



Mise en pratique de la démarche qualité énergétique dans le bâtiment

## **WORKSHOP ACLIRSYS 2014**

### **Modélisation et commande des systèmes intégrés pompe à chaleur - stockage**

**Sollicitations dynamiques des systèmes de  
production de froid/chaud sur boucle d'eau pour le  
bâtiment basse consommation (BBC) tertiaire : retours  
d'expériences et perspectives.**

**David CORGIER**  
20 mars 2014

Bureau d'ingénierie  
d'Aide à la décision  
pour Maitrise d'Ouvrage  
et Maitrise d'Œuvre



# Rappel sur le bâtiment BBC

Le bâtiment BBC présente de bonnes performances thermiques au niveau :

- de l'enveloppe (ITE, double vitrage, étanchéité à l'air..) et
- des débits d'air neuf (pilotage sur CO2 et éventuellement récupération d'énergie).
- Des protections solaires optimisées

Par conséquent :

- Les sollicitations des équipements de génération pour un bâtiment BBC, de chaleur et de froid, ne sont plus semblables à celles des autres bâtiments ,

# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP



Avril 2007

Octobre 2007



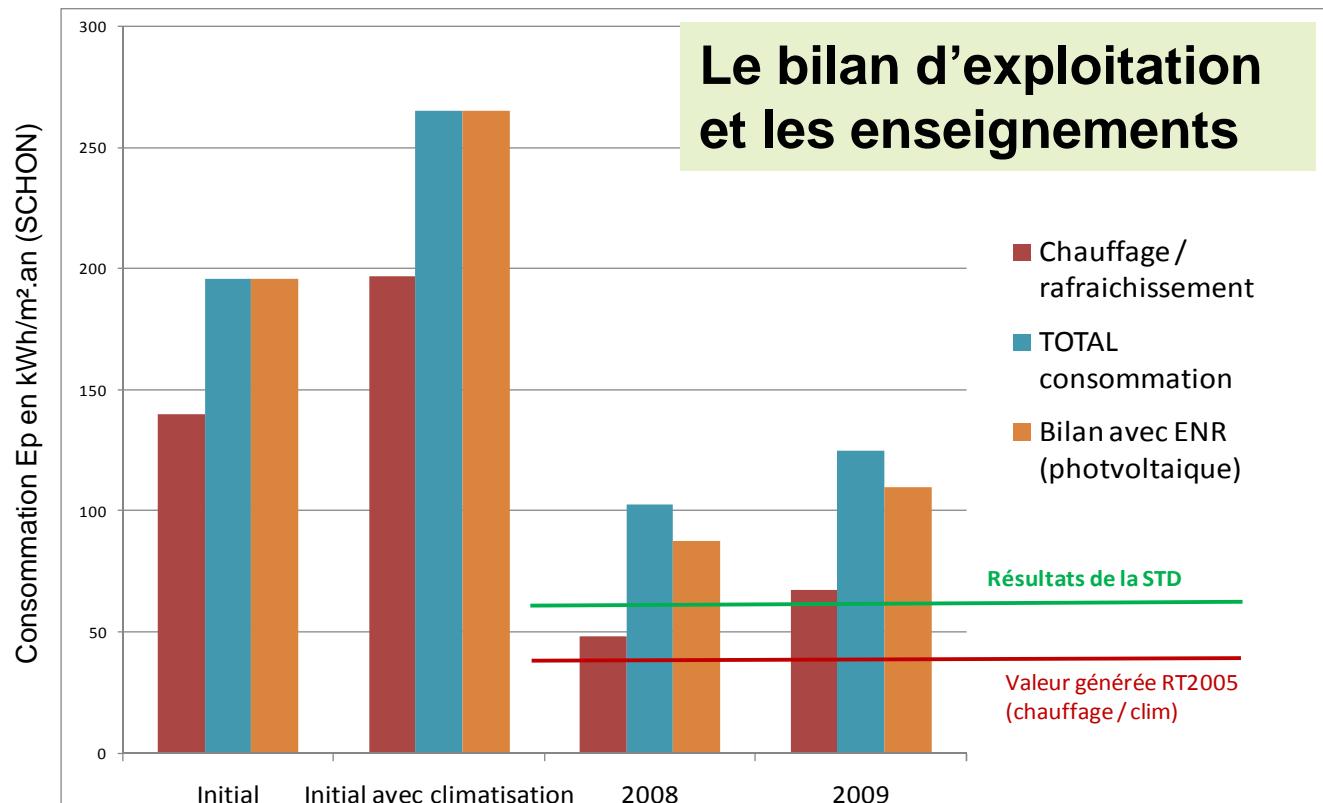
## AVANT

- Problématique de confort d'été (32 °C)
- Consommation énergétique en chauffage (150 kWh/m<sup>2</sup>.an)
- Estimation d'un besoin de climatisation 280 kW

## APRES

- Amélioration de l'enveloppe du bâtiment,
- 90 kW de PAC réversible installé couplée à la chaudière existante,
- **Facteur 4 sur les GES et 2 sur les consommations énergétiques (climatisation comprise)**

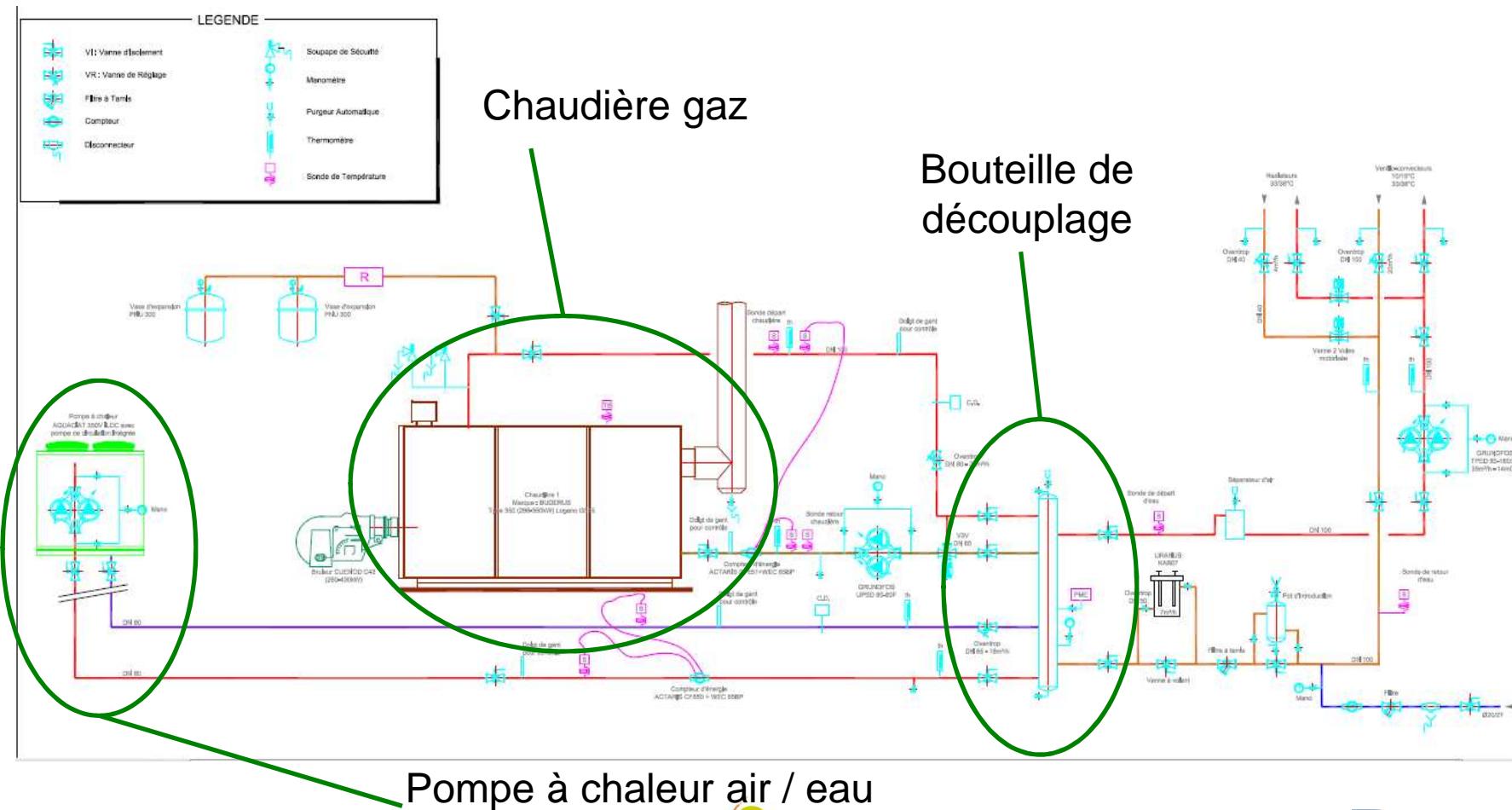
# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP



- Outil réglementaire inadapté à la conception et à la garantie du résultat
- La simulation thermique dynamique ne traite que les aspects thermiques
- L'éclairage et les auxiliaires ne sont pas adressés
- Le système PAC est très sollicité (durée de vie!!)

# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP

- Architecture hydraulique / schéma de principe :

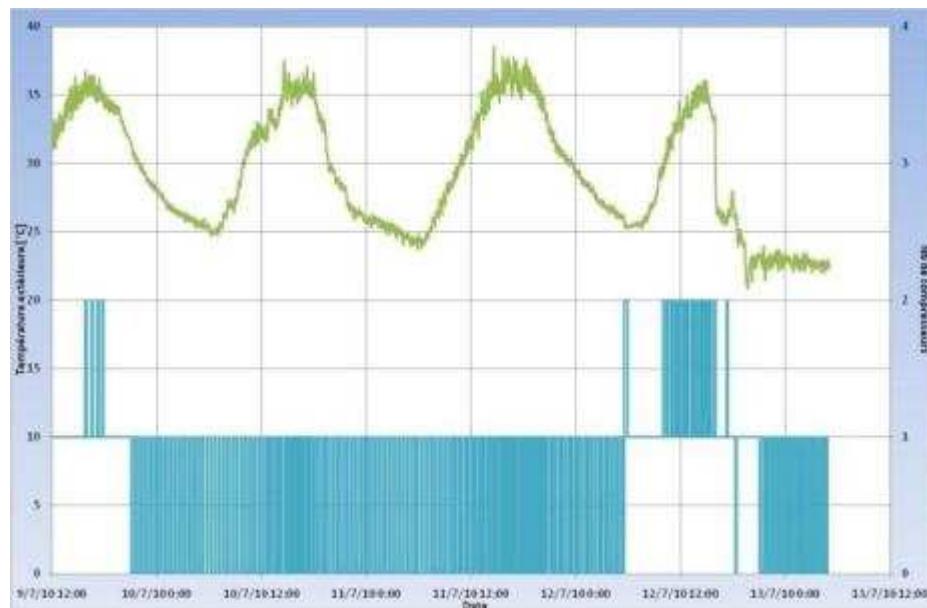


# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP

## Mesure et enregistrement des données physiques en dynamique :

### CYCLAGE DES COMPRESSEURS DE LA PAC AIR/EAU

- Température extérieure
- Nombre de compresseurs en marche



### Constat :

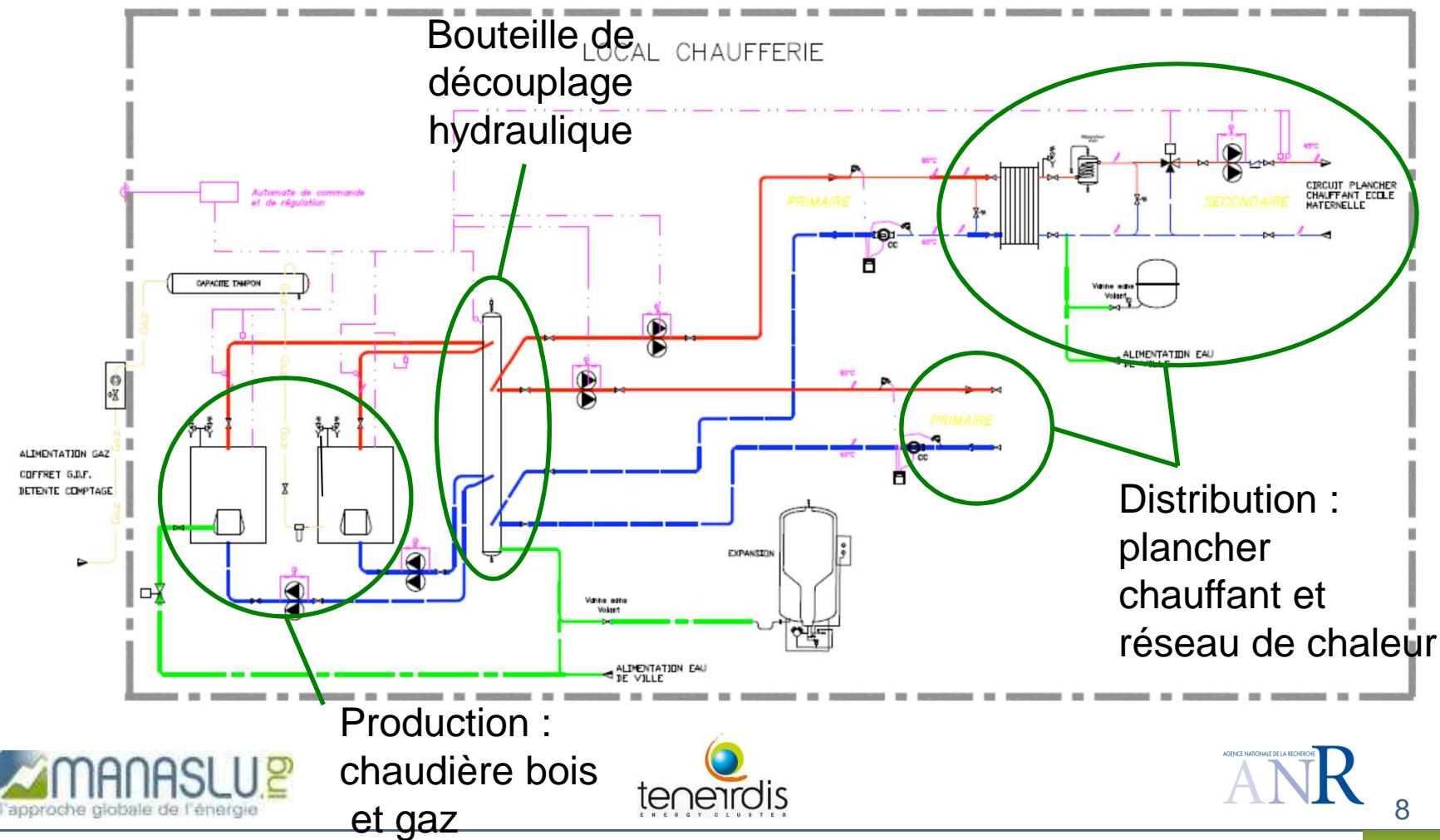
- Pilotage défaillant le WE
- Court-cycles en mode occupation en raison de la faible charge, du pilotage défaillant et de l'architecture hydraulique.

# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy



# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

- Architecture hydraulique / schéma de principe :

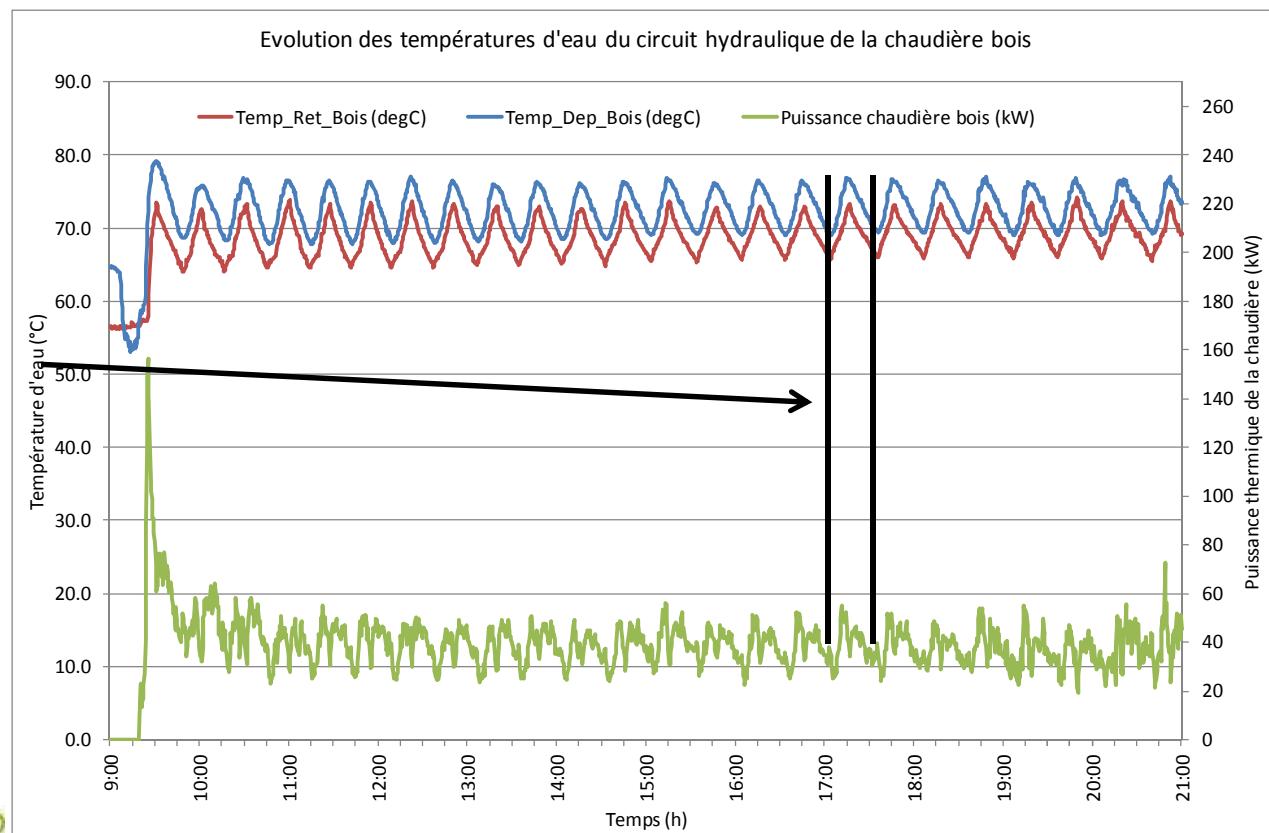


# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

## Mesure et enregistrement des données physiques en dynamique :

### CYCLAGE sur la chaudière bois

Cyclage de 30 minutes

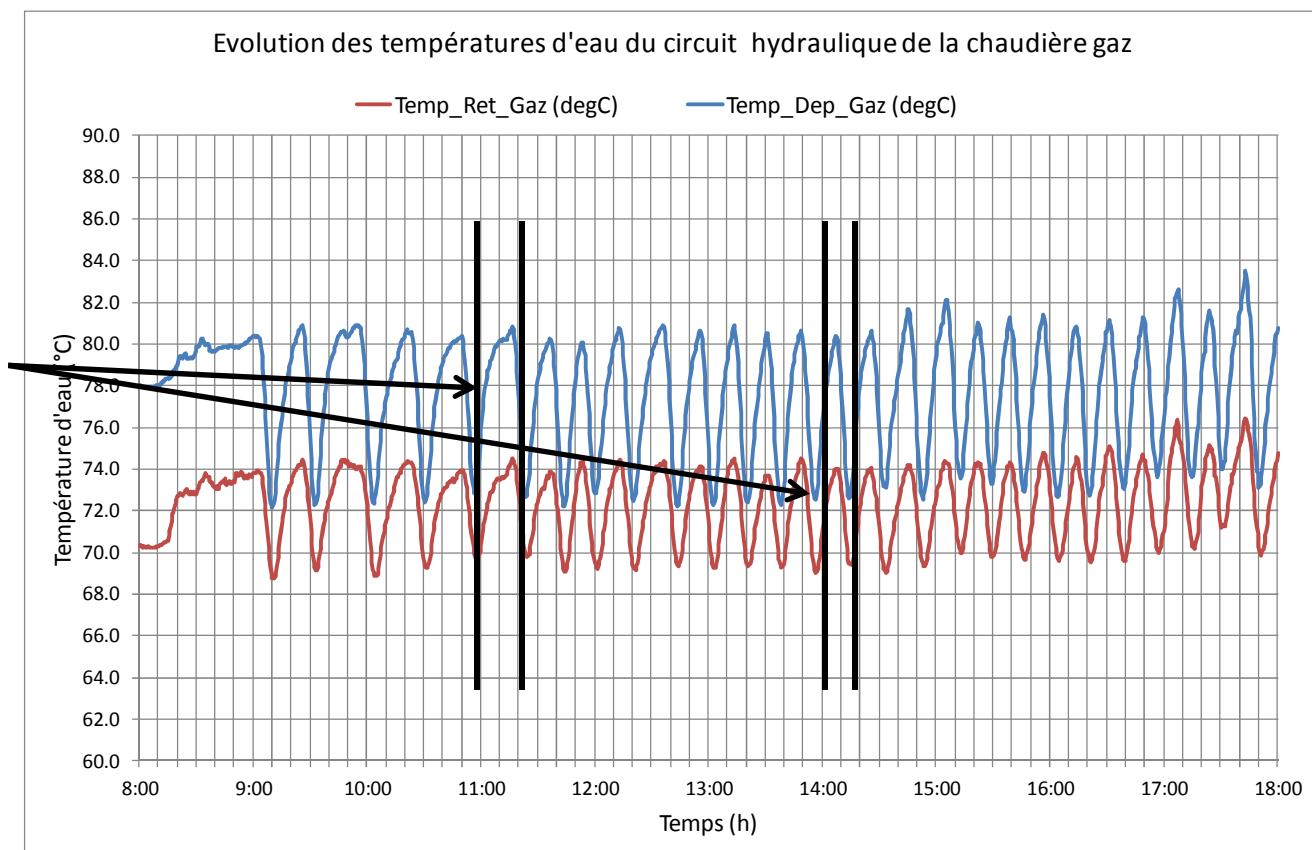


# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

## Mesure et enregistrement des données physiques en dynamique :

### CYCLAGE sur la chaudière gaz

Cyclages de 26 et 18 minutes



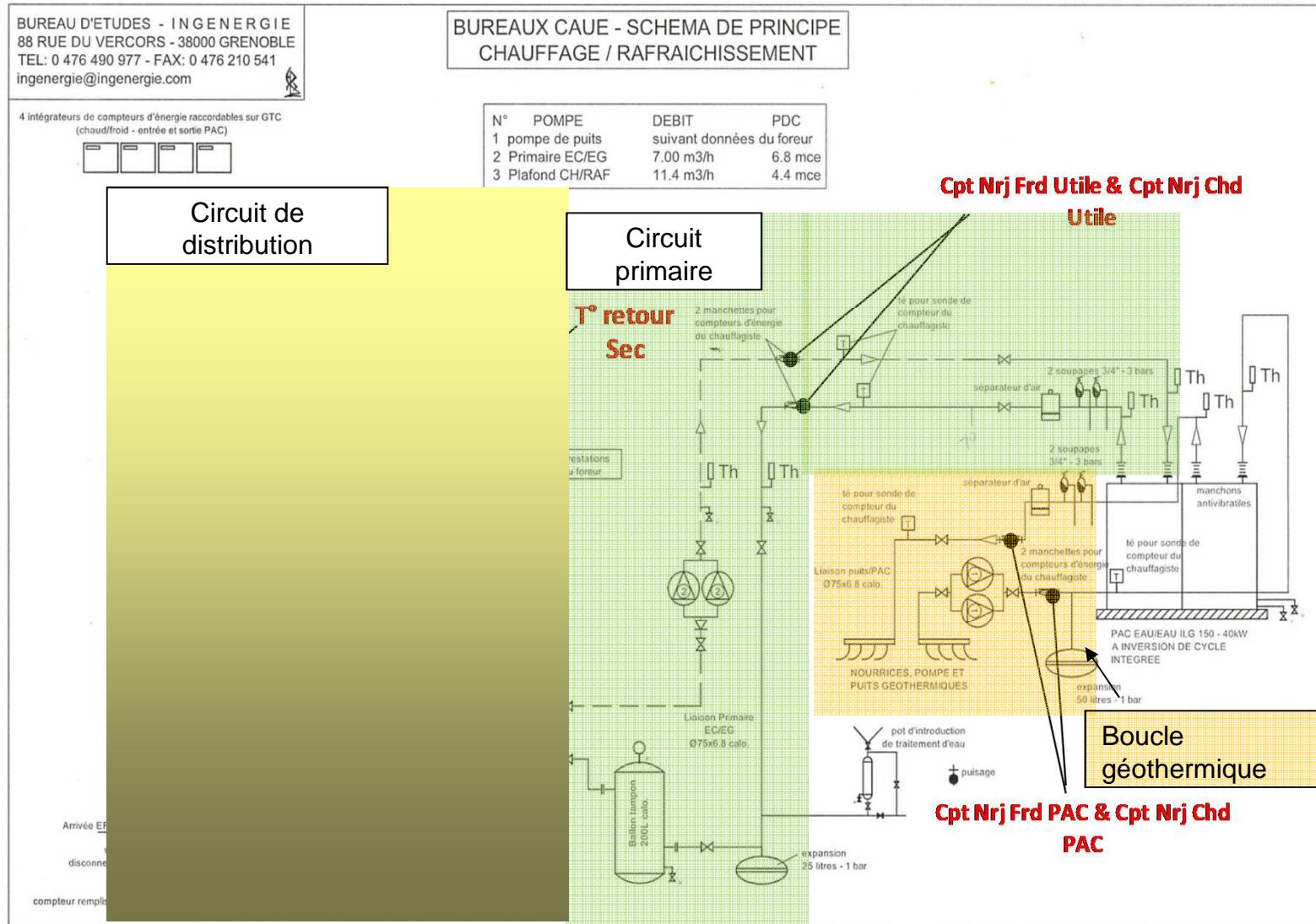
# CAUE74 : Monitoring PREBAT



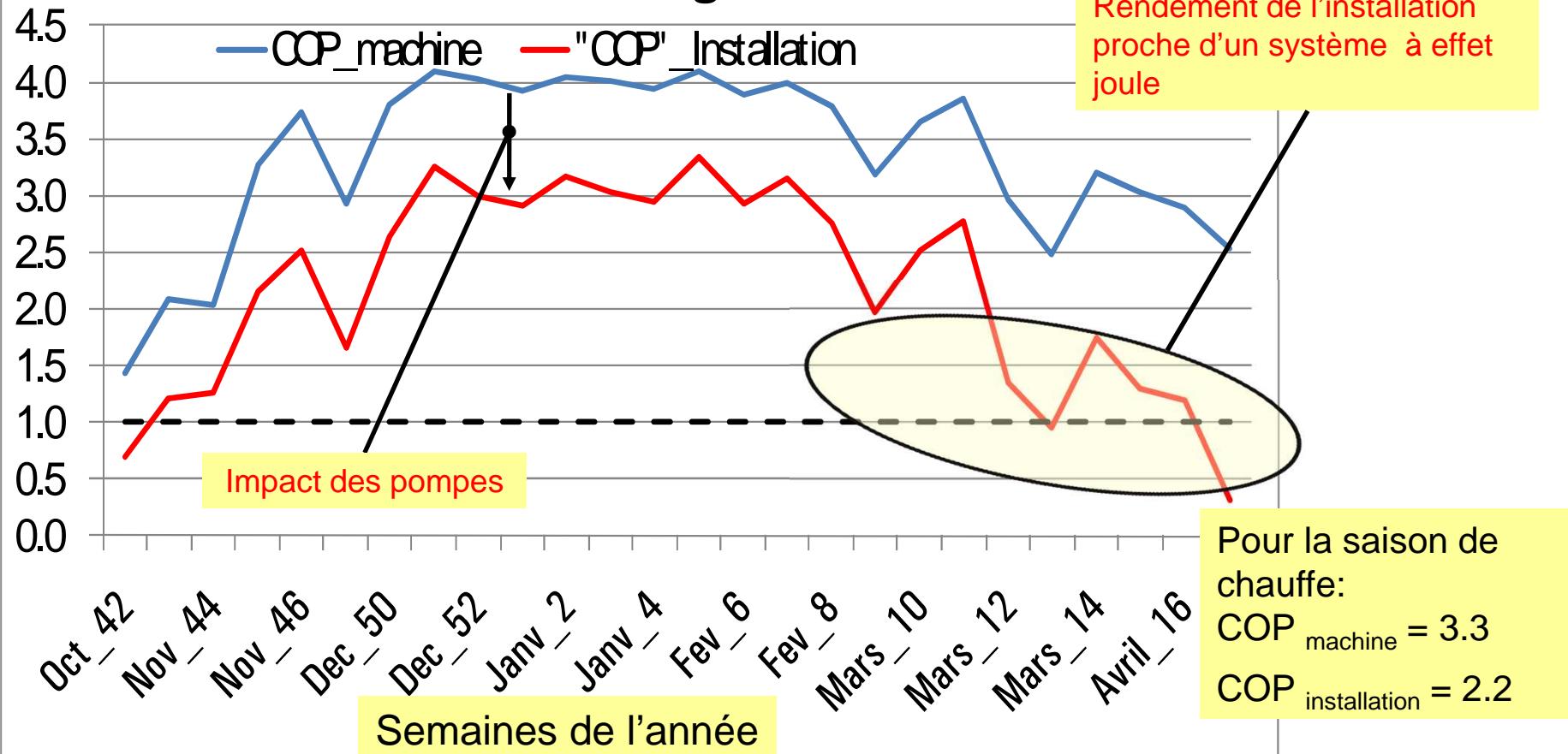
Bâtiment BBC PREBAT avec 2 années de monitoring localisé à Annecy

- Isolation par l'extérieur,
- VMC double flux,
- Émission par plafond chauffant et rafraîchissant,
- Pompe à chaleur géothermique à forages verticaux,
- Intégration d'une solution photovoltaïque en toiture avec un système de bac acier

# CAUE74 : instrumentation de la PAC



## Coefficient de performance (COP) du système de chauffage



$$\text{COP}_{\text{installation}}$$

$$\frac{\text{Energie utile}}{\text{Energie fournie}}$$

$$Q_{\text{chaud}}$$

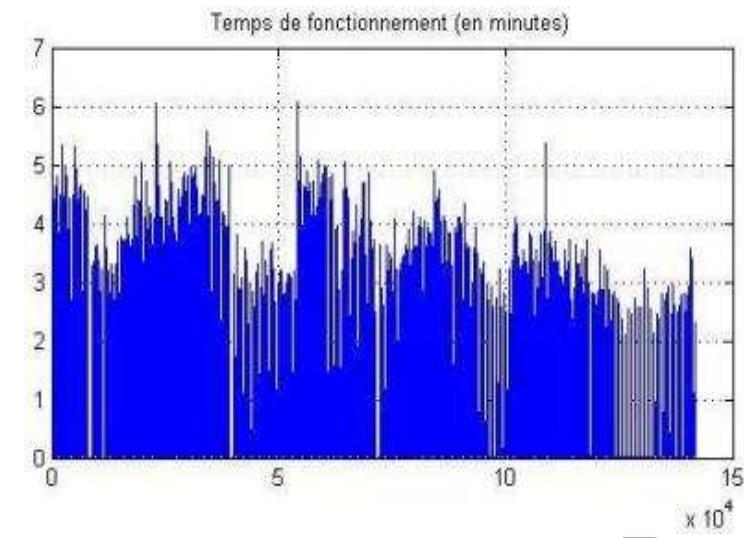
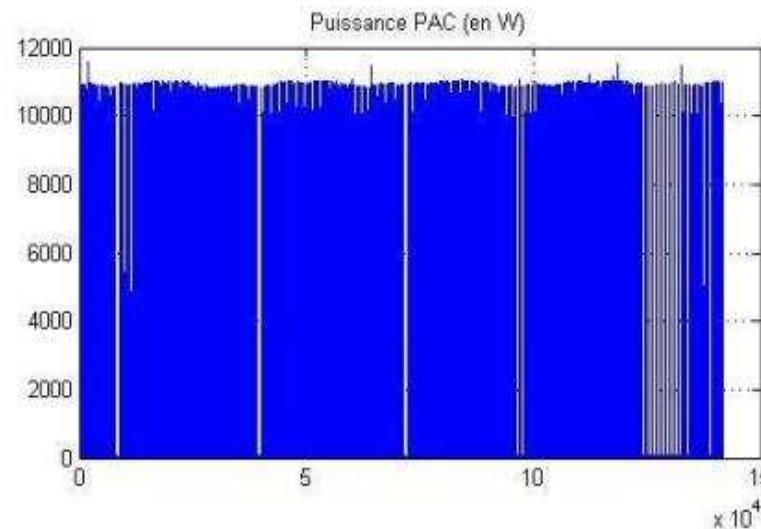
$$W_{\text{elec}}$$

$$\text{PAC} + W_{\text{elec}} \text{ circulateurs}$$

# CAUE74 : instrumentation de la PAC

## Système PAC:

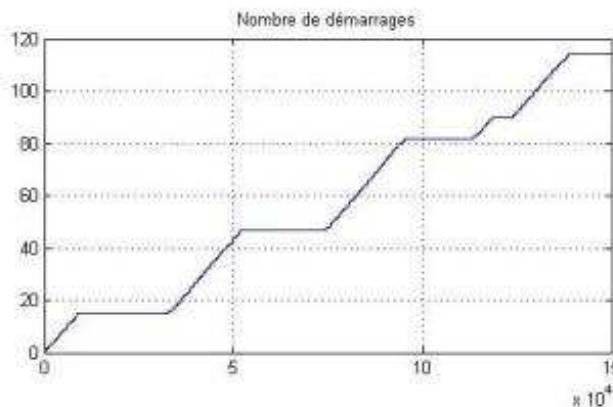
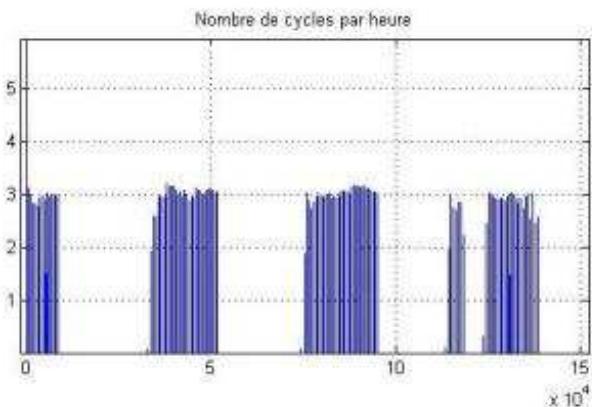
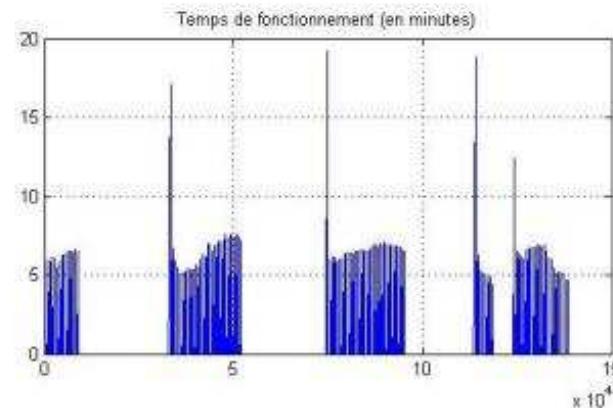
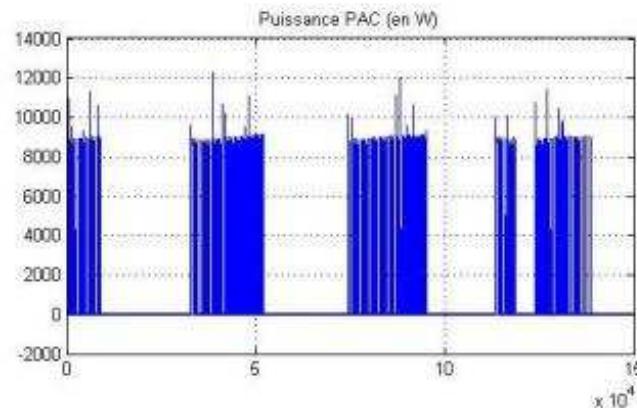
- Un monitoring dynamique avec un pas de 2 secondes a été réalisé en été et en hiver pour évaluer les sollicitations de la PAC
- Cyclage en mode chauffage (12 000 cycles/an)



# CAUE74 : instrumentation de la PAC

## Système PAC:

- Cyclage en mode rafraîchissement



# Constats sur la conception du système de chauffage

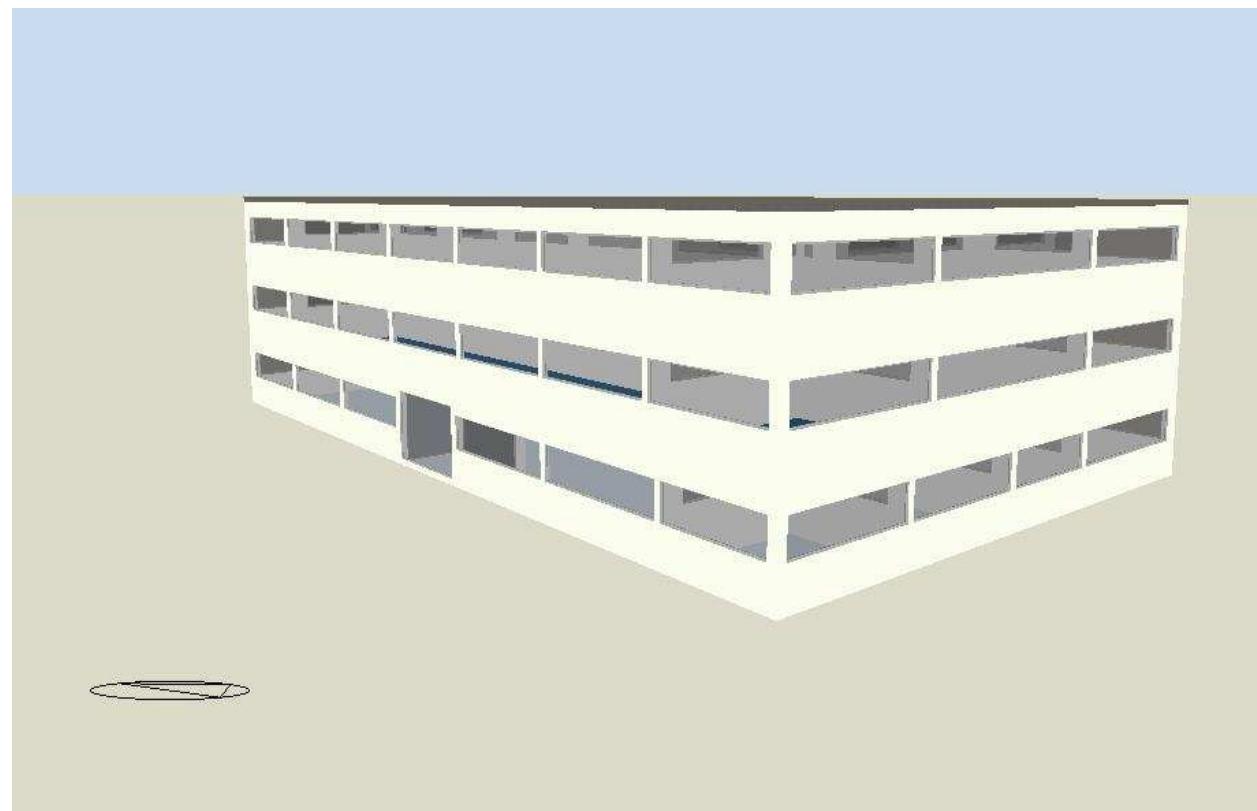
La pratique de conception des systèmes de génération n'est pas adaptée aux bâtiments avec une enveloppe performante,

- ✓ Le dimensionnement des générateurs en statique doit respecter les contraintes de mise en chauffe en période de grand froid (robustesse) et les situations de charges internes extrêmes,
- ✓ Les sollicitations dynamiques liées au pilotage des émetteurs, l'équilibrage des réseaux et au climat sont négligées,
- ✓ L'impact des auxiliaires est sous-estimé (pompes de circulation par exemple).

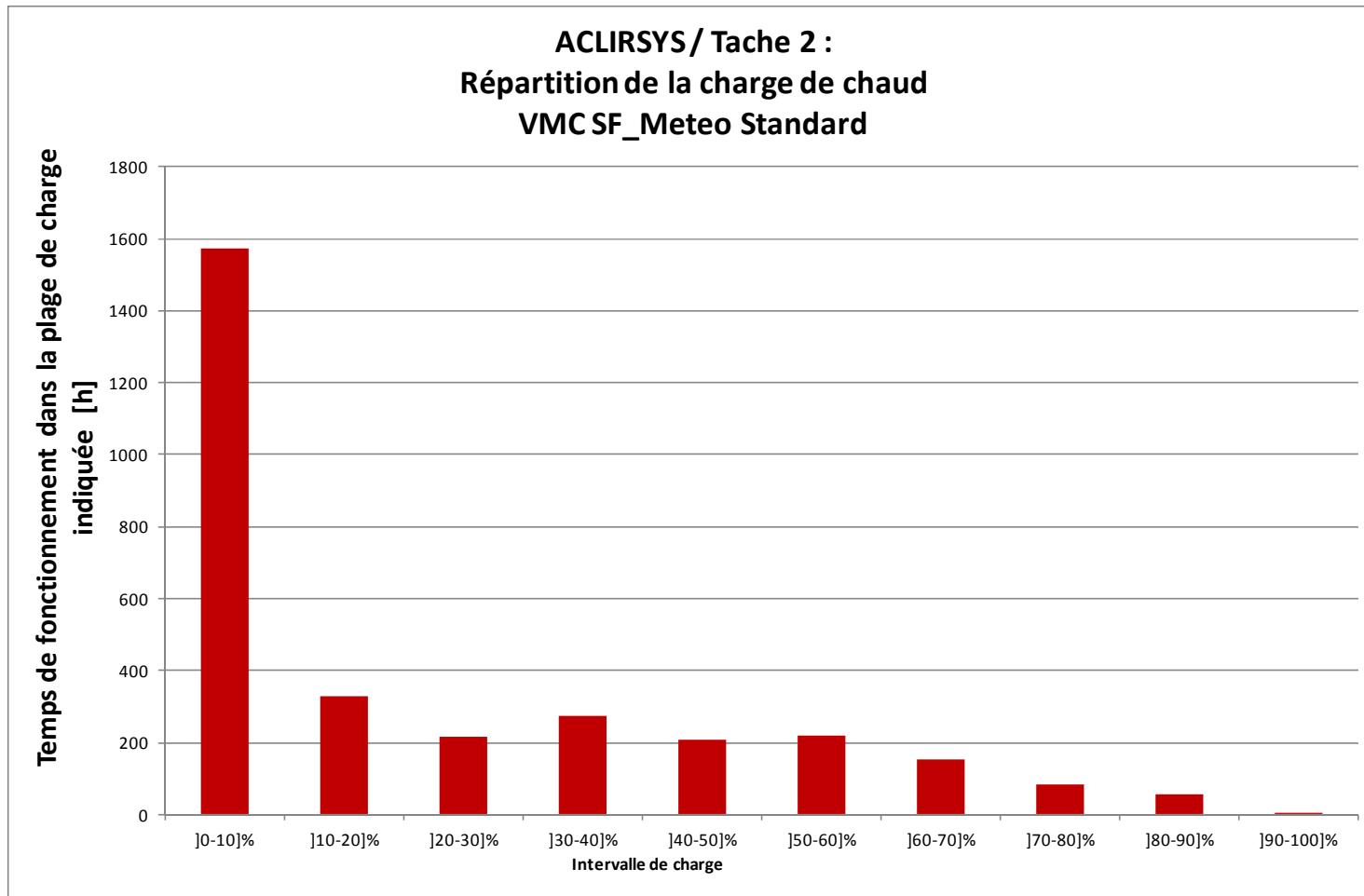
# Etude de cas sur bâtiment type

## Bâtiment à usage tertiaire :

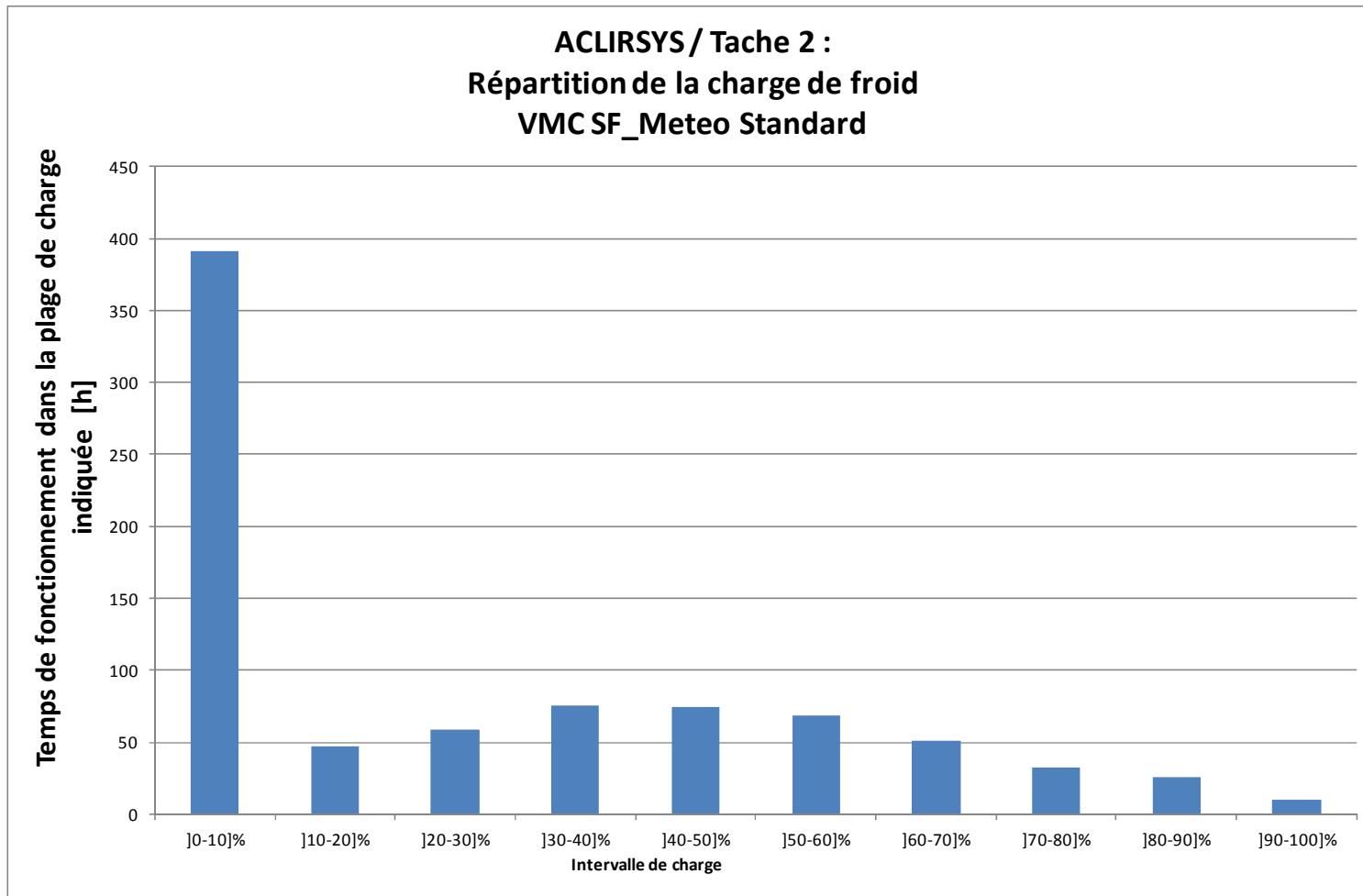
- Bâtiment tertiaire R+2 (bureaux)
  - ✓ Surface : 2960 m<sup>2</sup>
  - ✓ Volume : 10372 m<sup>3</sup>
  - ✓ Compacité : 0.335 m<sup>-1</sup>  
(Surface en contact avec l'extérieur / volume)
- Orientation du bâtiment : Sud/Nord
  - ✓ Localisation : Lyon, intramuros
  - ✓ Longitude : 5.08° et Latitude : 45.73°
  - ✓ Altitude : 240m



# Etude de cas sur bâtiment type



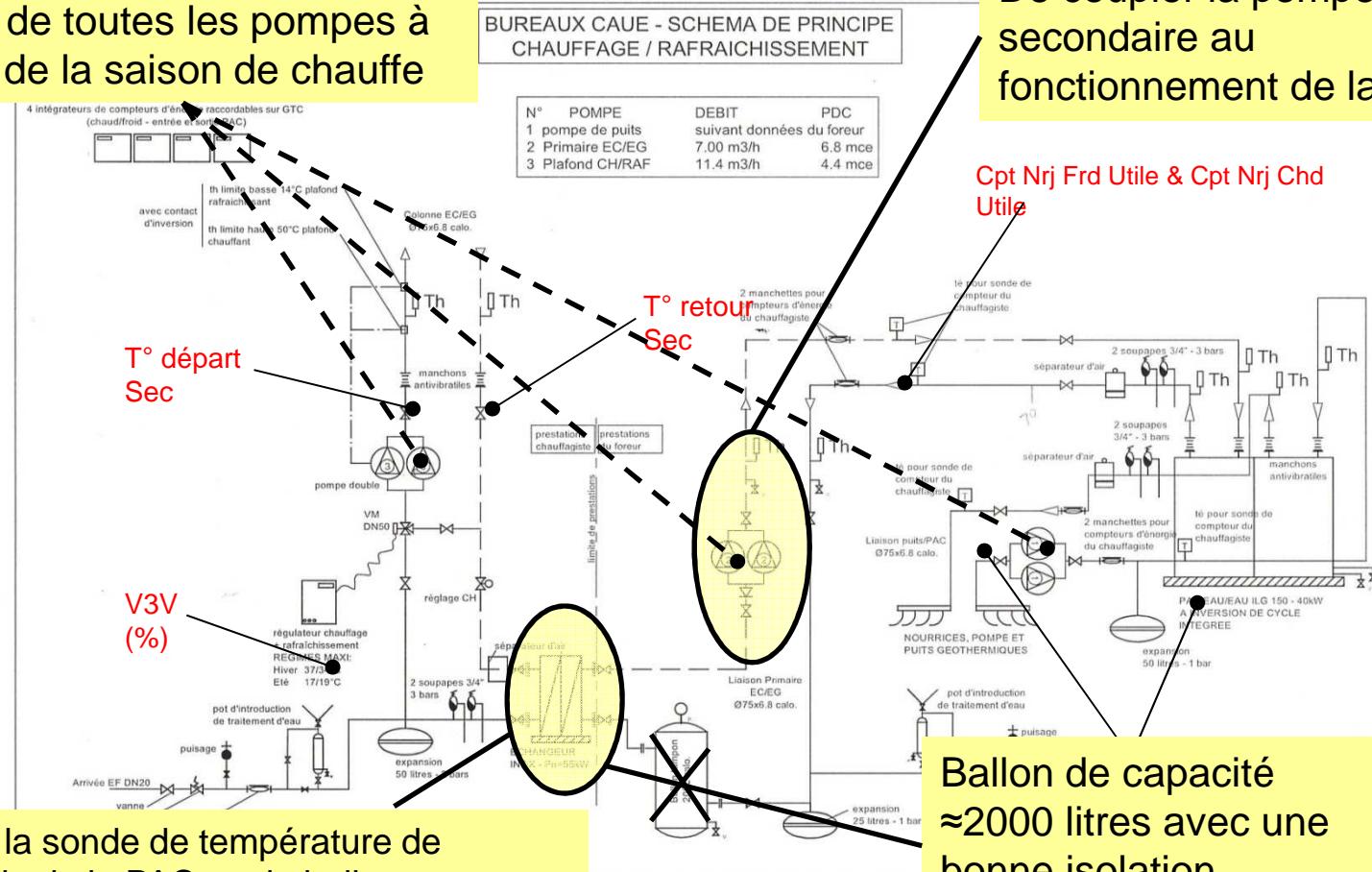
# Etude de cas sur bâtiment type



# CAUE74 : Evolution de l'installation fluide

Afin de minimiser les phases transitoires de la PAC et de maximiser les phases en mode stabilisé (Amélioration du COP)

## Arrêt de toutes les pompes à la fin de la saison de chauffe

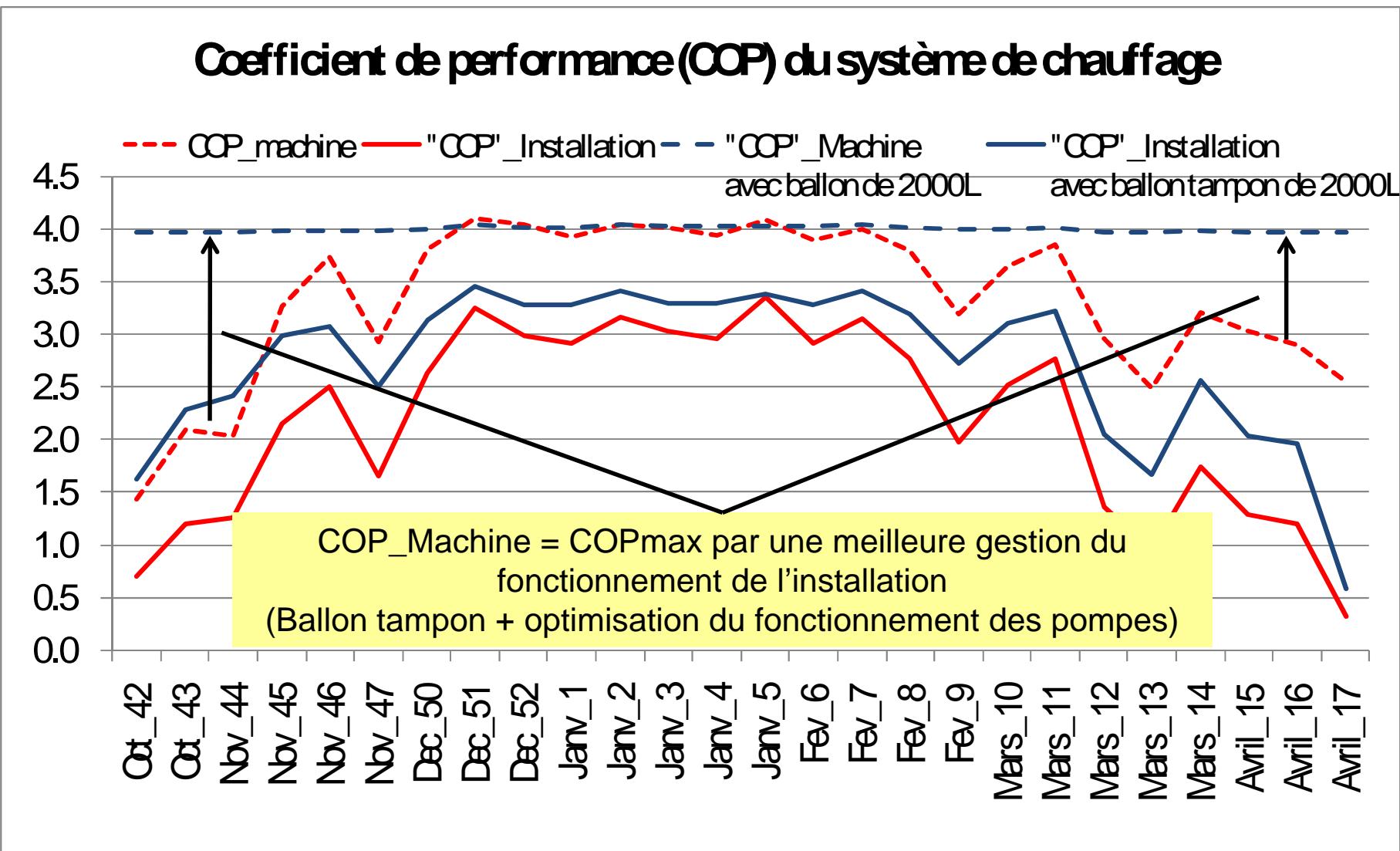


- De coupler la pompe du secondaire au fonctionnement de la PAC.

## Déplacer la sonde de température de commande de la PAC sur le ballon tampon

Ballon de capacité  
≈2000 litres avec une  
bonne isolation  
 $Cr < 0.08 \text{ Wh/L.K.jour}$

# CAUE74 : Evolution de l'installation fluide



# Conclusion sur la conception du système de chauffage

Le schéma de principe de la production est à concevoir en statique et en dynamique avec une approche systémique pour :

- Disposer de la puissance pour les conditions extrêmes (générateur et émetteurs), et assurer le confort des occupants en toutes saisons
- Intégrer un volume de stockage réellement exploité, sans considérer le volume du circuit hydraulique de distribution, avec un contrôle / commande adapté pour :
  - Eviter les courts –cycles sur les équipements,
  - Garantir les températures de fonctionnement des générateurs,
  - Optimiser les performances des machines

**Merci de votre attention...**

**...Des questions**

Avec le soutien de

