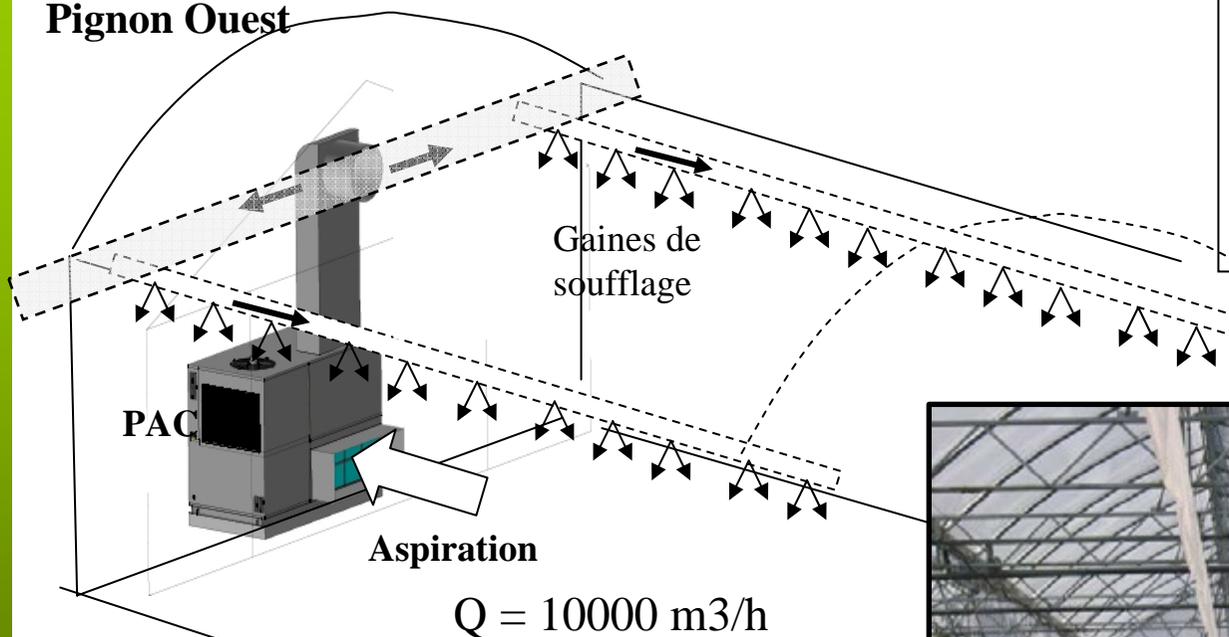
La pompe à chaleur à déshumidification



1- La déshumidification par condensation

Positionnement de la PAC dans une serre de production

Pignon Ouest



Serre 'Chauvin'

Surface : 2 300 m²

Double paroi gonflable

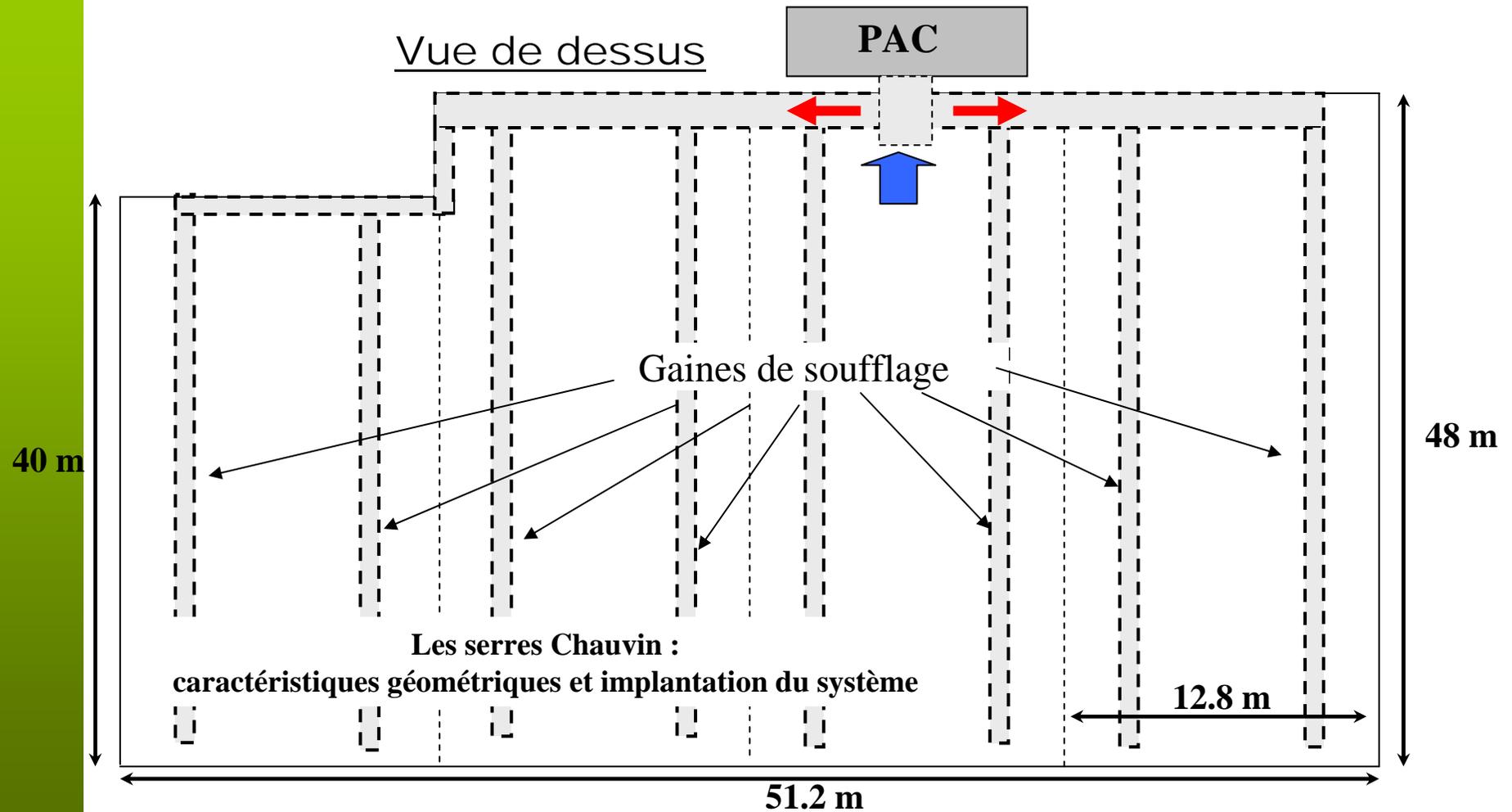
Chauffage au sol

irrigation : nappe au sol



1- La déshumidification par condensation

Positionnement de la PAC dans une serre de production



1- La déshumidification par condensation

Conduite de la culture en présence de la PAC

Période de mesure : *mars à Juin 2010 (résultats présentés pour Mars 2010)*

Plantes cultivées : *Hortensia (5plants /m² ; LAI = 1.86 ; hauteur = 35cm)*

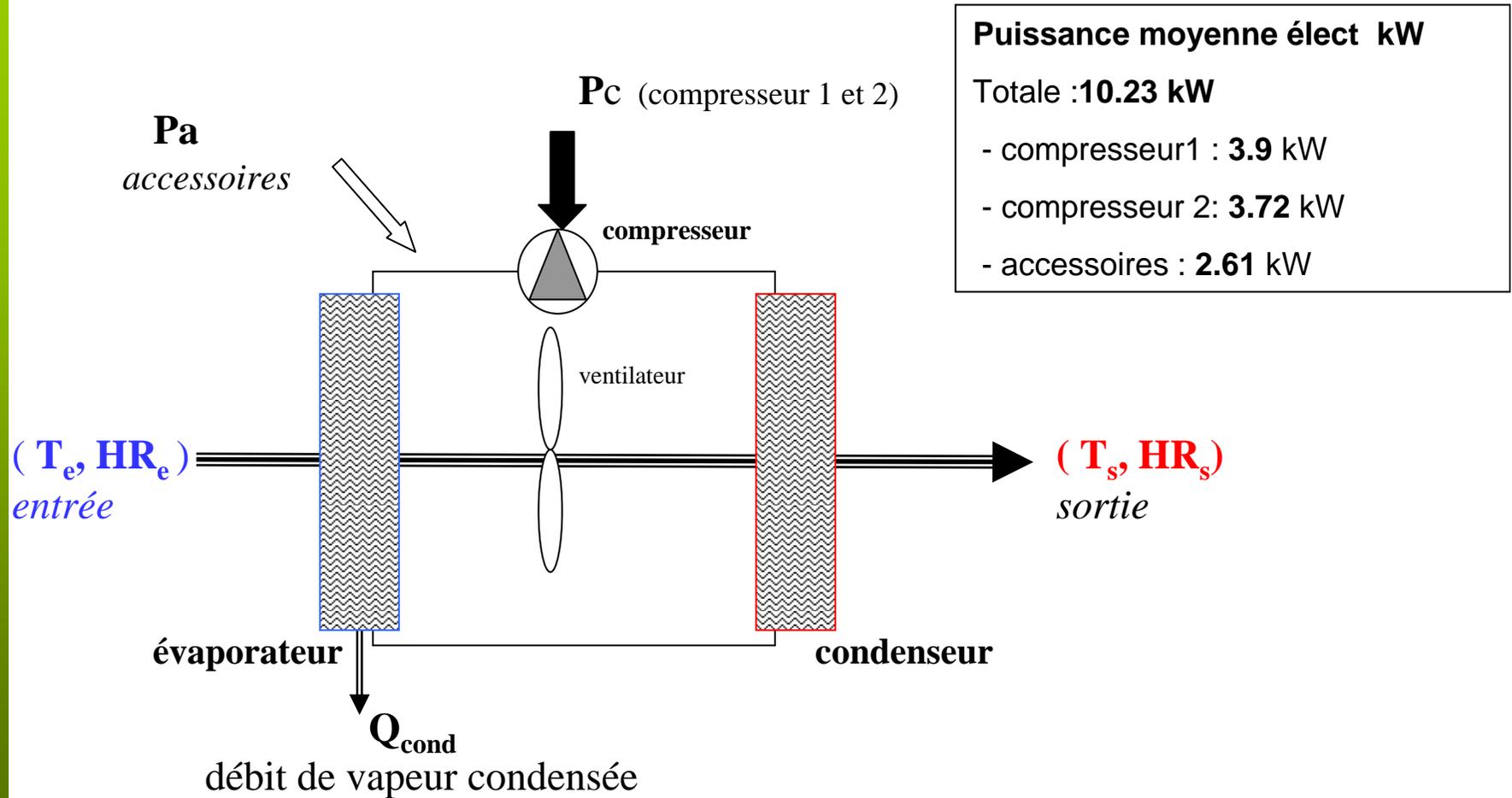
Température de consigne : *17°C (chauffage)*

Déficit de saturation de consigne : *3 g/m³ (PAC)*



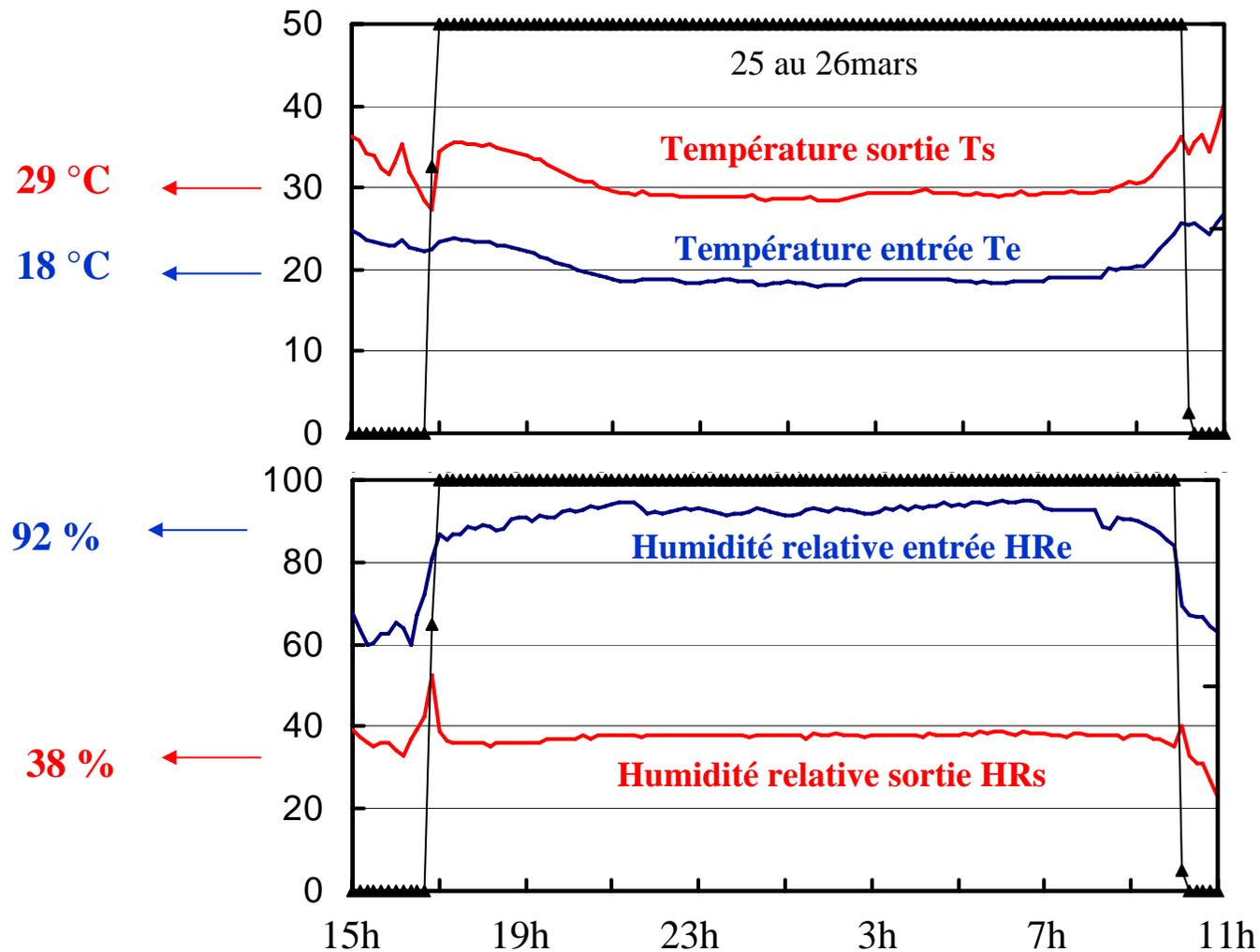
2- Instrumentation/caractérisation de la PAC

Grandeurs mesurées au niveau de la PAC



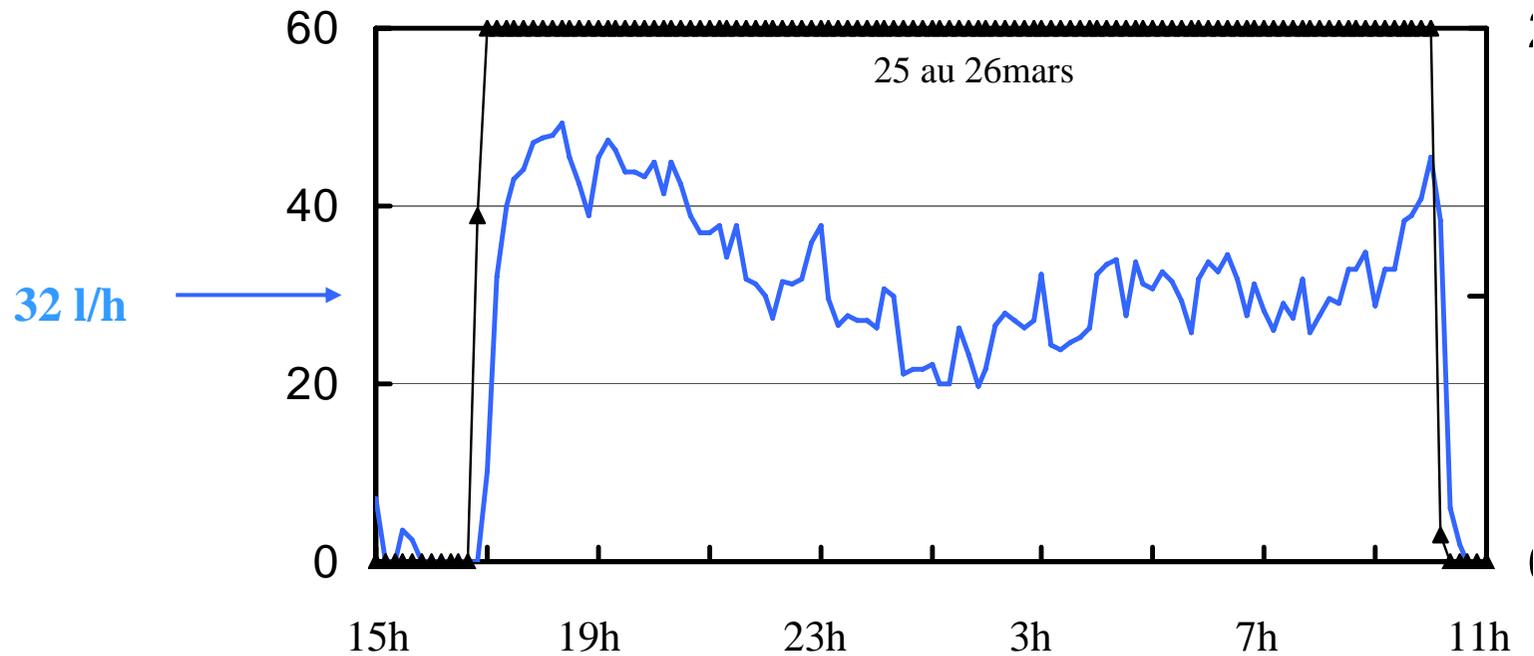
2- Instrumentation/caractérisation de la PAC

Caractéristique de l'air à l'entrée et la sortie de la PAC



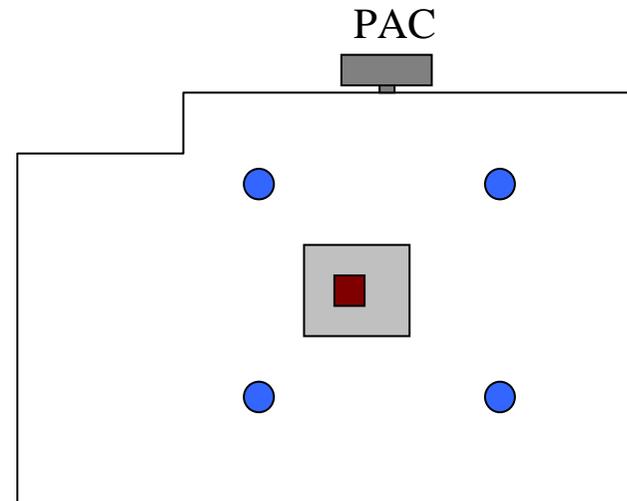
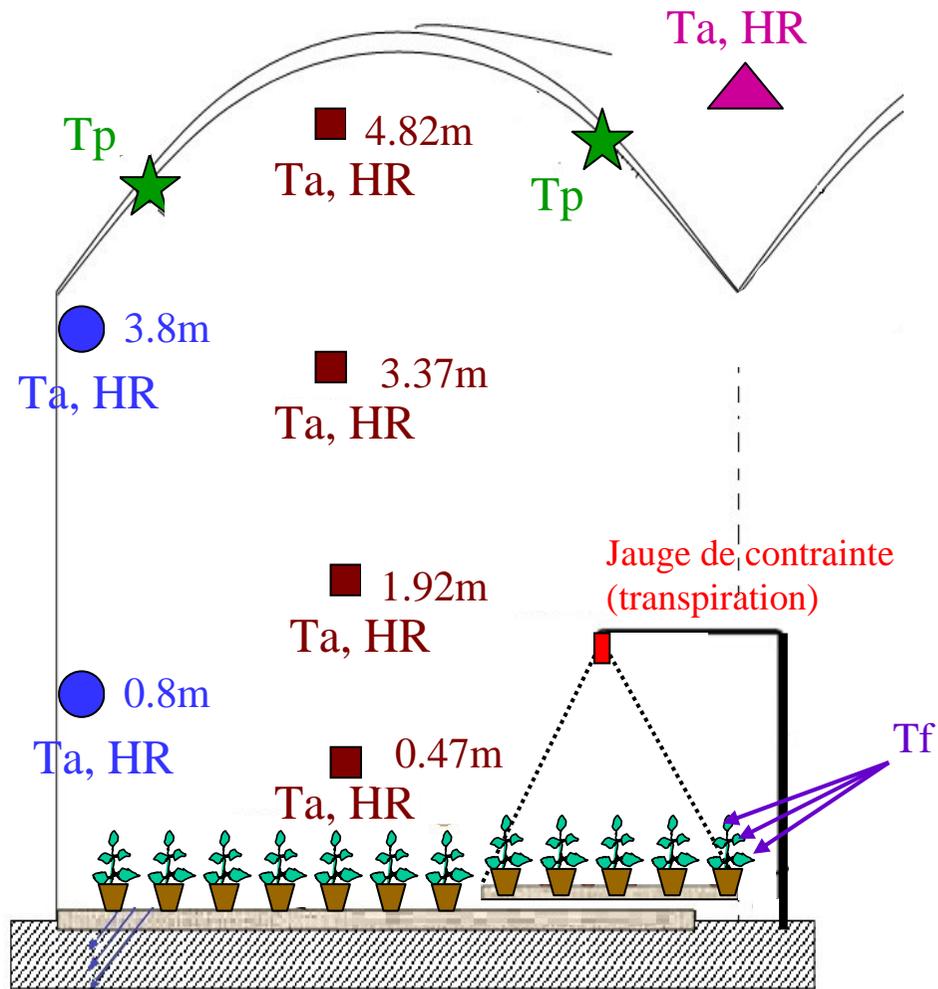
2- Instrumentation/caractérisation de la PAC

Débit d'eau condensée mesuré



3- Caractérisation du climat

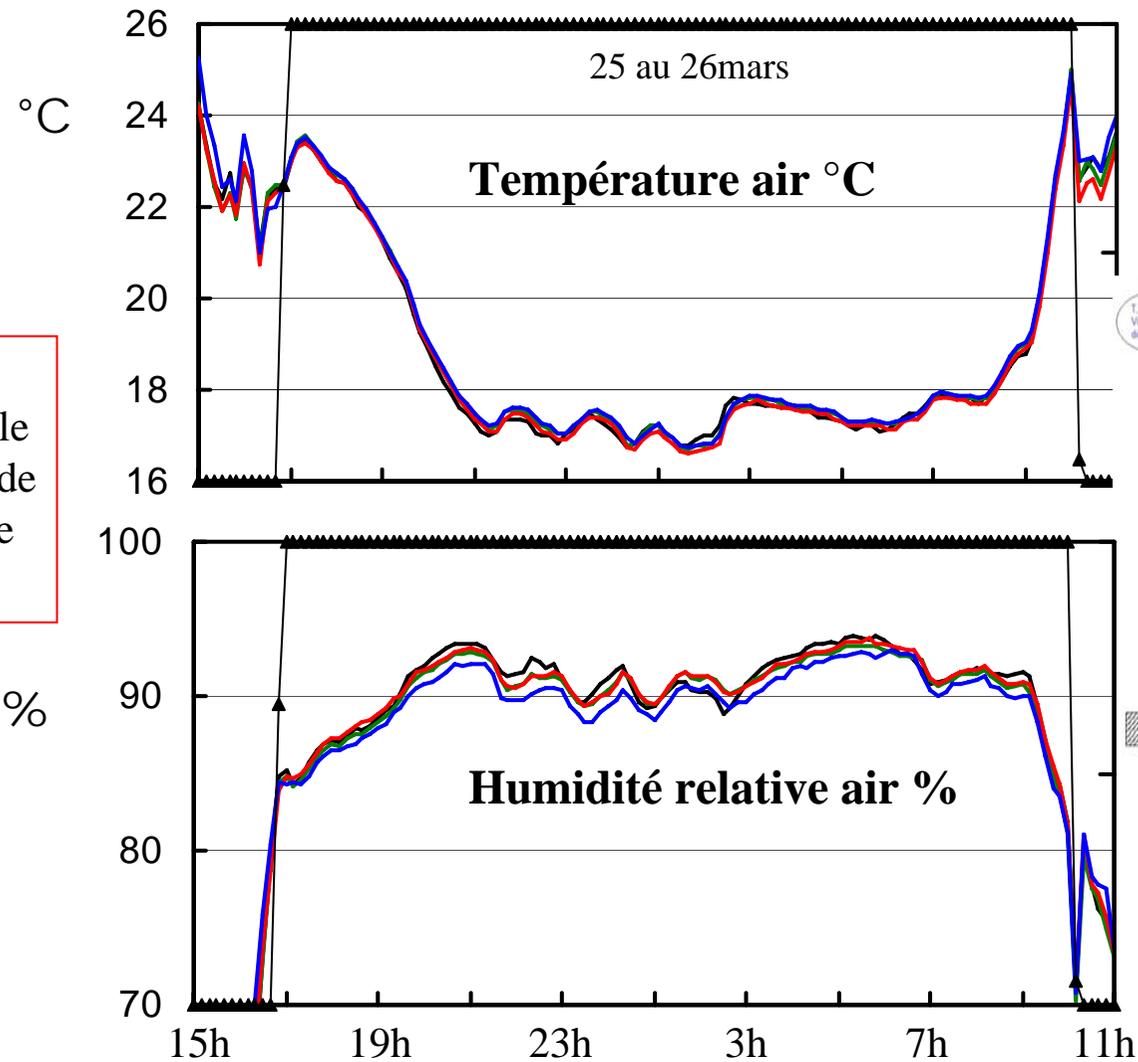
Instrumentation de la serre



3- Caractérisation du climat

Caractérisation verticale du climat

Il n'existe pas de stratification verticale de la température et de l'humidité au centre de la serre



● 4.82m

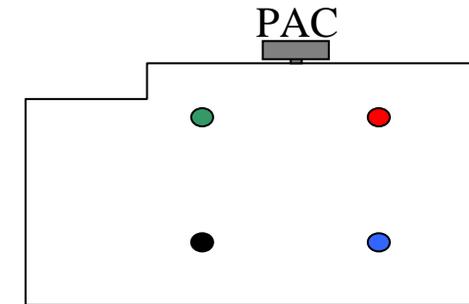
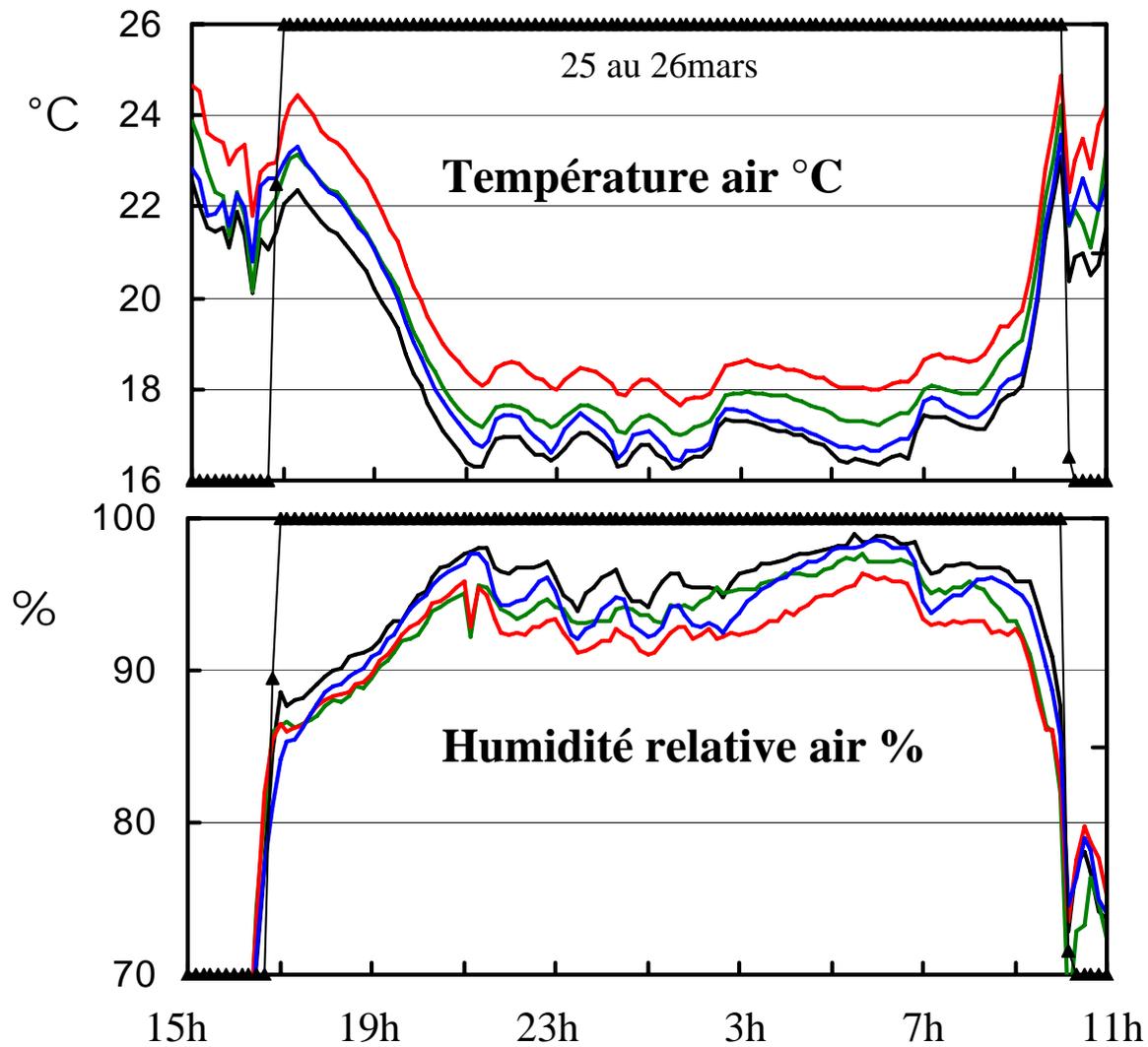
● 3.37m

● 1.92m

● 0.47m

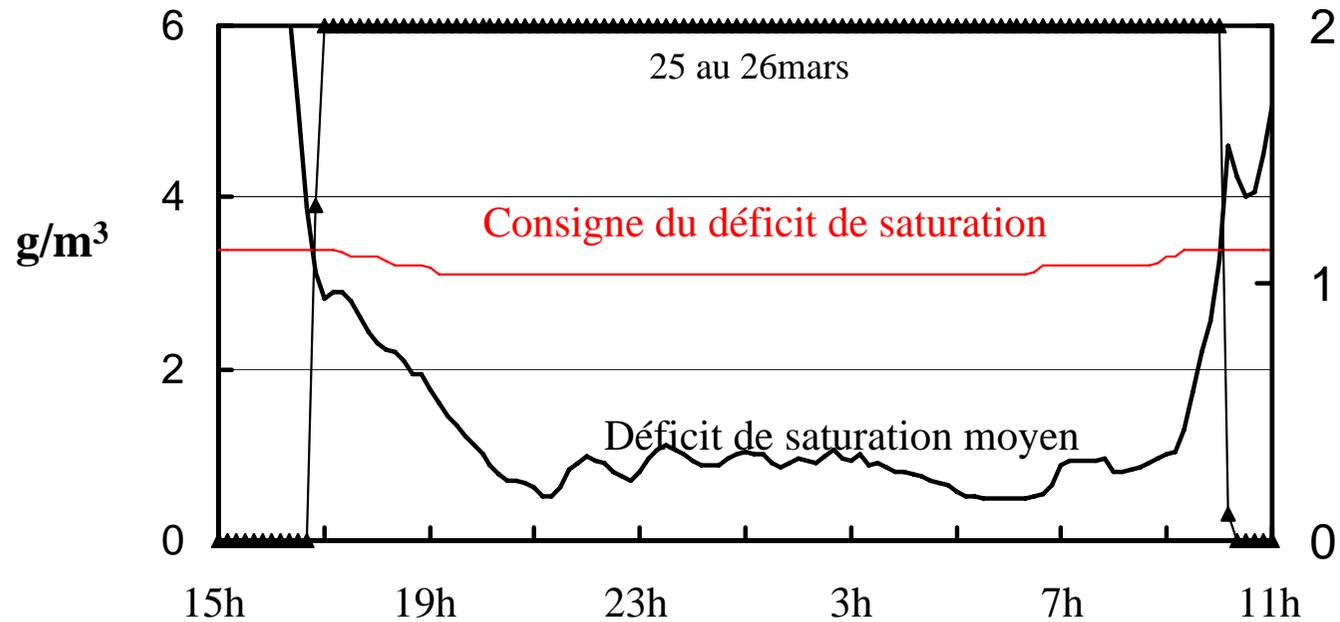
3- Caractérisation du climat

Caractérisation horizontale du climat



3- Caractérisation du climat

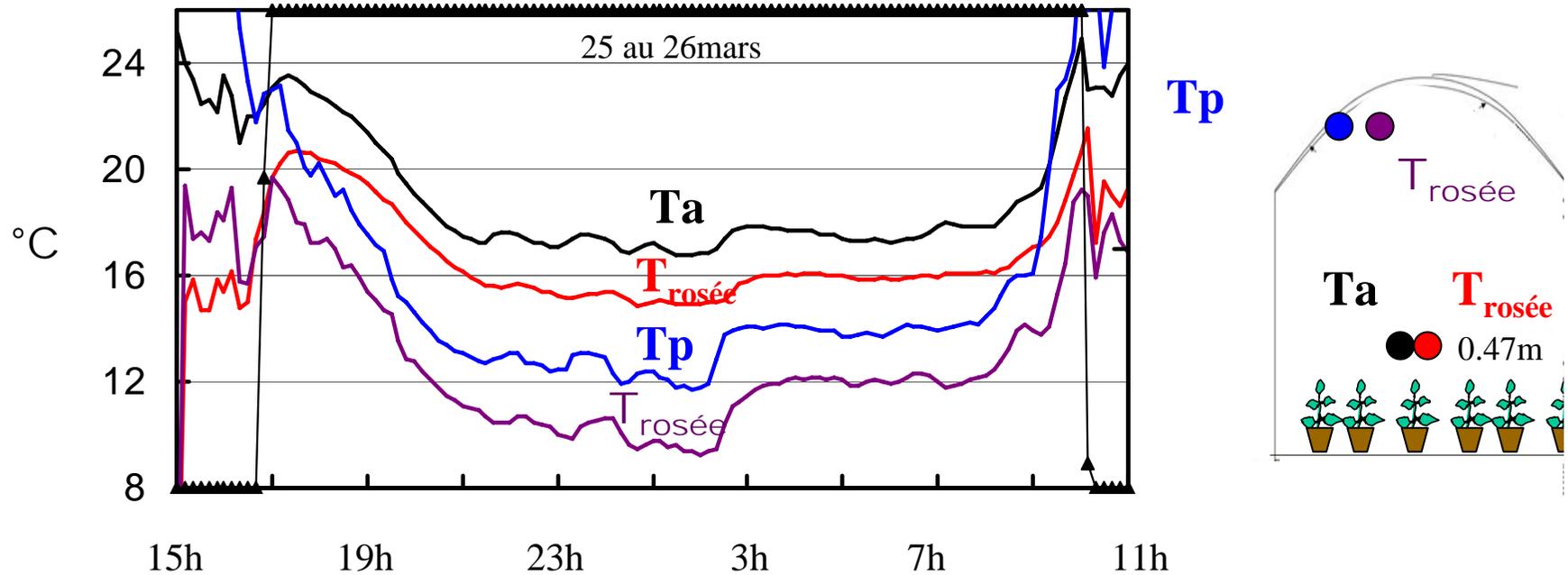
Déficit de saturation moyen



Le déficit de consigne n'est pas maintenu

3- Caractérisation du climat

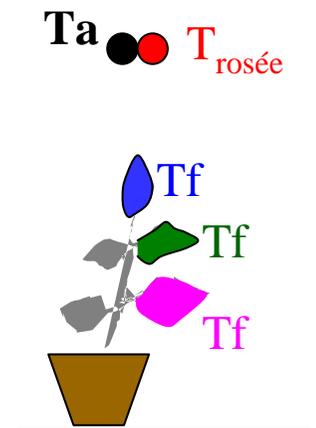
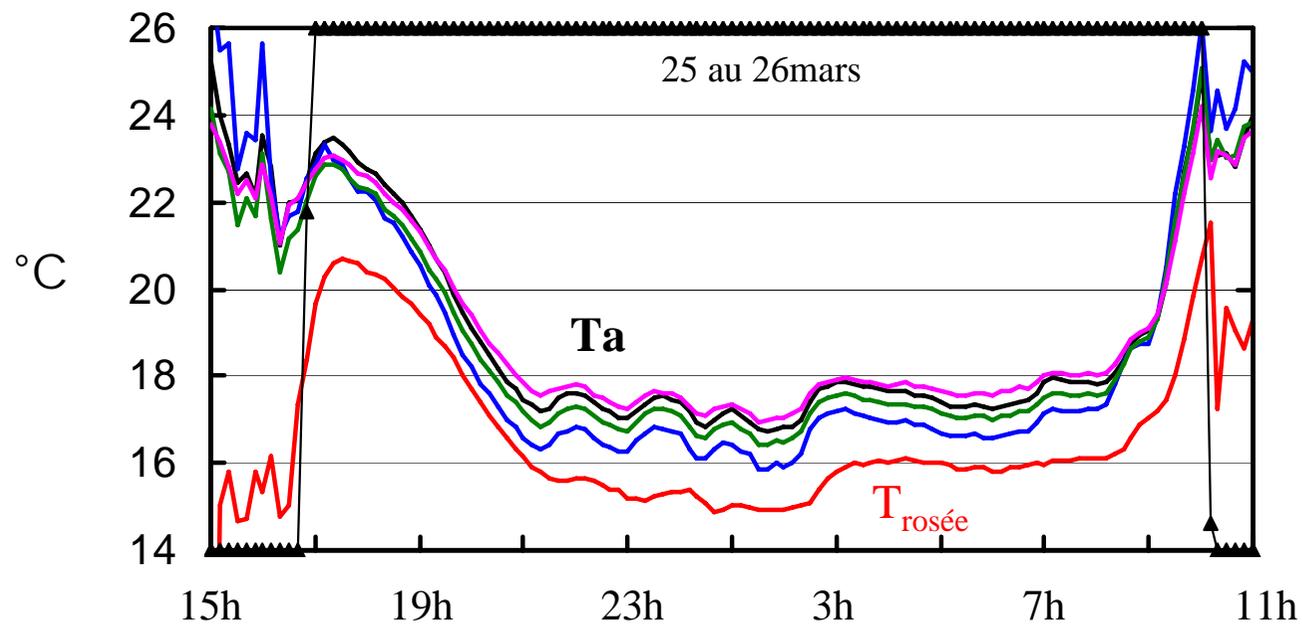
Températures de rosée, de paroi et d'air



Il n'existe pas de point de rosée sur la paroi

3- Caractérisation du climat

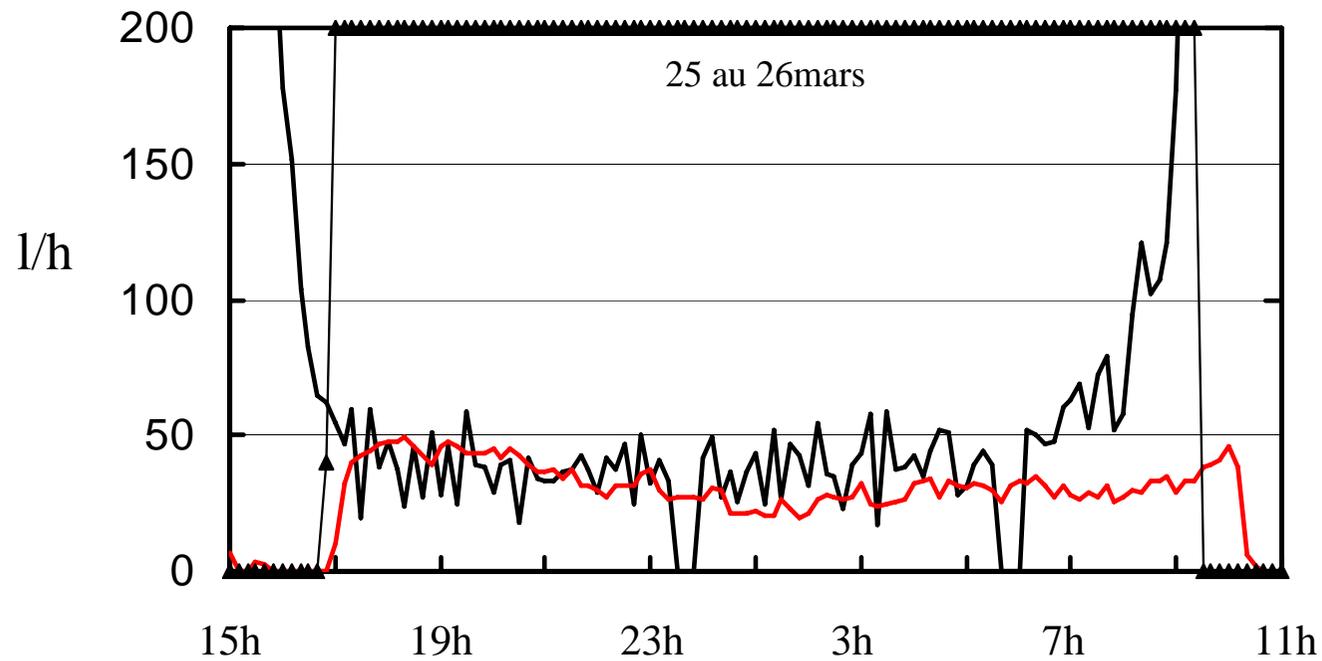
Températures de rosée, d'air et de feuille



Le point de rosée n'est jamais atteint au niveau du couvert végétal

3- Caractérisation du climat

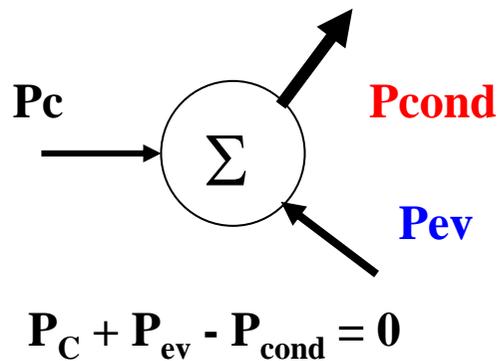
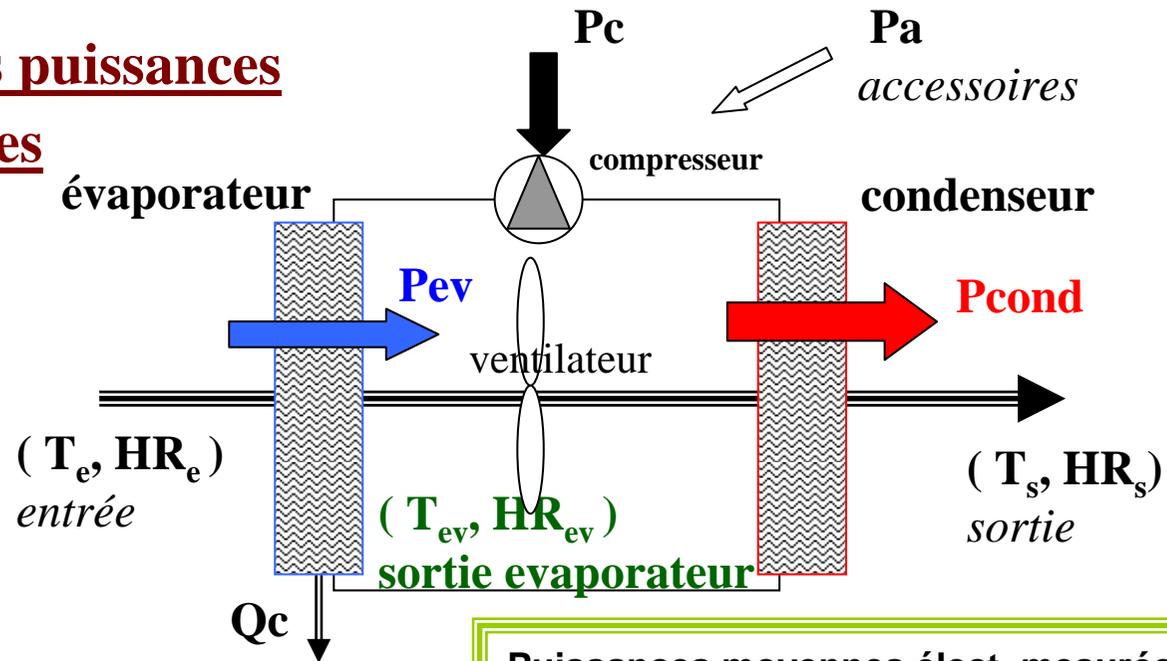
Comparaison débit condensé /débit évapotranspiré



Le débit condensé s'équilibre avec l'évapotranspiration

4- Performance énergétique

Calcul des puissances thermiques



Puissances moyennes élect mesurées

$$P_c = 7.6 \text{ kW}$$

$$P_a = 2.6 \text{ kW}$$

$$P_t = 10.2 \text{ kW}$$

Puissances moyennes thermiques calculées

$$P_{ev} = 45 \text{ kW}$$

$$P_{cond} = 52.5 \text{ kW}$$

4- Performance énergétique

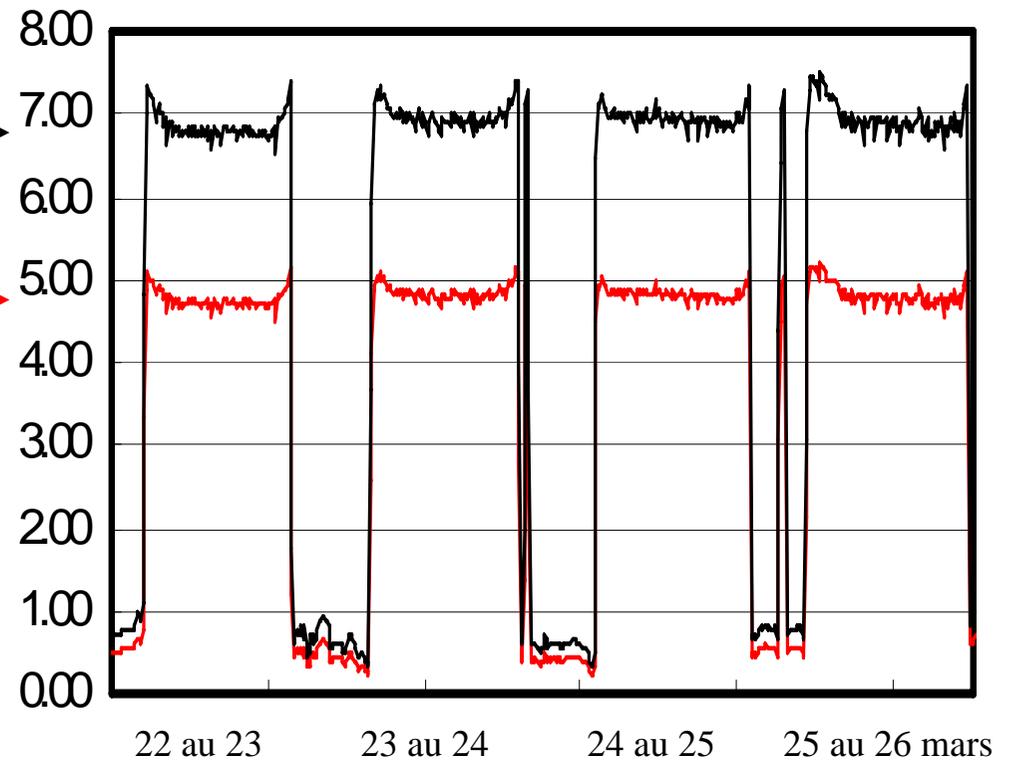
Calcul des rendements

*Rendement thermodynamique
de la PAC*

$$P_{cond} / P_c = 6.9$$

Rendement énergétique global

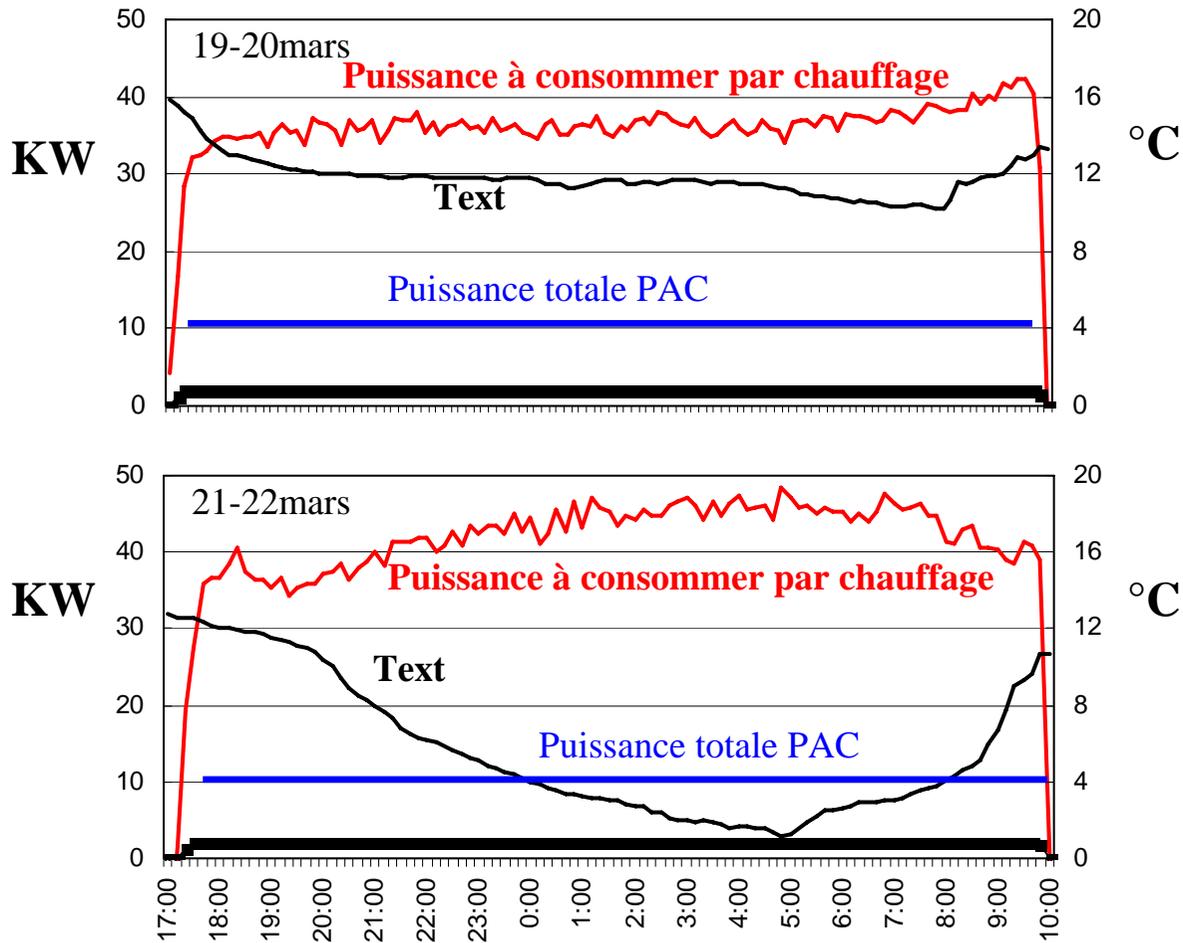
$$P_t / P_c = 4.8$$



Rendement de déshumidification : 3.2 l/KWh

4- Performance énergétique

Comparaison avec la méthode d'aération-chauffage



La puissance en aération-chauffage est 4 fois plus élevée

5- Conclusion

D'un point de vue énergétique

- puissance faible
- rendements performants
- 4 fois moins énergivore que l'aération-chauffage

D'un point de vue climatique

- déficit de saturation non maintenu
- mais pas de points de rosée
- débit condensé = évapotranspiration de nuit

Automne 2010

Fonctionnement de la PAC en présence de *Cyclamen*

résultats satisfaisants au plan sanitaire et thermique

(le déshumidificateur a pratiquement évité l'utilisation du chauffage (*sol et par aérothermes*)

Le cyclamen est très sensible aux excès d'humidité (peut être considéré comme plante témoin)

5- Conclusion

Perspectives

- Étude du fonctionnement en PAC chauffage
(*détermination de l'évolution des rendements*)
- Compléter les mesures en déshumidification
- Intégration dans le logiciel de pilotage
- Approche économique et environnementale

Les Rencontres du Végétal

- 6e édition -

Merci de votre attention



l'esprit grand ouvert



Groupe Chauvin



DIMAC horticulture

