

Mise en pratique de la démarche qualité énergétique dans le bâtiment

# **BÂTIMENTS BBC NEUFS OU RÉNOVÉS : LES CONDITIONS DU DÉPLOIEMENT DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE LES PREMIERS ENSEIGNEMENTS DES CAMPAGNES DE MESURE**

**« Bâtiments BBC neufs ou rénovation,  
les conditions du déploiement de la performance  
énergétique, les premiers enseignements des  
campagnes de mesure »**

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

David CORGIER  
19 février 2013

# LA PRODUCTION

# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP



Avril 2007

Octobre 2007



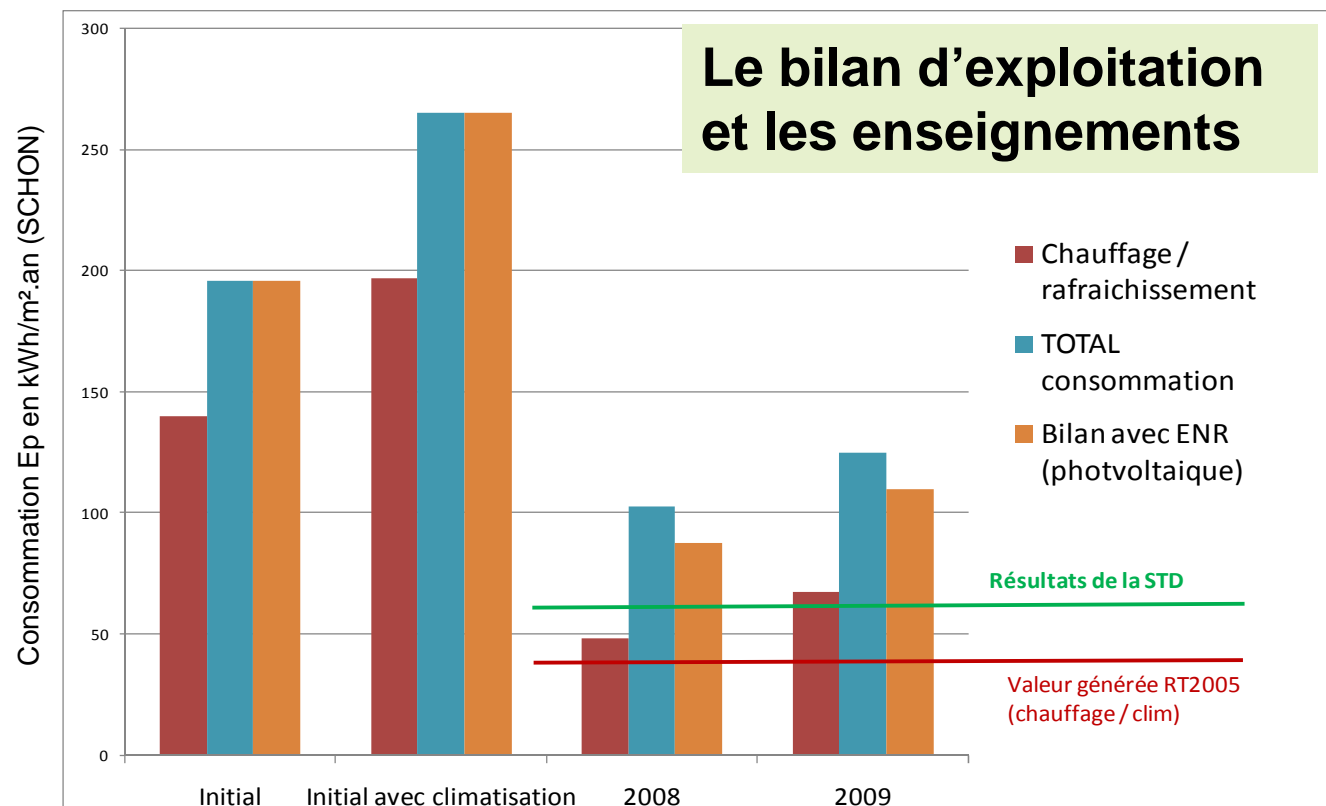
## AVANT

- **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)**

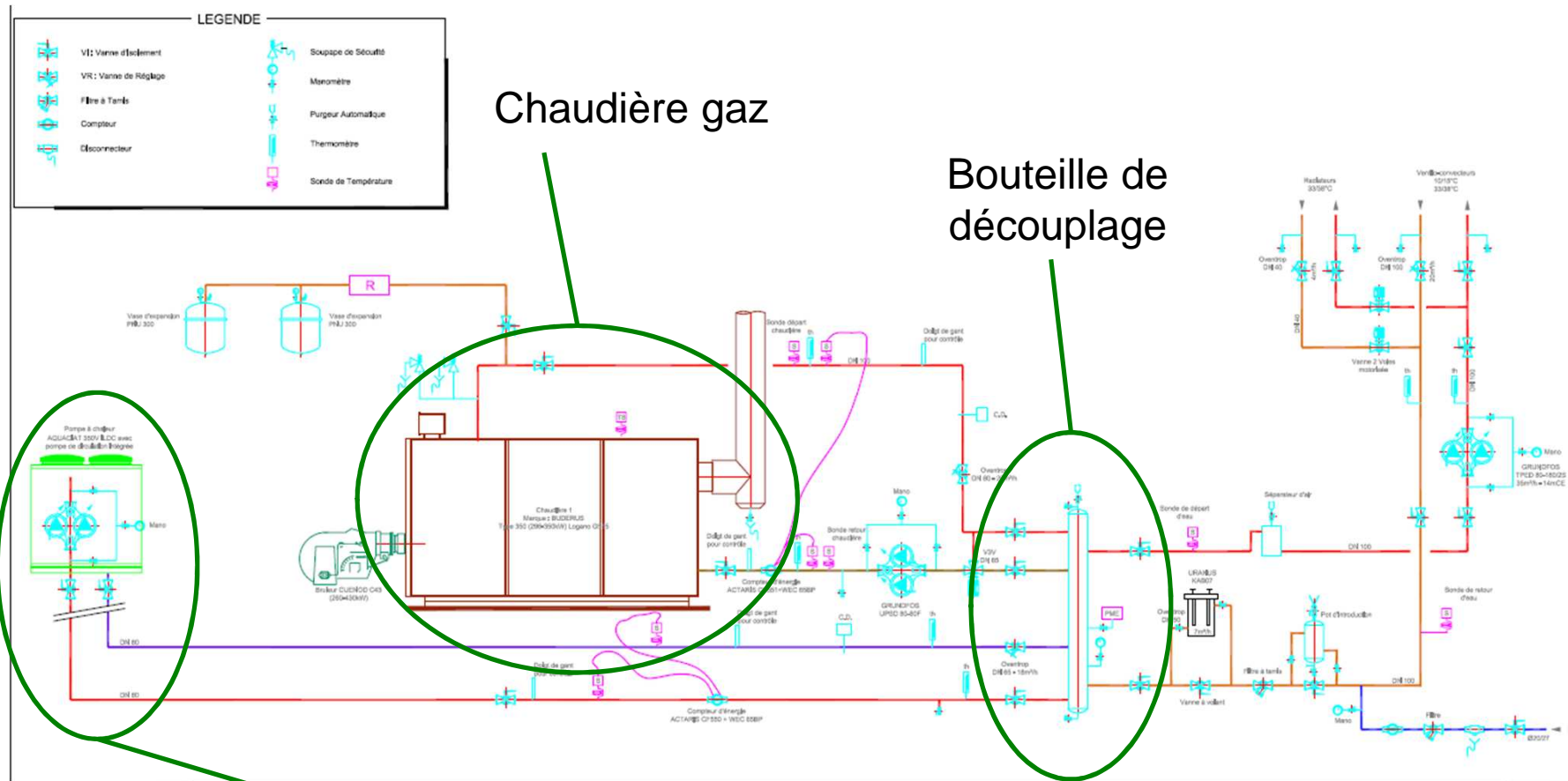
# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP



- 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 :

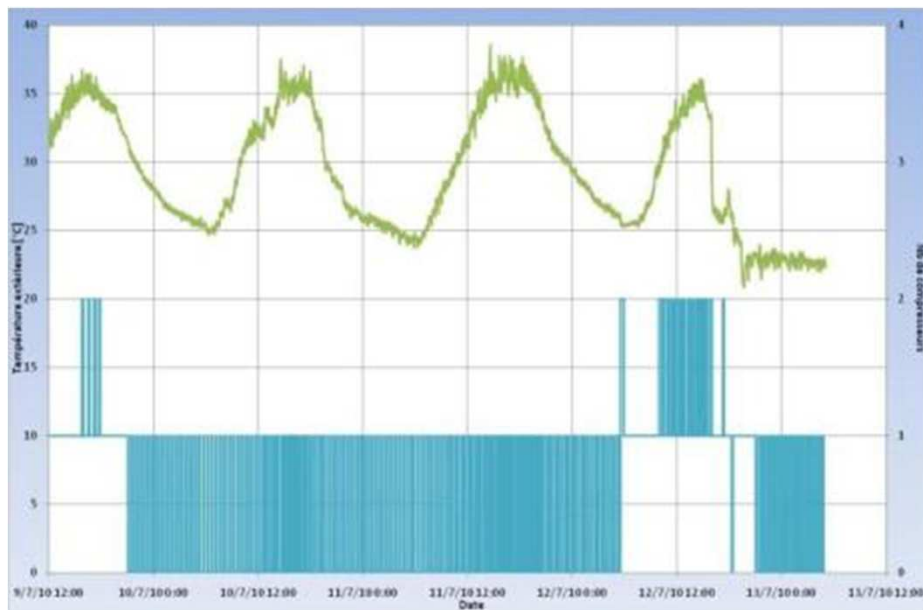


# Projet GENHEPI : la rénovation de l'ALLP

## 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



## Données administratives

Nom	Ecole maternelle
Activité	Enseignement (maternelle)
Localisation	Pringy (74)
Année de construction	2007

## Données d'activités

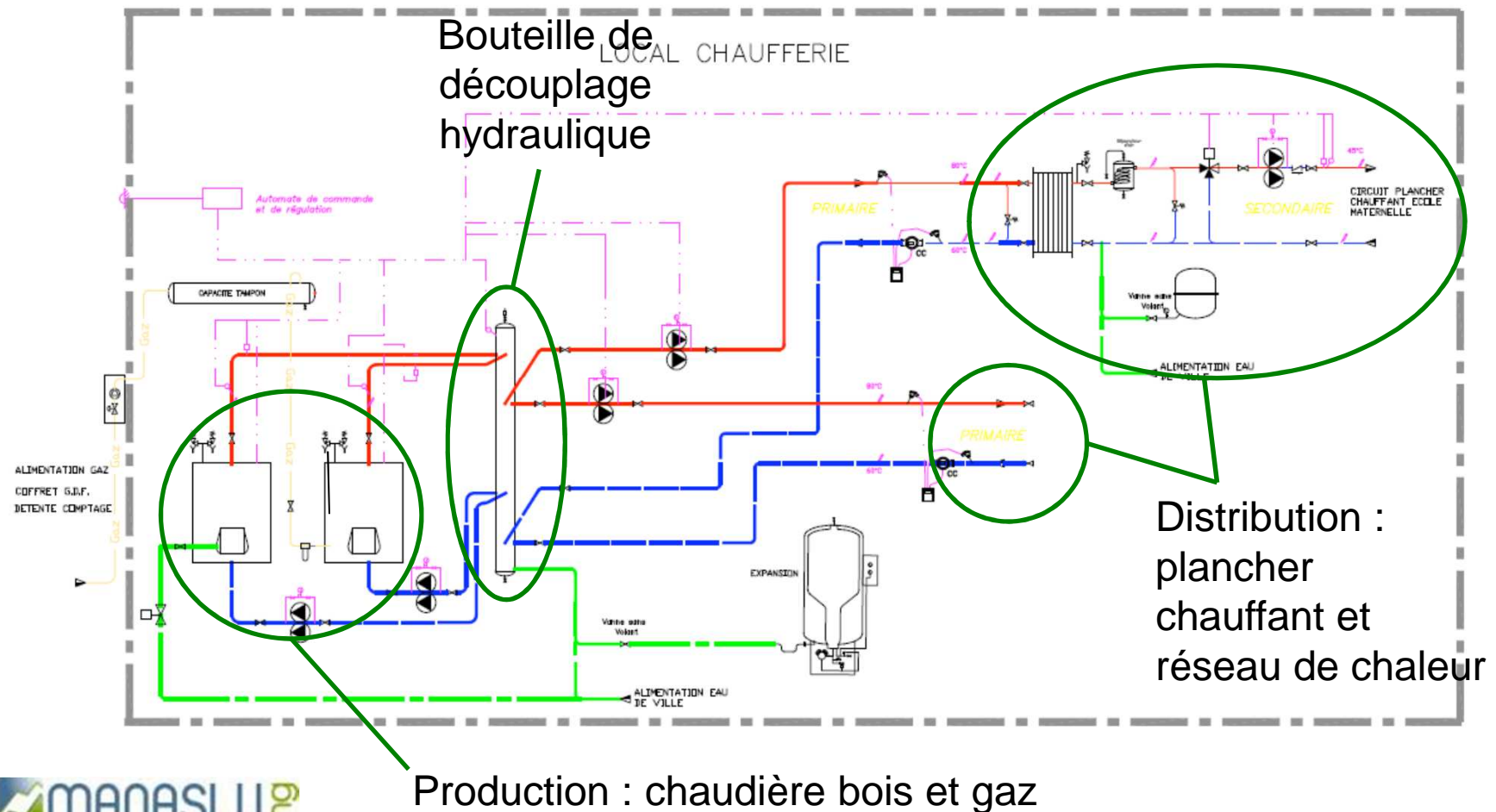
Nombre de bâtiments	1
Surface chauffée	1287 m <sup>2</sup>
Volume chauffé	3500 m <sup>3</sup>
Nombre de classes	5

## Type d'énergie

Chauffage	Bois (plaquette forestière)
	Gaz (secours et intersaison)
ECS	Electricité

# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

- Architecture hydraulique / schéma de principe :



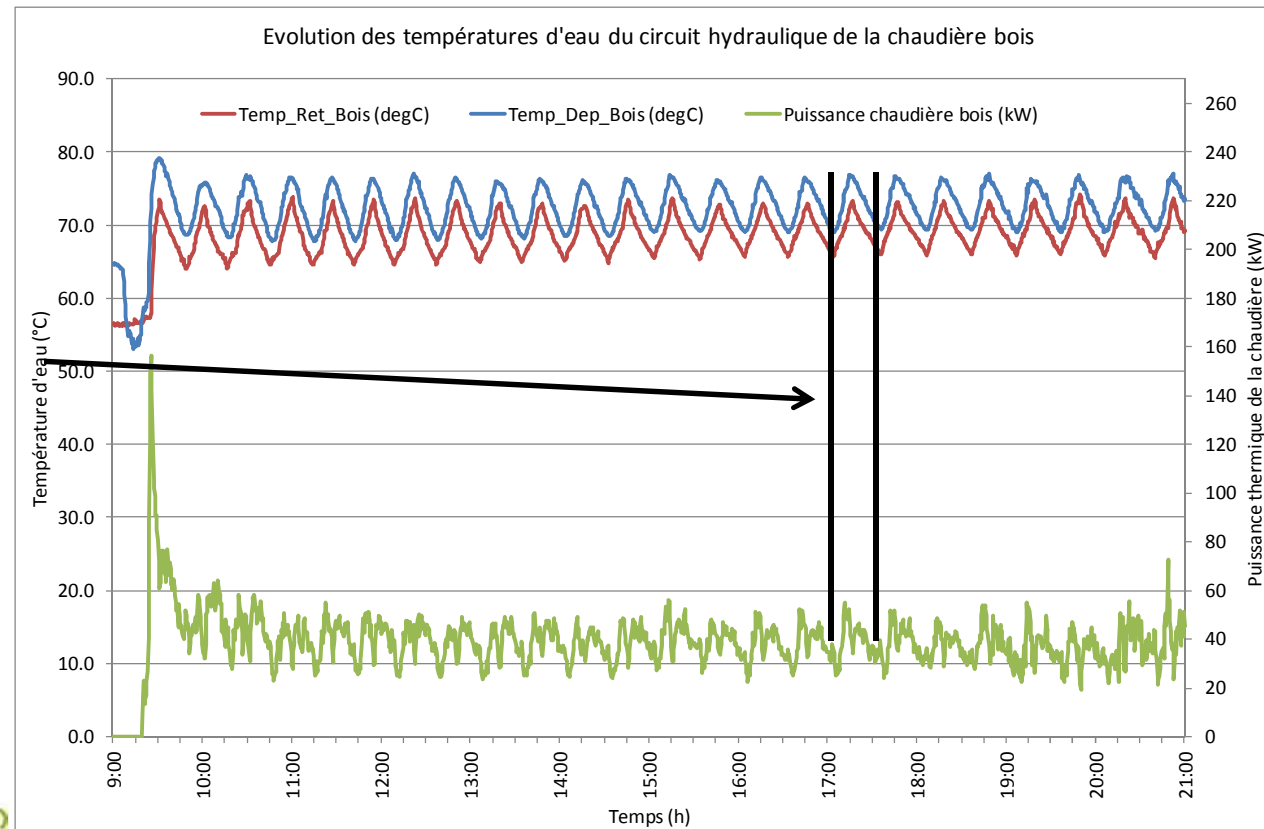


# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

## Mesure et enregistrement des données physiques en dynamique :

### CYCLAGE sur la chaudière bois

Cyclage de 30 minutes

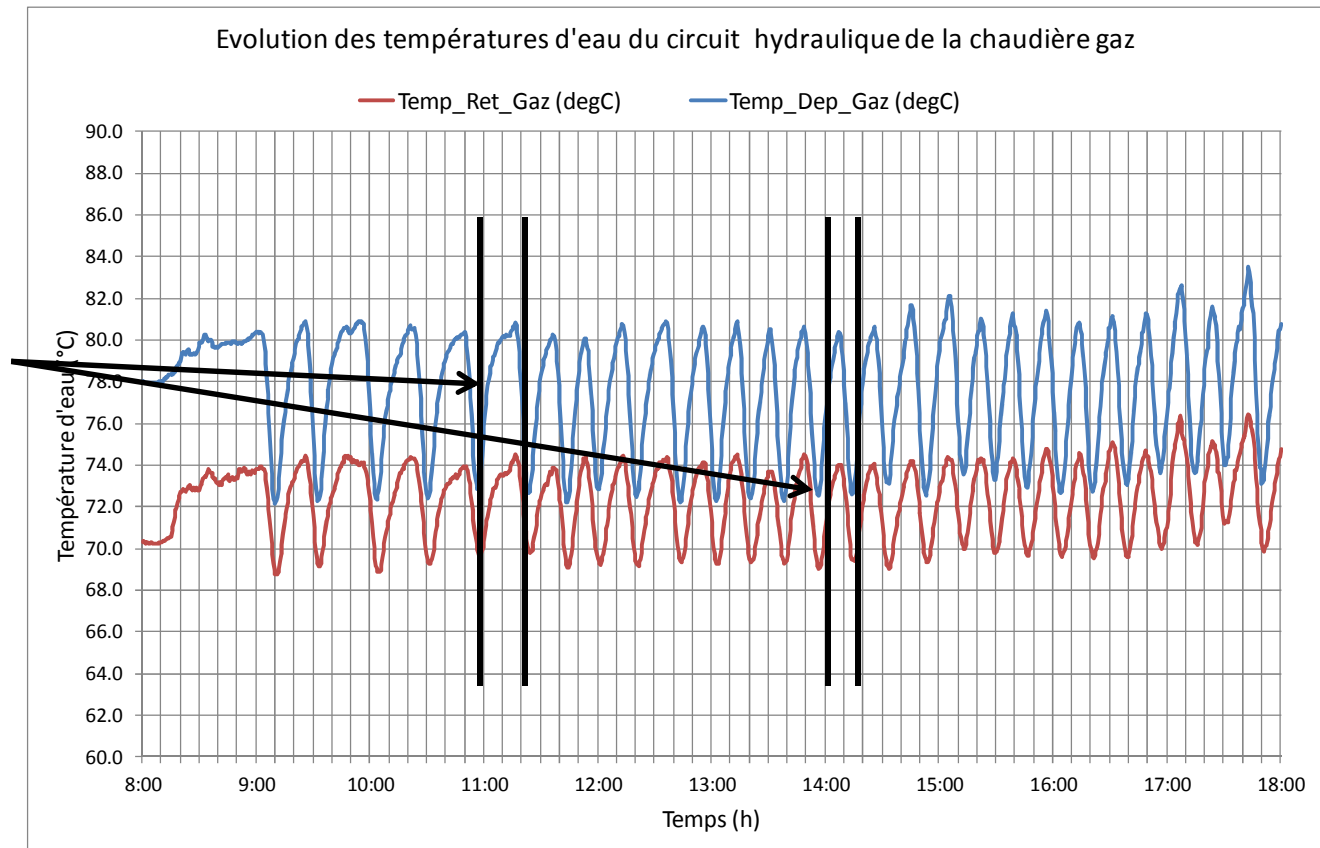


# Projet RIEEB : Ecole BBC de Pringy

## Mesure et enregistrement des données physiques en dynamique :

### CYCLAGE sur la chaudière gaz

Cyclages de 26  
et 18 minutes



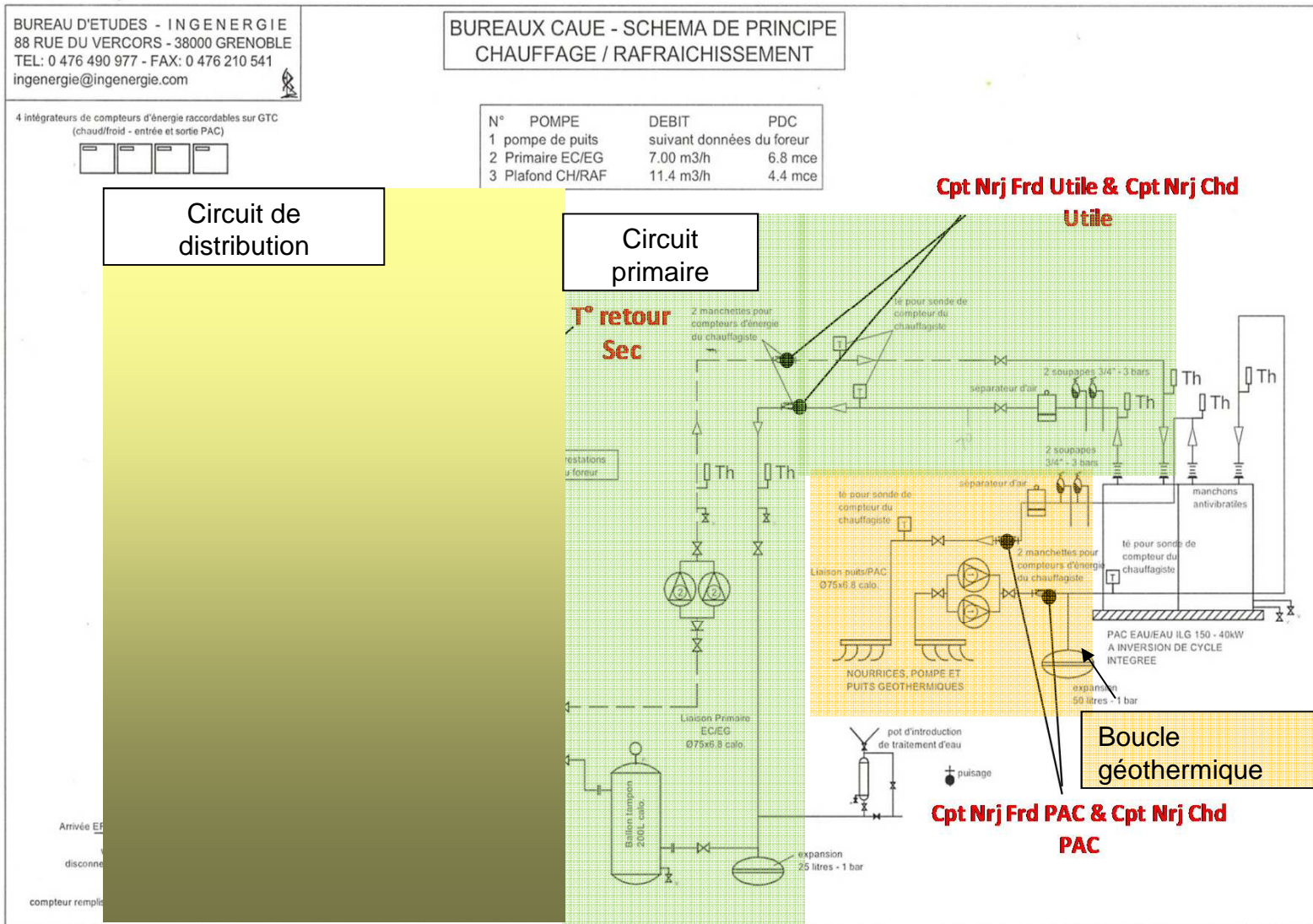
# CAUE74 : Monitoring PREBAT



Bâtiment BBC PREBAT avec 2 années de monitoring localisé à Annecy

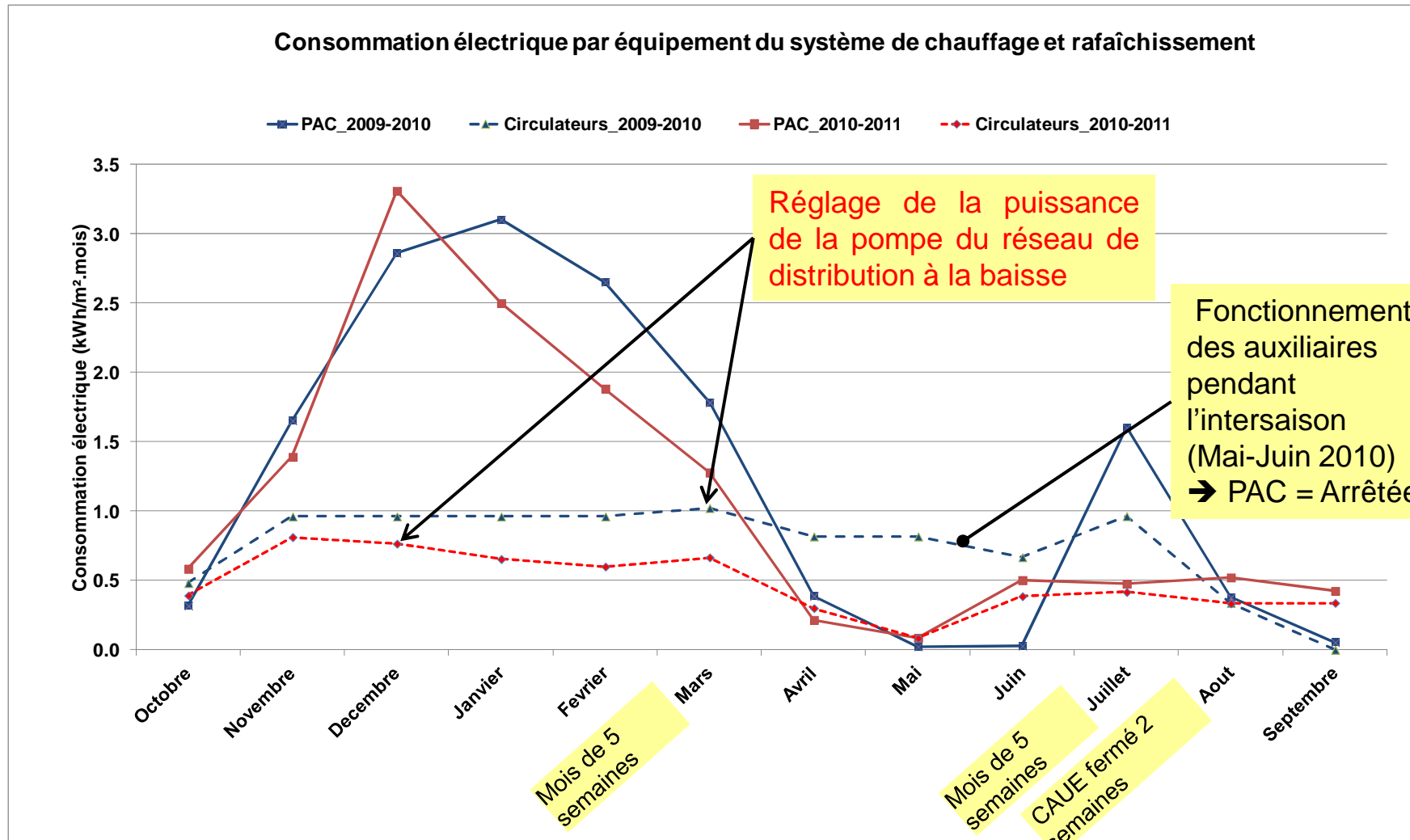
- Isolation par l'extérieur,
- VMC double flux,
- Émission par plafond chauffant et rafraîchissant,
- Pompe à chaleur géothermique à forages verticaux,
- Intégration d'une solution photovoltaïque en toiture avec un système de bac acier

# CAUE74 : instrumentation de la PAC

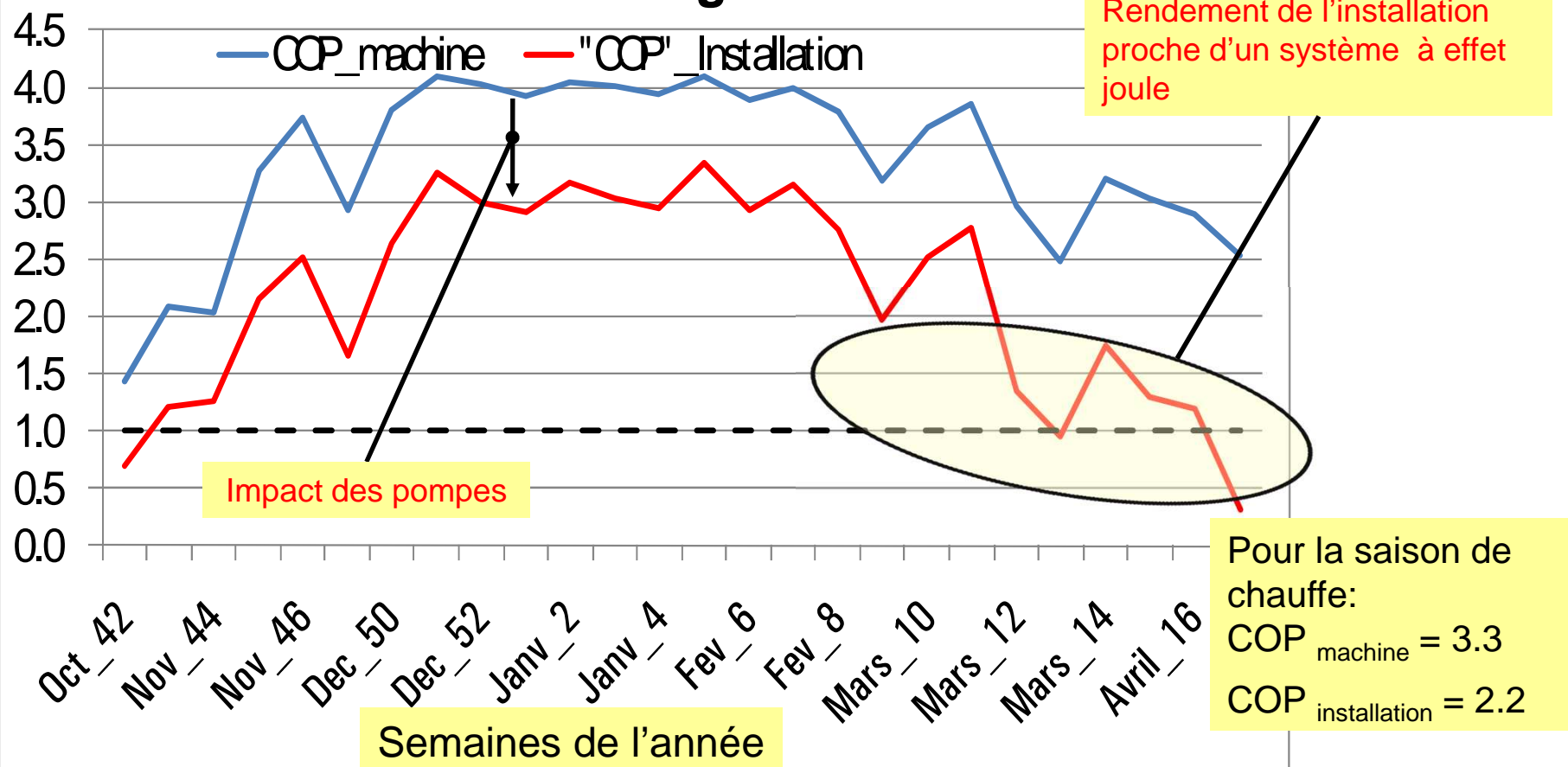


# CAUE74 : la consommation de la PAC

## Systeme de chauffage: PAC eau/eau sur sondes géothermiques



# Coefficient de performance (COP) du système de chauffage



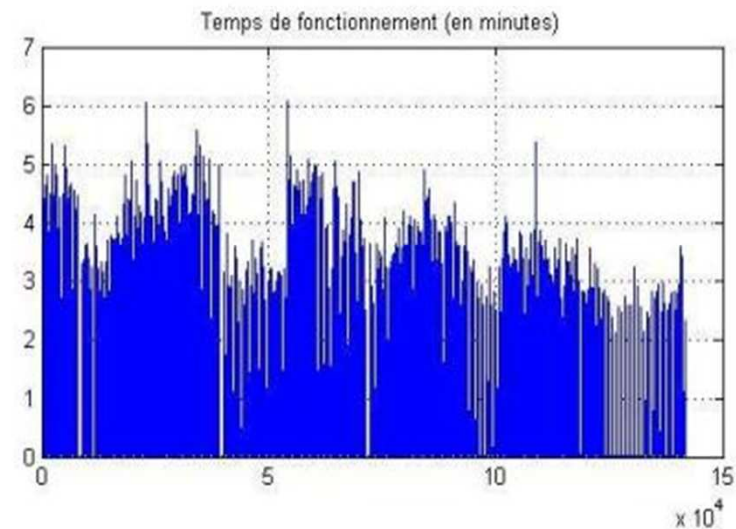
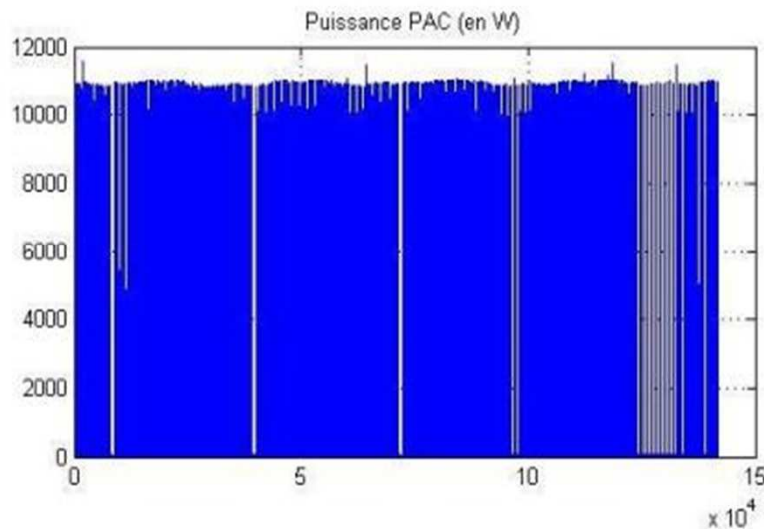
$$COP_{\text{installation}} = \frac{\text{Energie utile}}{\text{Energie fournie}} = \frac{Q_{\text{chaud}}}{W_{\text{elec PAC}} + W_{\text{elec circulateurs}}}$$



# CAUE74 : instrumentation de la PAC

## Systeme 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 : Evolution de l'installation fluide

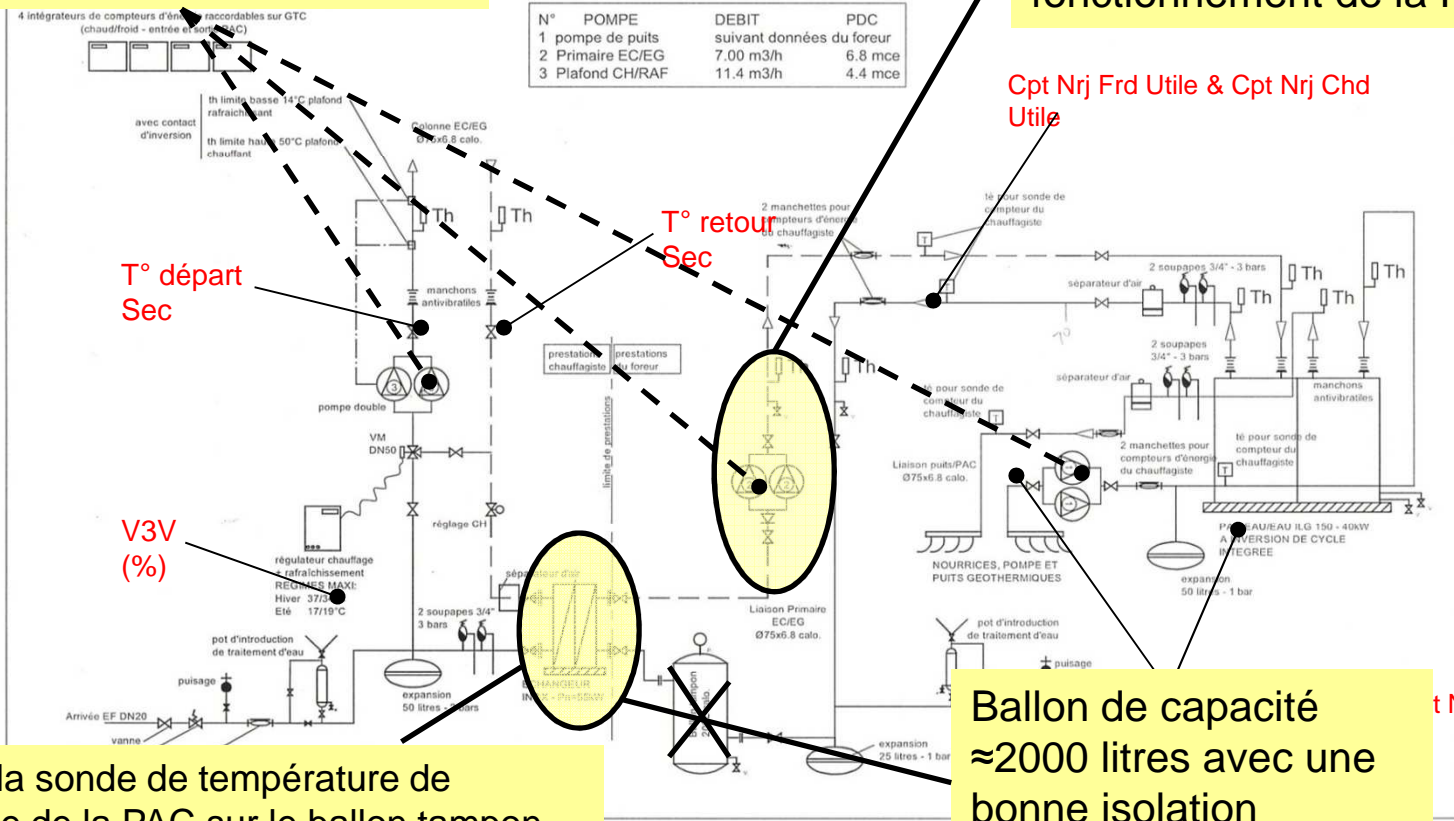
Afin de minimiser les phases transitoires de la PAC et de maximiser les phases en mode stabilisé (Amélioration du COP)

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

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

BUREAUX CAUE - SCHEMA DE PRINCIPE CHAUFFAGE / RAFRAICHISSEMENT

N°	POMPE	DEBIT	PDC
1	pompe de puits	suivant données du foreur	
2	Primaire EC/EG	7.00 m3/h	6.8 mce
3	Plafond CH/RAF	11.4 m3/h	4.4 mce

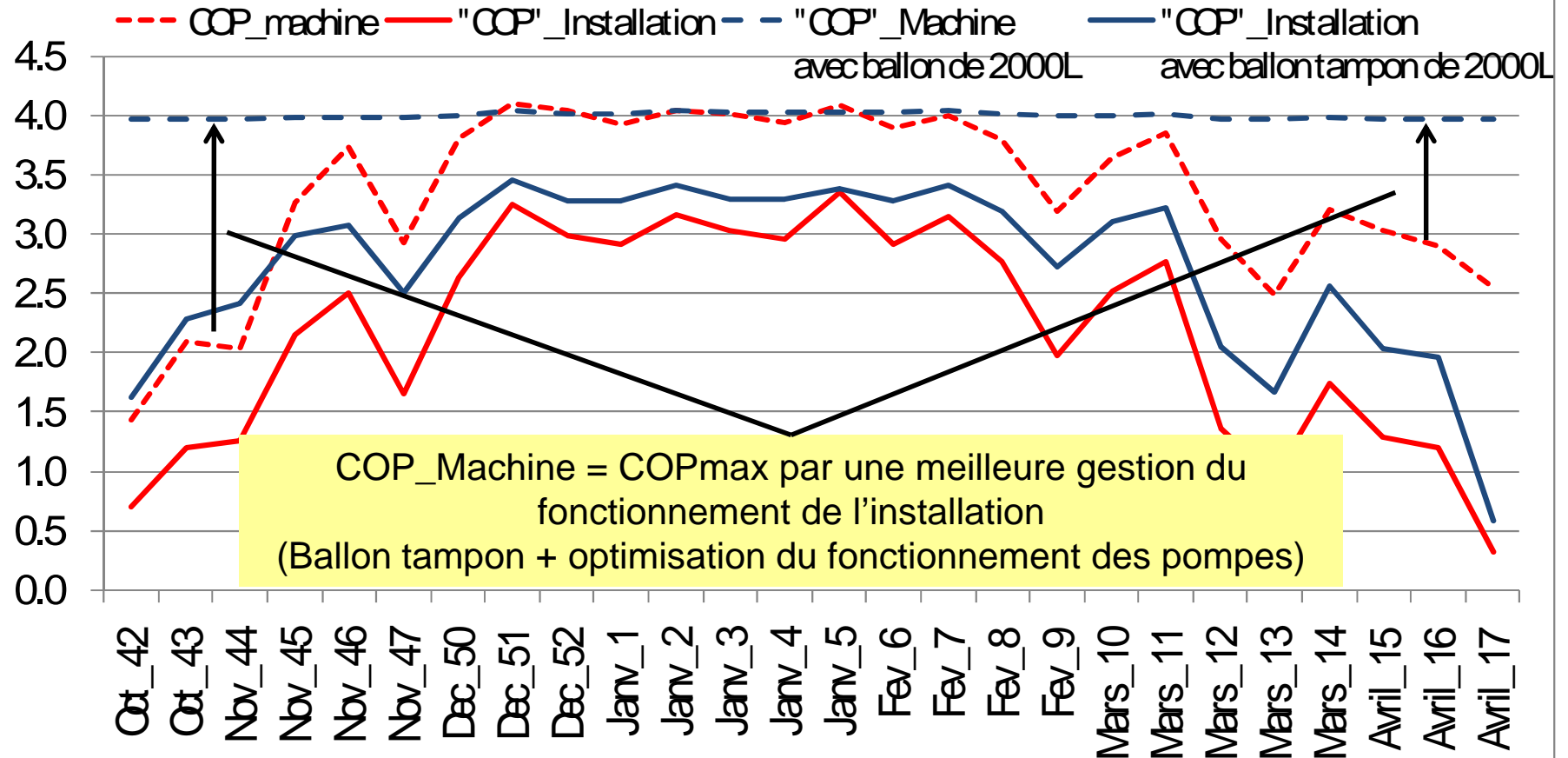


Déplacer la sonde de température de commande de la PAC sur le ballon tampon

Ballon de capacité ≈2000 litres avec une bonne isolation  
Cr<0.08Wh/L.K.jour

# CAUE74 : Evolution de l'installation fluide

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



# 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).

# Préconisations 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 :

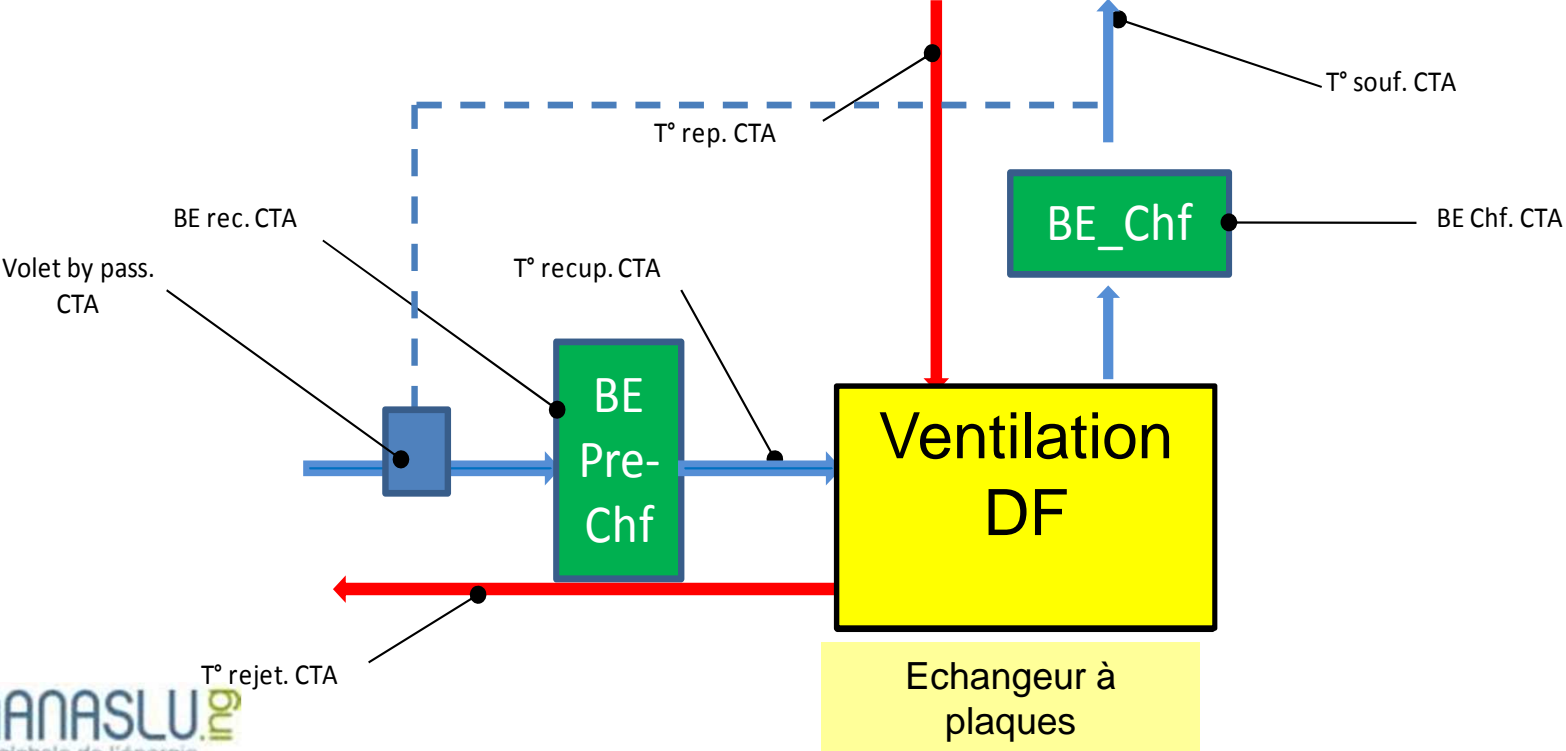
- Disposer de la puissance pour les conditions extrêmes (générateur et émetteurs), et assurer le confort des occupants en toutes saisons
- Intégrer un volume de stockage réellement exploité, sans considérer le volume du circuit hydraulique de distribution, avec un contrôle / commande adapté pour :
 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

# LA VENTILATION



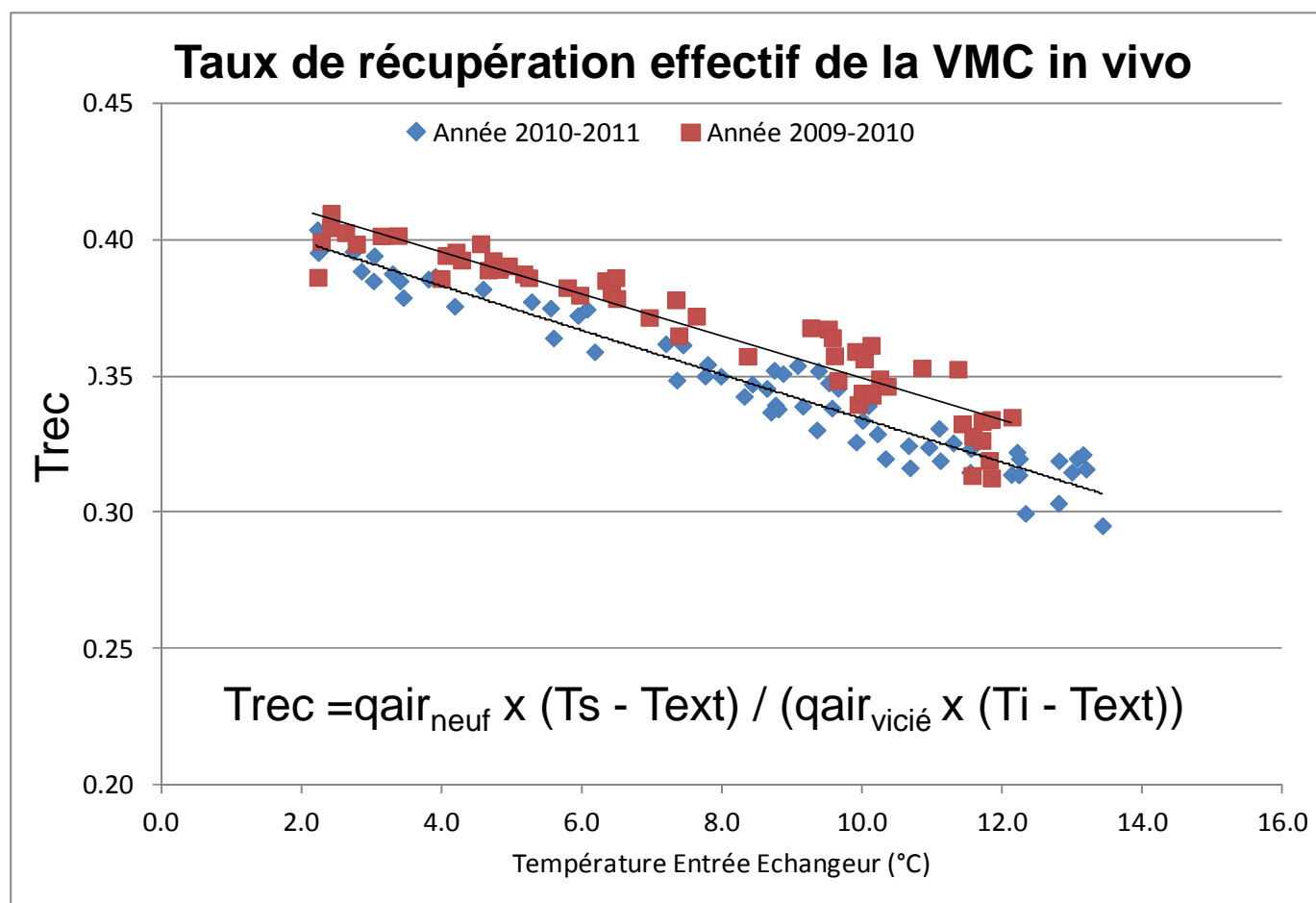
# Bâtiment du CAUE74 : Le monitoring de la VMC DF

Système de ventilation d'air



# Bâtiment du CAUE74 : Le monitoring de la VMC DF

**Systeme de ventilation d'air localisé en volume non-chauffé :  
VMC double flux avec récupérateur d'énergie du type échangeur à plaques**



**Rendement humide EUROVENT constructeur de  
l'échangeur de la VMC Double Flux : 62%**

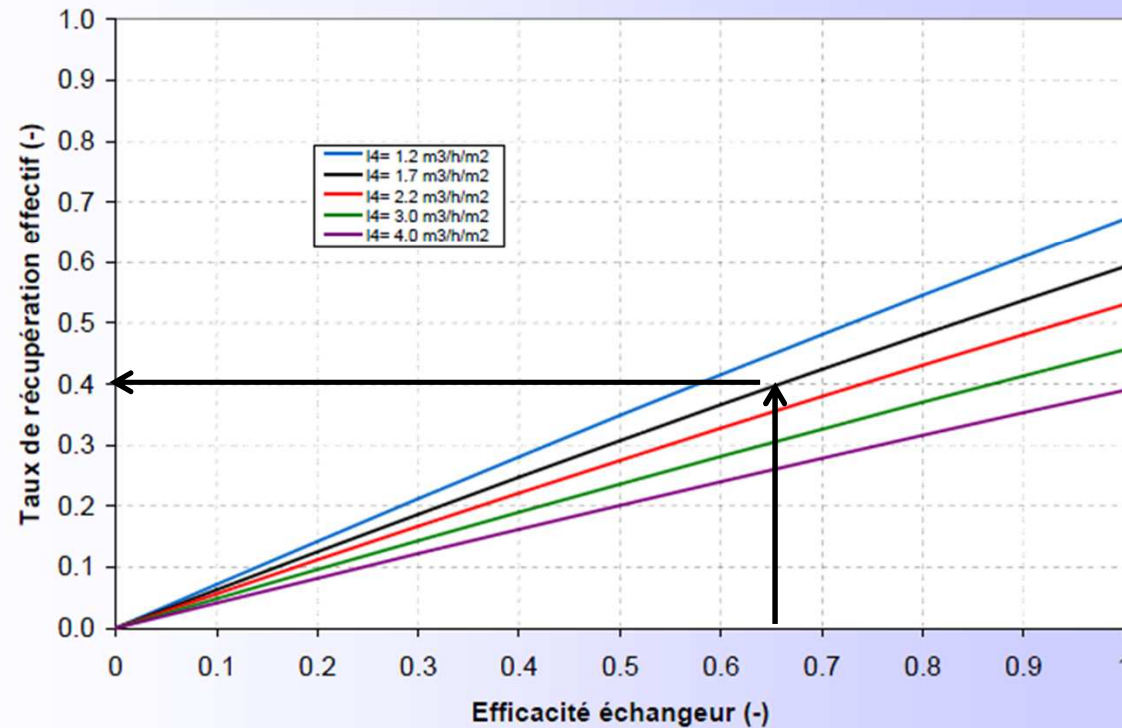
# Analyse sur l'efficacité du système de ventilation la pratique en tertiaire (I4 à 1.7 pour le BBC)

CETE  
de Lyon

centre  
d'Etudes  
techniques  
de l'Équipement

Implications et enjeux

## Efficacité de l'échangeur



13

# Bâtiment du CAUE74 : Le monitoring de la VMC DF

- L'évaluation des performances de la VMC Double flux en intégrant les consommations des ventilateurs nous amène à l'introduction de la notion de « COP » équivalent :

$$\text{« COP »} = \frac{\text{Energie récupérée}}{\text{Supplément d'Energie consommée par la ventilation}} = \frac{Q_{\text{récupérée via l'échangeur}}}{[W_{\text{elec}} \text{ ventilateurs DF}] - [W_{\text{elec}} \text{ Ventilateurs SF}]}$$

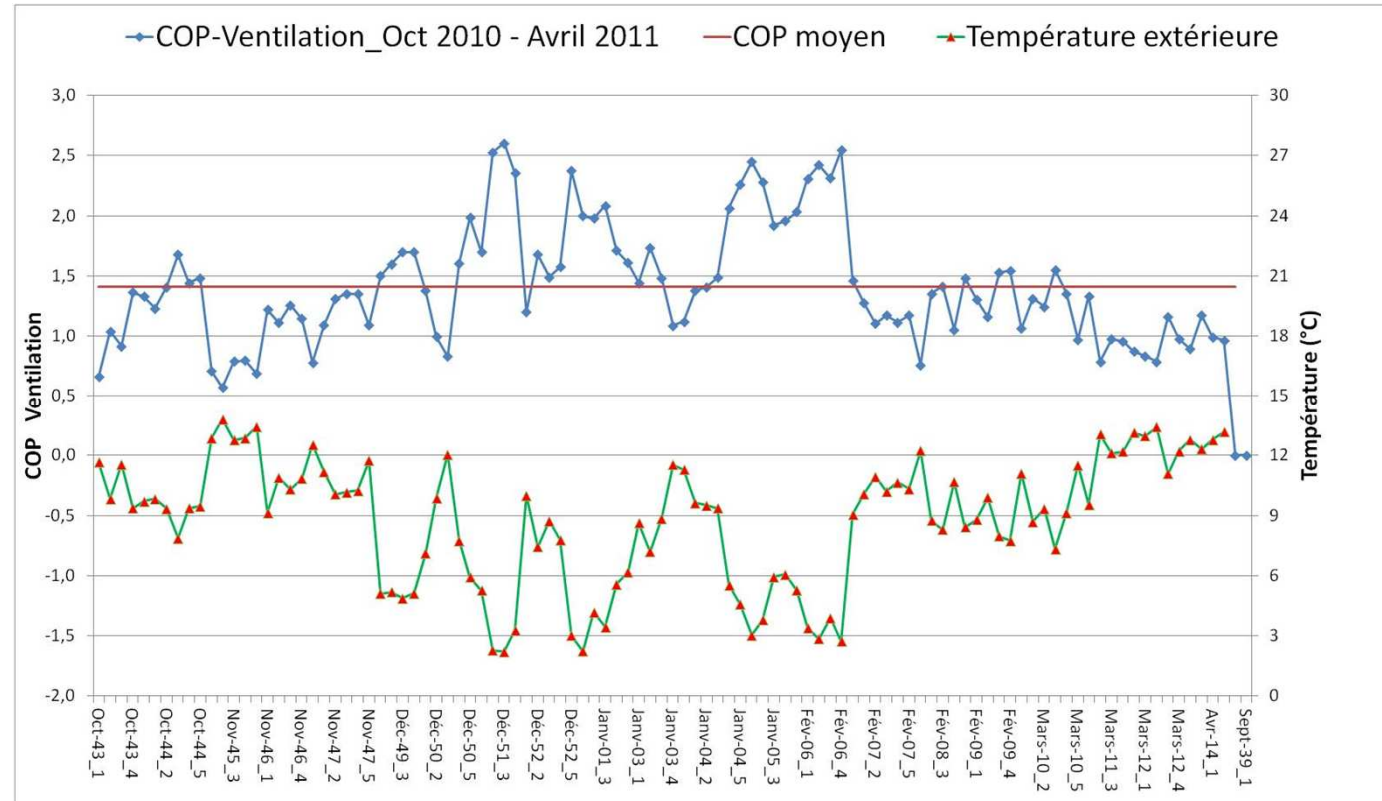
Ce « COP » tient compte des performances de la ventilation (moteur, variateur, ventilateur, pertes de charge etc..) et du taux de récupération de chaleur .

# Bâtiment du CAUE74

Système de ventilation d'air:

COP de la VMC double flux avec récupérateur d'énergie

Hypothèse pour une ventilation simple flux (puissance spécifique)  
**SFP = 0.25 W/(m<sup>3</sup>/h)**



'COP' =

Energie récupérée

$Q_{\text{récupérée}}$  via l'échangeur

Supplément d'Énergie consommée par la ventilation

$[W_{\text{elec}} \text{ ventilateurs DF}] - [W_{\text{elec}} \text{ Ventilateurs SF}]$

# Analyse sur l'efficacité du système de ventilation

Une ventilation double flux est impactée par d'autres paramètres que ses seuls composants intrinsèques de l'équipement :

- Le rendement enthalpique est à considérer car il est représentatif de la réalité d'usage,
- L'étanchéité à l'air des conduits de ventilation,
- Les pertes de charge dans les conduits,
- L'étanchéité à l'air du bâti,
- Les ventilations auxiliaires réduisant le débit d'air repris : ouverture des fenêtres, VMC SF des sanitaires dans le tertiaire (15% du débit soufflé), hottes par extraction dans le logement, etc..
- La qualité de maintenance,



# Conclusion sur l'efficacité du système de ventilation

Le système de ventilation doit être conçu et adapté à notre climat et nos pratiques :

- Le climat hivernal doit être sévère sur une longue période pour motiver une récupération de chaleur ,
- Les systèmes aérauliques doivent être optimisés,
- L'étanchéité à l'air du bâtiment et le système de ventilation doivent être en cohérence (un I4 au niveau BBC dégrade trop l'efficacité de l'échangeur par déséquilibre des débits, mais le niveau PassivHaus est satisfaisant),
- La maintenance doit s'adapter pour garantir la pérennité des systèmes (remplacement des filtres au lieu du nettoyage)
- Une analyse globale **énergétique et pas seulement thermique** doit être réalisée en conception (indicateur du type COP global),

# Conclusion sur l'efficacité du système de ventilation

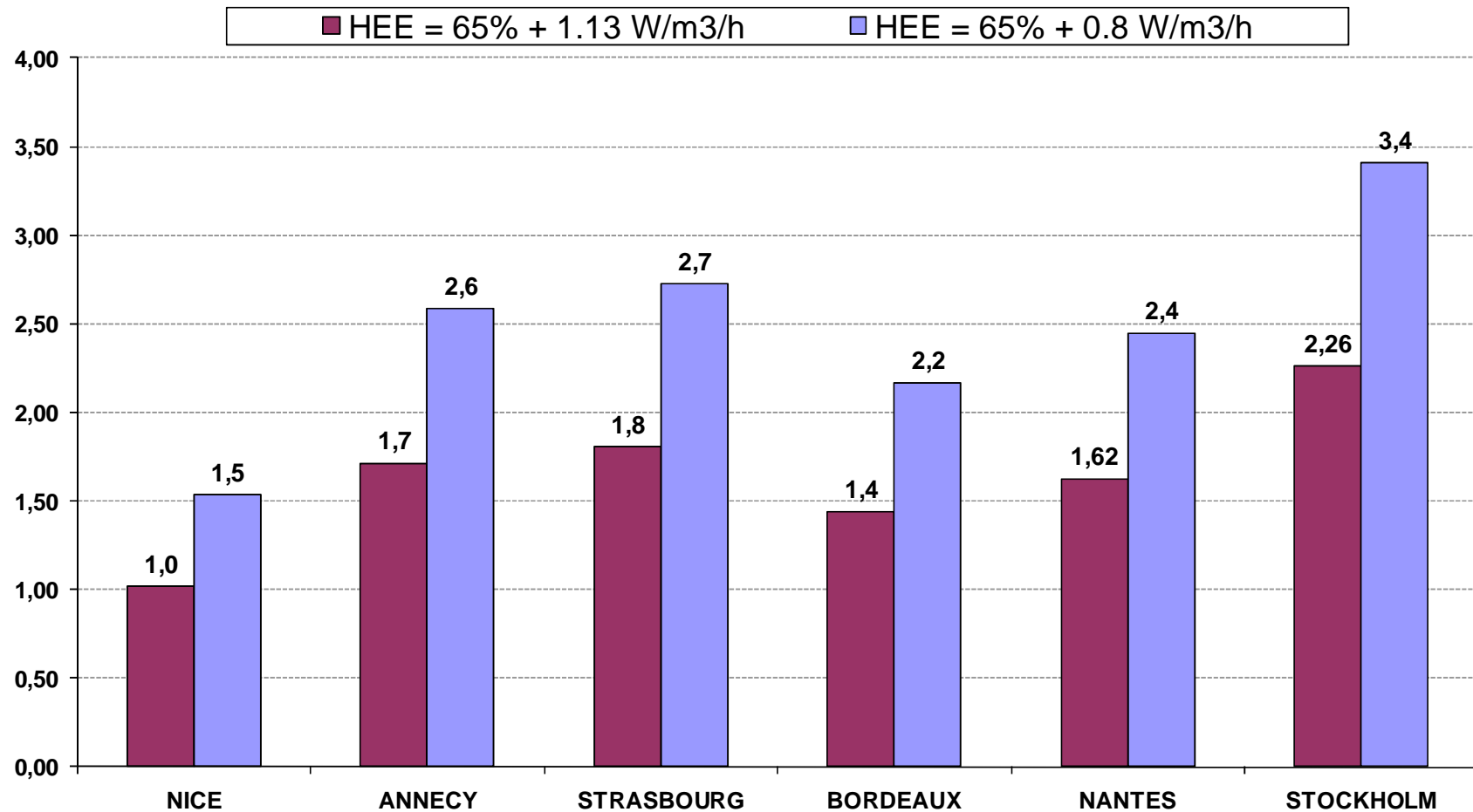
Le système de ventilation doit être conçu et adapté à notre climat et nos pratiques : exemple d'étude énergétique paramétrique :

- Un taux de récupération effectif de l'échangeur élevé (taux de récupération à 0.65)
- 2 niveaux de performance de l'aéraulique : SFP de 0.4 W/(m<sup>3</sup>/h) et 0.565 W/(m<sup>3</sup>/h) par ventilateur,
- 5 localisations sur le territoire français et une en Scandinavie

Calcul du COP annuel pour prendre en considération les performances des systèmes de génération.

# Conclusion sur l'efficacité du système de ventilation : étude paramétrique

## Annual heat recovery ventilation system COP



# Conclusion

- Le processus bâtiment actuel n'est pas adapté aux enjeux car les concepteurs n'ont pas accès aux résultats de leurs travaux,
- Les concepteurs ne disposent pas des outils de conception des systèmes leur permettant d'évaluer l'impact de leurs choix (simulation énergétique dynamique du bâtiment **et des systèmes**),
- Des solutions et des outils existent et doivent être validées sur des opérations pilotes pour être diffusés auprès des acteurs concepteurs,

.. .. reste à concrétiser « les bonnes intentions » tous ensemble!

**Merci de votre attention...**

**...Des questions**

Avec le soutien de



50 Avenue du Lac Léman 73377 Le Bourget du lac

# Bâtiment du CAUE74 : Le monitoring de la VMC DF

## CENTRALE DOUBLE FLUX CDFP N° 20

Position : HORIZONTALE AU PLAFOND

Montage : INTERIEUR

Disposition : HP3P.

Altitude : 0 m

Suivant catalogue CIAT

Double paroi : 25 mm et isolation laine minérale. Tôlerie galvanisée laquée RAL 7024 (gris graphite).

Centrale livrée avec support de fixation.

Comprenant :

### RECUPERATEUR A PLAQUES

- BY-PASS SUR AIR INTRODUIT

- Commande motorisée 

- SERVO-MOTEUR PROGRESSIF CONTACT FIN DE COURSE (230 V) -

- Servo-moteur non monté

- Débit nominal : 1900 m<sup>3</sup>/h (0.53 m<sup>3</sup>/s)

- Efficacité calculée : 62.04 %

- Puissance calorifique récupérée : 9.83 kW

### INTRODUCTION

- T° entrée air / Hr % : -5.0 °C / 90 %

- T° sortie air / Hr % : 10.5 °C / 28 %

### EXTRACTION

- T° entrée air / Hr % : 20.0 °C / 50 %

- T° sortie air / Hr % : 7.5 °C / 95 %

