



Avec vous,  
en réseau



**BUTAGAZ**



**ROCKWOOL®**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

Le projet

# Résidence Patio Lumière

Maitre d'ouvrage : Bouygues Immobilier

ZAC de Bonne à Grenoble (Réhabilitation d'une caserne militaire)

43 logements (R+7)

BE Fluides : Cabinet ENERTECH

Projet Européen Concerto

Instrumentation de logements (mai 2009 à mai 2010)



Performances :

Label Qualitel THPE RT 2005 (Cepref -20%)

Conso chauffage utile estimée (sortie échangeur) : 42,5 kWh/m<sup>2</sup>.an

## Enveloppe

Mur	0,20 W/m <sup>2</sup> .K
Plancher	0,245 W/m <sup>2</sup> .K
Toiture	0,13 W/m <sup>2</sup> .K
Menuiseries	1,7 W/m <sup>2</sup> .K
Ubat	0,671 W/m <sup>2</sup> .K

## Equipements

Ventilation

Double flux

Pmax estimée : 24 W/m<sup>2</sup>

Chauffage

Mini-cogénération + appoint chaudière gaz  
Emission par Batterie terminale eau (Ubio)

ECS

Capteurs solaires (53 m<sup>2</sup>) + Appoint



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

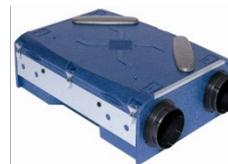
# Récupération d'énergie & Retour d'expérience

## Les intérêts du projet

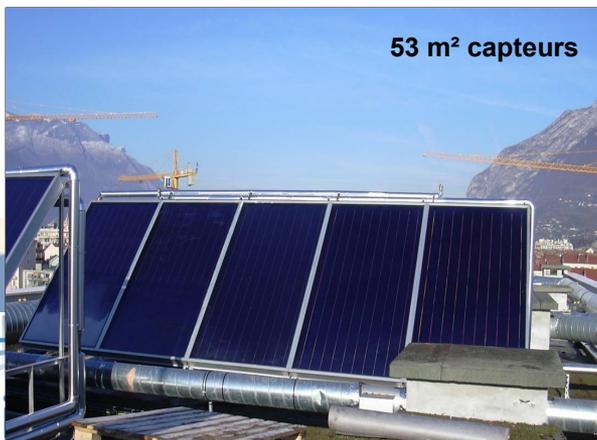
**Suivi et analyse précis  
(rapport de campagne de mesures)**



**Un système double flux de ventilation  
et de chauffage innovant**



**Solaire thermique pour l'ECS**



**Production de chaleur par mini-cogénération (suivi GEG)**



Pelec : 18 kW  
Pchauf : 34 kW

# Confort d'hiver

**Température d'ambiance : 95% des valeurs mesurées dépassent la valeur réglementaire de 19 degrés Celsius**

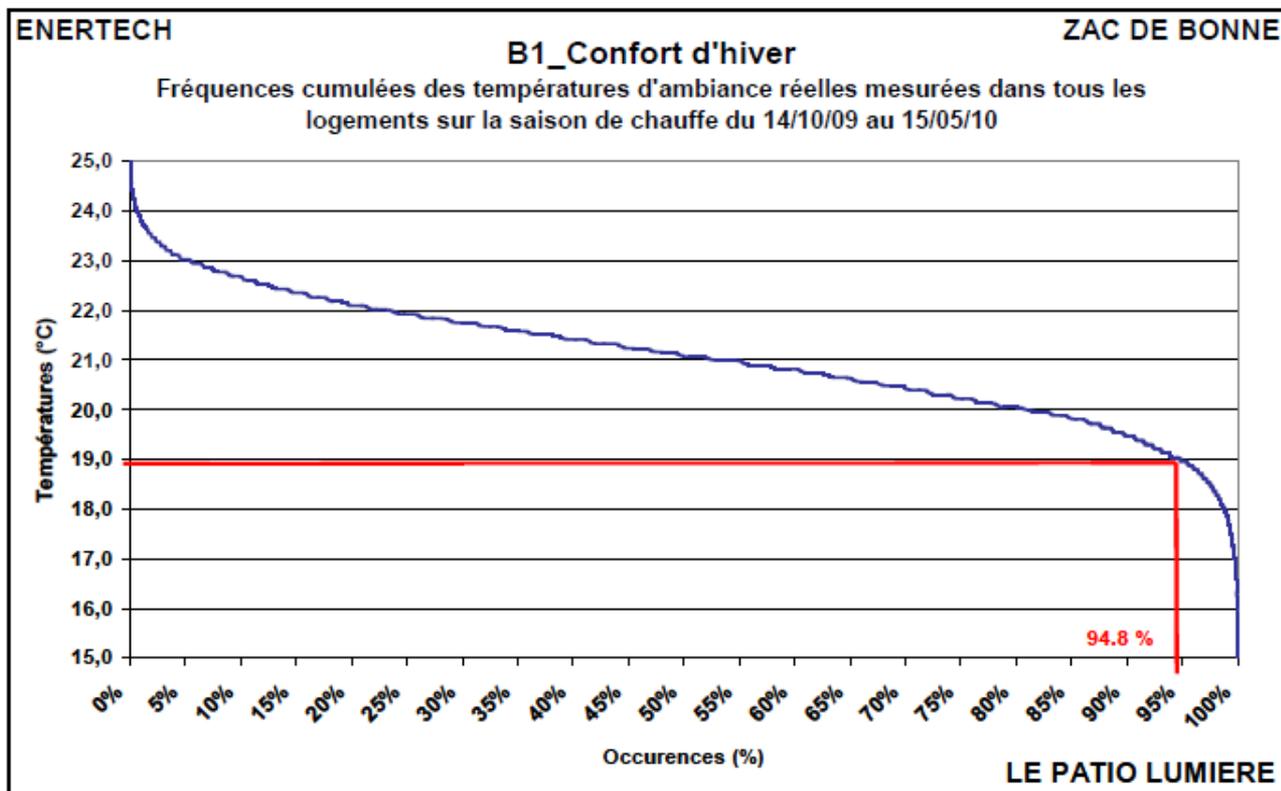


Figure 4.1.1 : Fréquences cumulées des températures intérieures en hiver

# Confort d'hiver

**Température de consigne :**  
Près de 77% du temps, température de consigne > 19 degrés

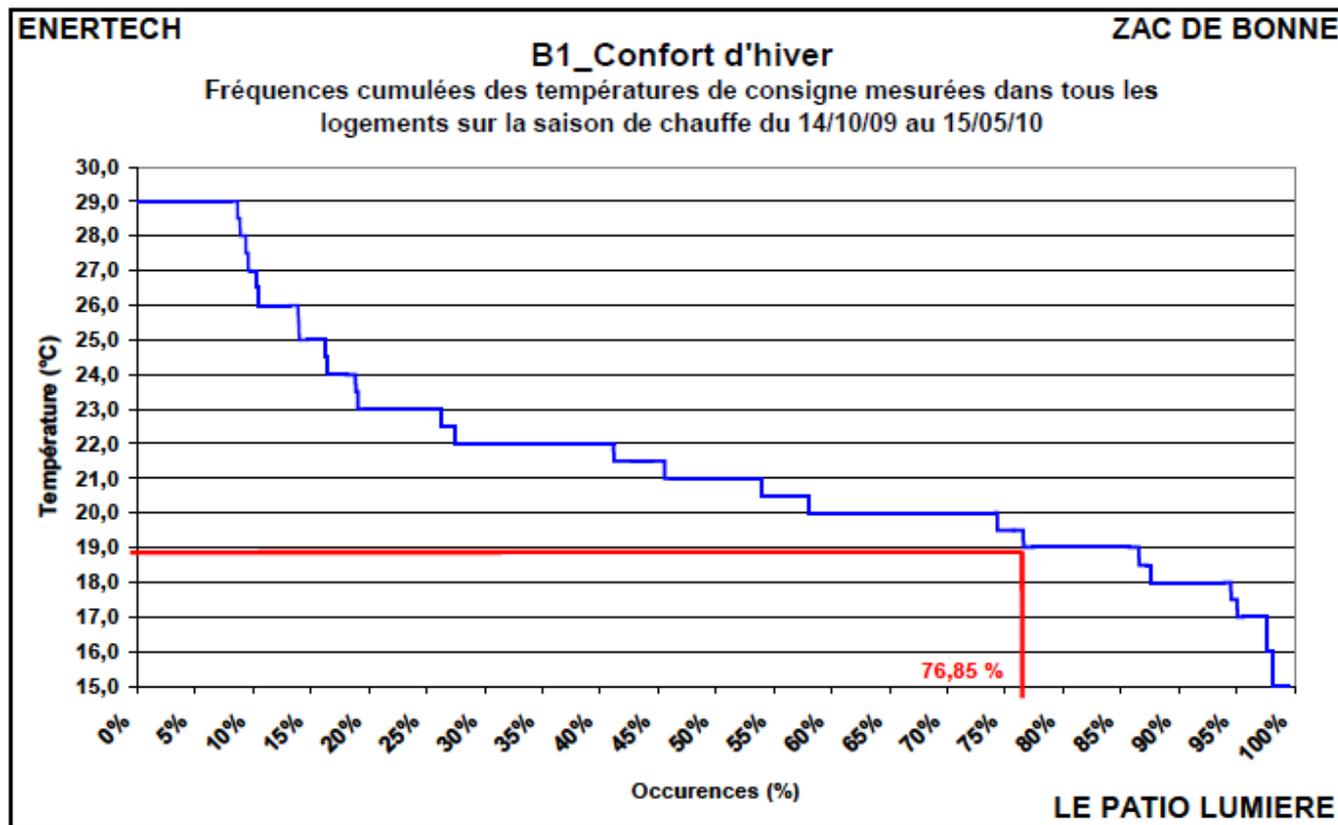


Figure 4.1.2 : Fréquences cumulées des températures de consigne en hiver

# Retour d'expérience Patio Lumière

## Confort d'été

Température intérieure  
> 28 degrés pendant moins de 8%

## Inégalité de confort selon les appartements

- Inoccupation
- Orientations
- Défaut de ventilation : pas de by-pass sur l'échangeur
- Consommations électrodomestiques
- Stratégie de ventilation/d'occultation des ouvrants de l'utilisateur

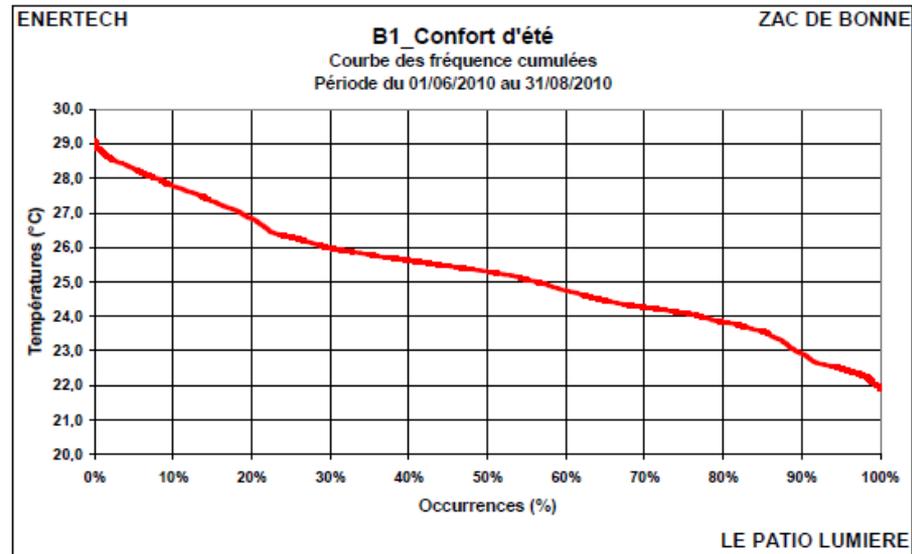


Figure 4.1.7 : Fréquences cumulées de la température moyenne mesurée dans les logements en été

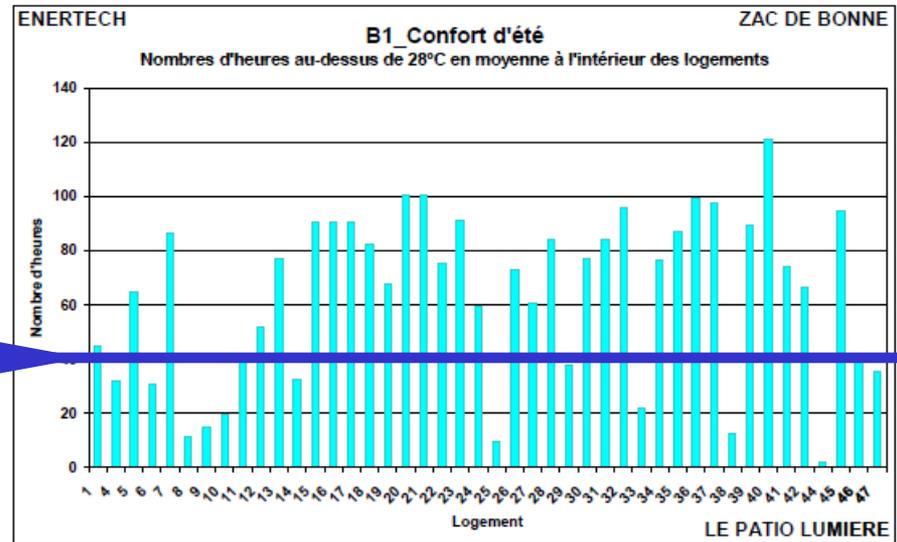


Figure 4.1.8 : Nombre d'heures où la température intérieure mesurée dans les logements dépasse 28°C sur la période 01/06/10-31/08/10

# Consommations réelles de chauffage

Consommation supérieure de 35% par rapport à l'objectif

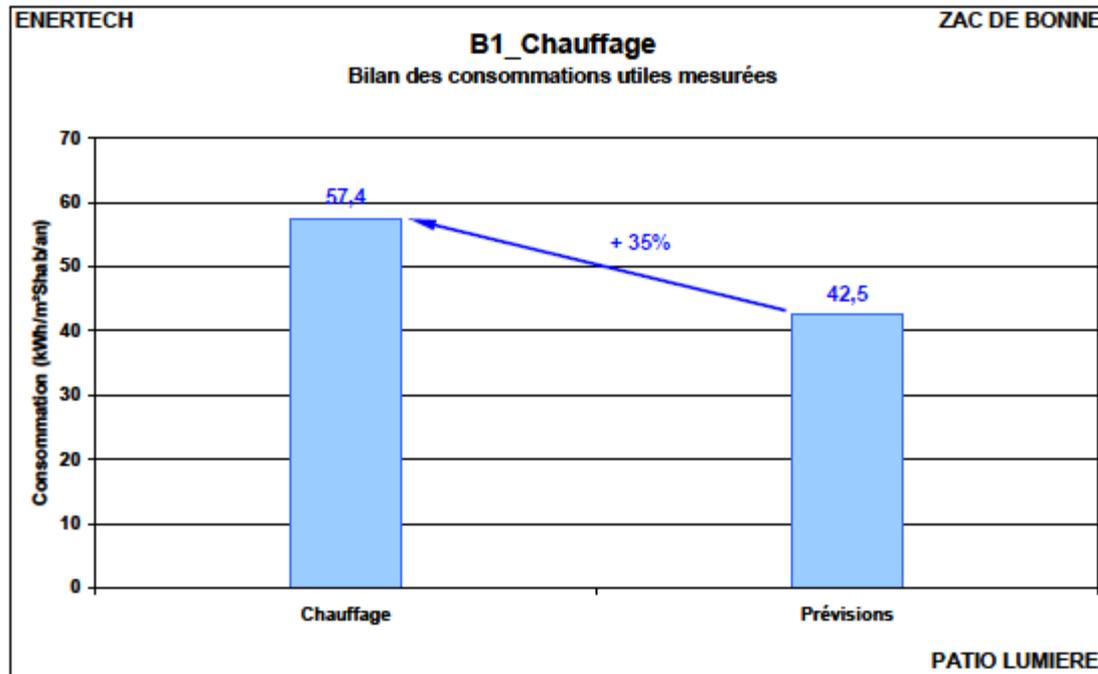
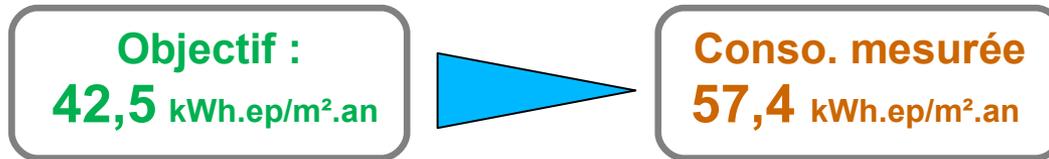


Figure 4.3.2 : Niveau des consommations de chauffage (énergie utile)

# Analyse des écarts de consommation

- **Un hiver 2010** considéré comme froid, mais...  
... **plus chaud** que la moyenne du fichier météo Météonorm (1960-90)  
utilisé pour la simulation dynamique
- In situ, des conditions météorologiques présentant des températures plus faibles =>  
**Phénomène d'îlot de chaleur urbain**

Conso. corrigée  
**65,8 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an**

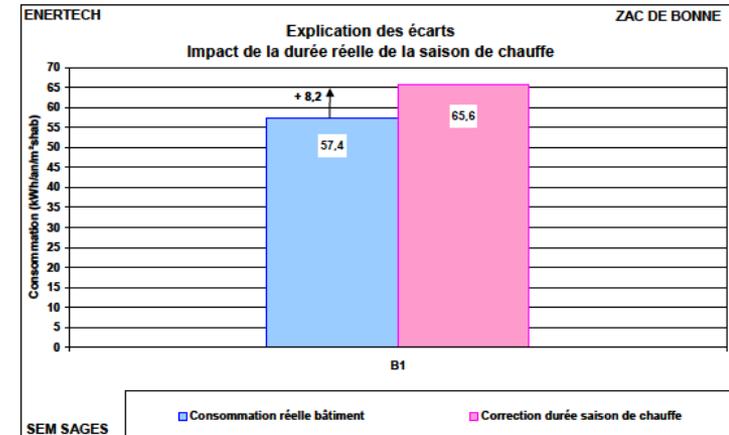
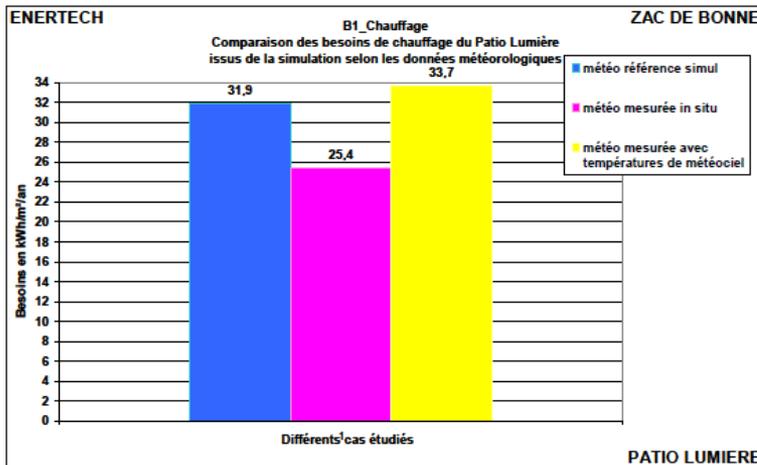
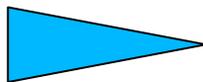


Figure 4.3.6 : Impact des conditions météorologiques réelles sur la consommation de chauffage

# Analyse des écarts de consommation

Objectif :  
**42,5 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an**

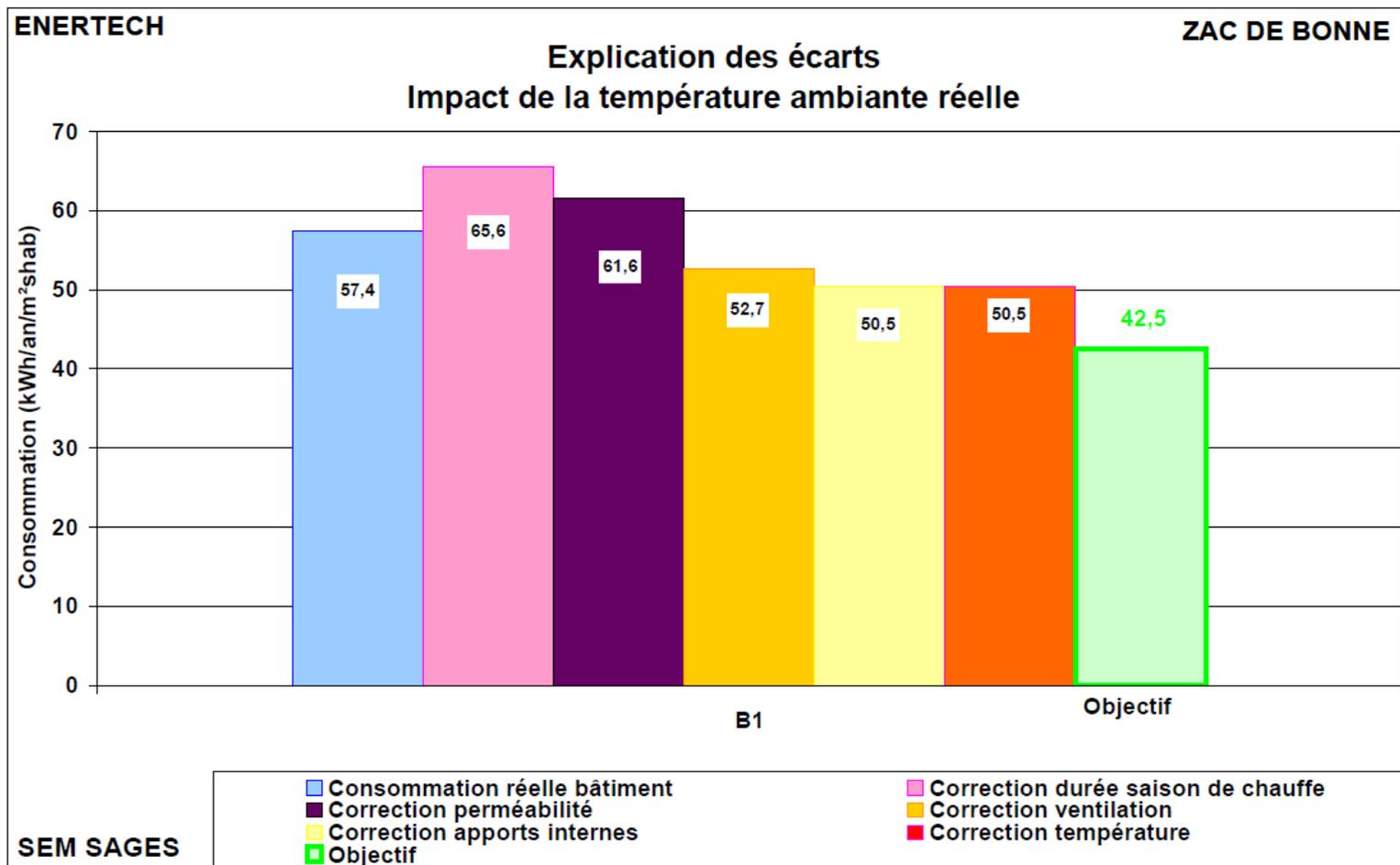


Conso. corrigée  
**65,8 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an**

## Estimation des écarts :

- **Perméabilité à l'air de l'enveloppe (pas d'effort spécifique)** + 4 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an
- **Défaut de ventilation (diminution du débit d'extraction minimale, augmentation des débits infiltrés, récupération d'énergie réduite)** + 8,9 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an
- **Apports internes inférieurs aux prévisions** + 2,2 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an
- **Qualité du bâti et systèmes mise en œuvre** + 8,5 kWh.ep/m<sup>2</sup>.an

# Analyse des écarts de consommation



**Pour plus de détails, consulter le rapport de campagne**

<http://www.enertech.fr/rubrique-Bilan+%E9nerg%E9tique+mesur%E9+toutes+%E9nergies-8.html#page>

## Ventilation & Chauffage

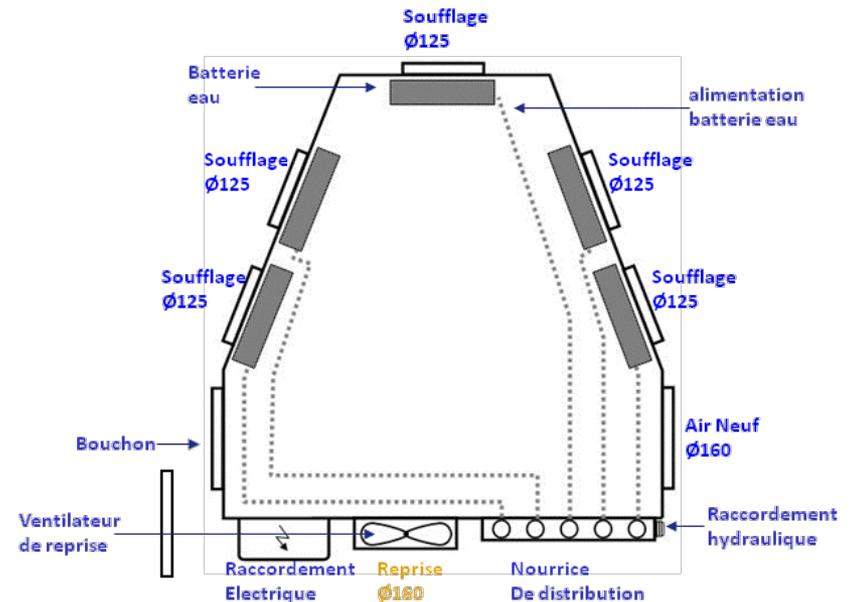
# Systeme double flux



**Échangeur de chaleur** situé en faux-plafond  
Rendement nominal 90 % de récupération de l'énergie de l'air extrait

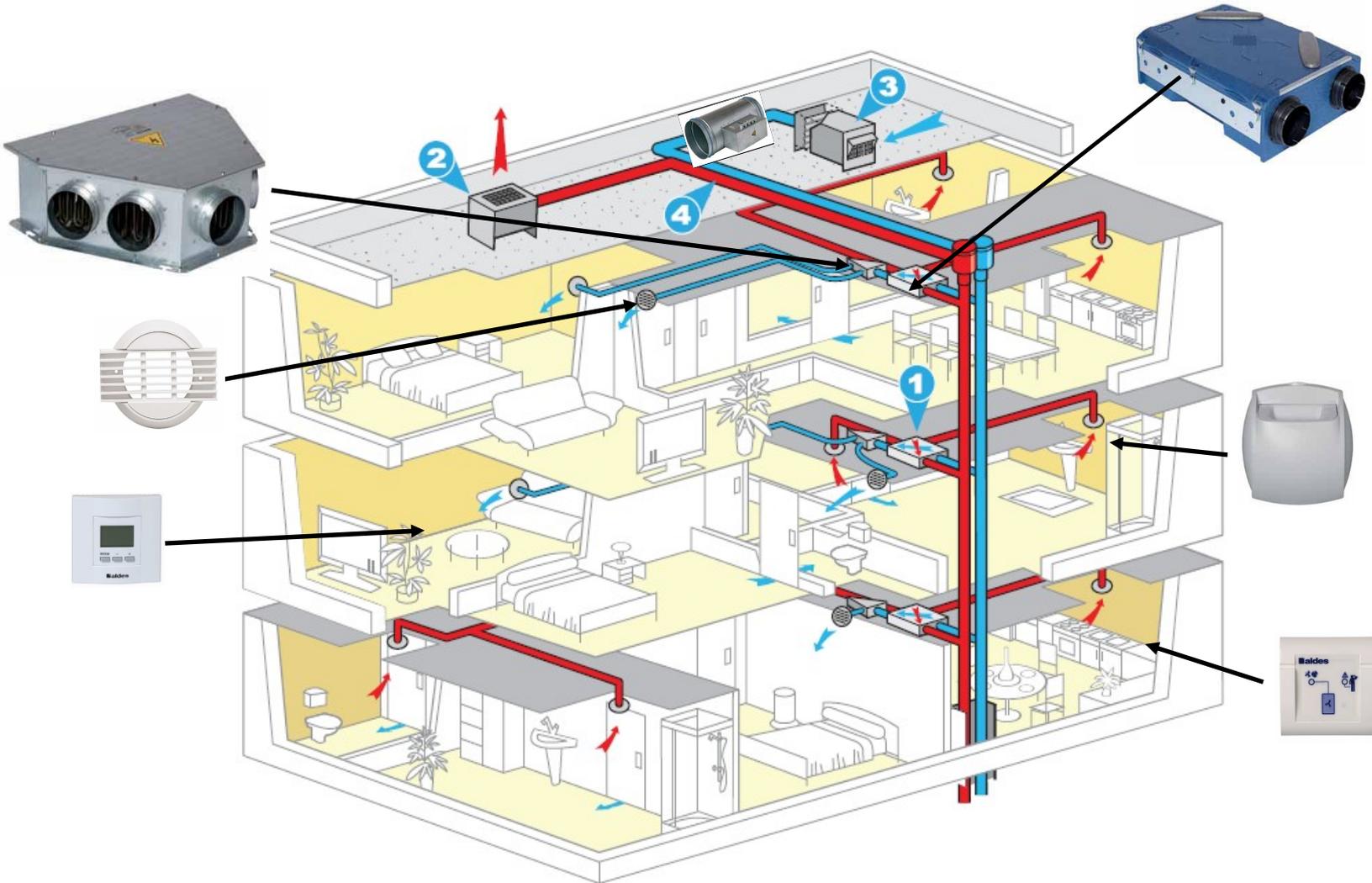


**Module terminal de chauffage à eau chaude** en aval de l'échangeur positionné sur le réseau d'insufflation  
Batterie indépendante par bouche de soufflage  
Régulation pièce par pièce

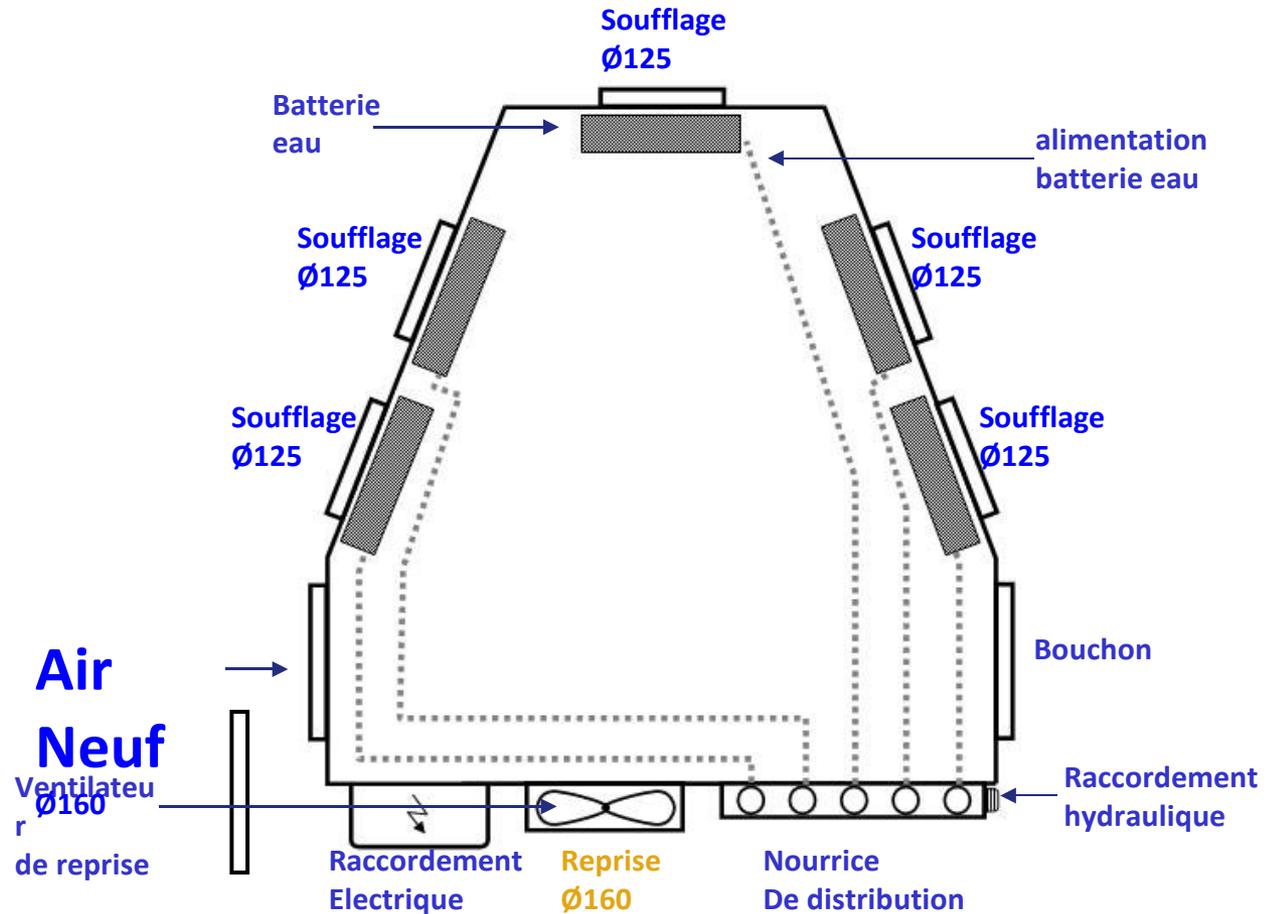


# Ventilation & Chauffage

## Système double flux



# Systeme double flux

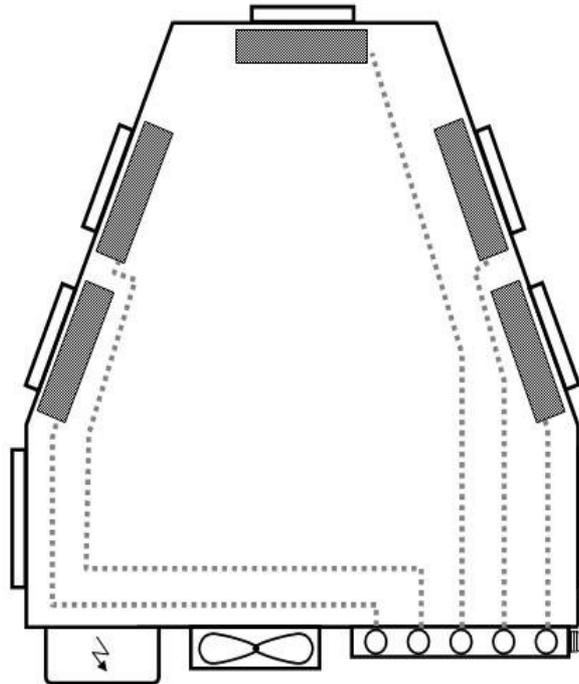


# Systeme chauffage terminal eau chaude

## Mode ventilation

Débit = 20 m<sup>3</sup>/h par grille de soufflage

Air neuf depuis l'échangeur de chaleur



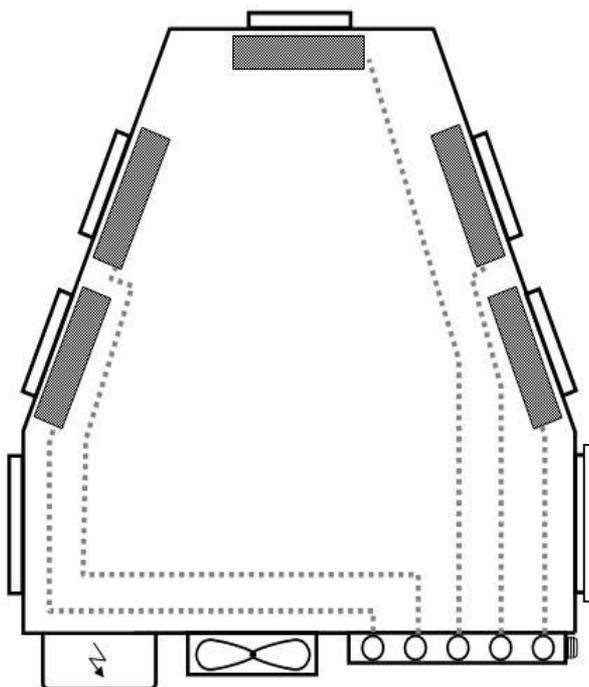
Répartition par pièce de l'air neuf

# Systeme chauffage terminal eau chaude

Mode chauffage (pièce par pièce)

Débit = 20 m<sup>3</sup>/h par grille de soufflage

Air neuf depuis l'échangeur de chaleur

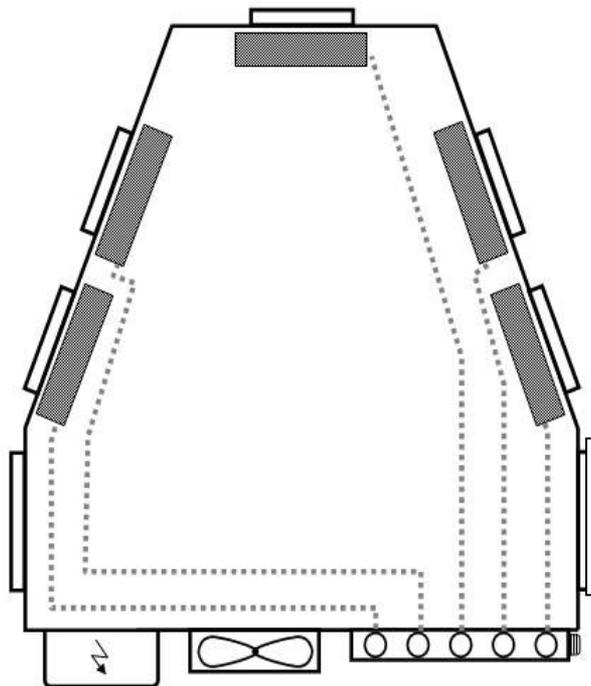


Batterie eau chaude par pièce principale pilotée par thermostat individuel

# Systeme chauffage terminal eau chaude

Mode chauffage (si besoin de chauffage important)

Débit = 60 m<sup>3</sup>/h par grille de soufflage



Ventilation d'appoint (recyclage)

En fonctionnement

# Ventilation & Chauffage

## Photos



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Systeme double flux – Retour d'experience

## Des resultats positifs :

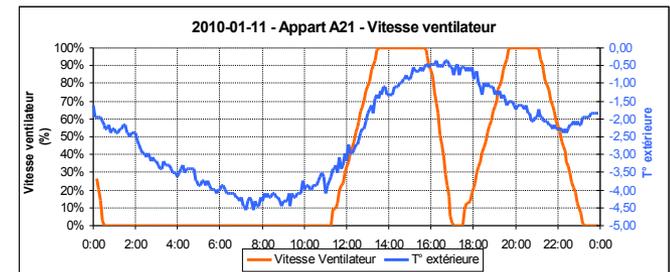
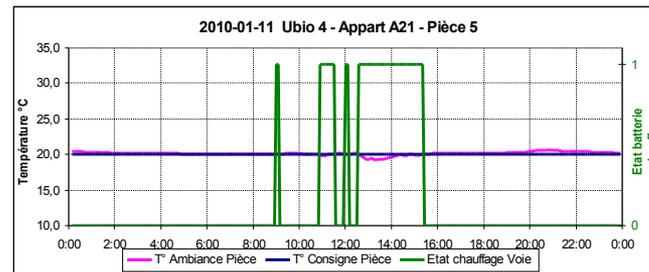
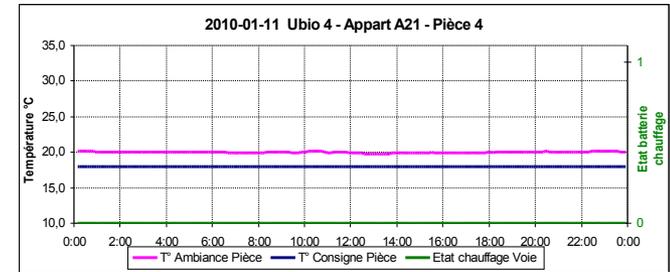
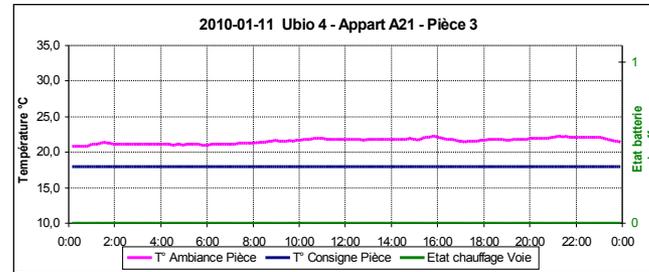
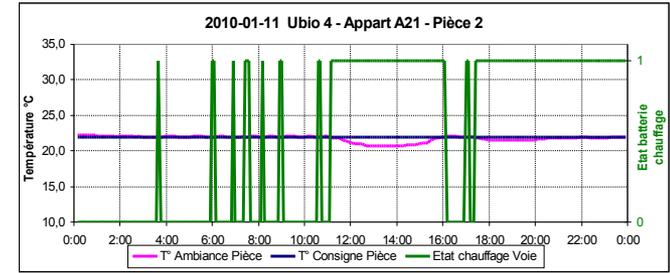
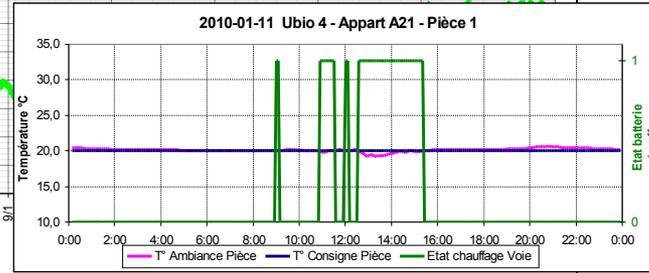
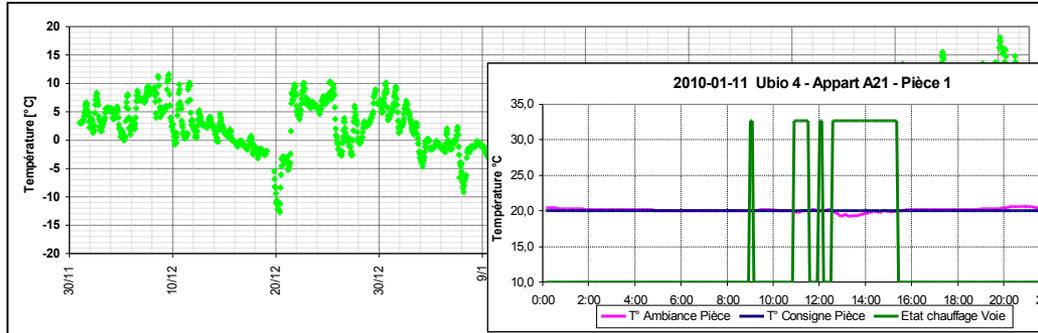
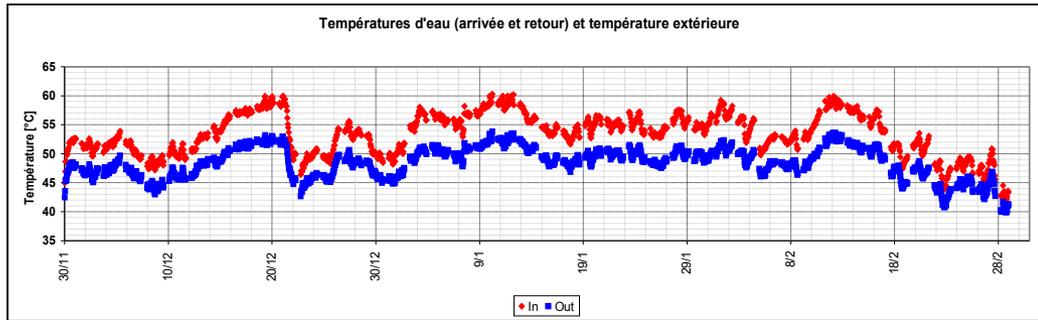
- Satisfaction du confort et de la gestion de la temperature par les occupants,
- Bonne regulation terminale (faible hysteresis).

## Les points de vigilance identifies sur l'operation :

- Probleme de batteries antigivre (reglage de la temperature de consigne),
- Acoustique du ventilateur d'appoint,
- Mise en chauffe en periode froide (montee en temperature du beton),
- Etanchéité des reseaux (Reprises).



# Systeme double flux – Retour d'expérience



# Systeme double flux – Perspectives

## Évolutions produits et conception système :

### Module de chauffage :

- Modification de la conception du ventilateur de recyclage (Isolation acoustique)
- Changement de positionnement du ventilateur de recyclage (Raccordement par flexibles acoustiques)

### Échangeur :

- Forte incitation à prévoir le by pass de l'échangeur (Free Cooling)

### Réseau :

- Préconisation systématique de l'emploi des accessoires de réseaux à joints
- Nouveau design des bouches de soufflage



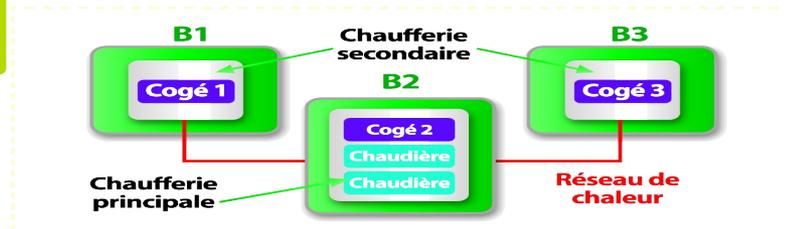
# Chauffage par Micro-cogénération

4 îlots, 11 bâtiments, 640 logements, près de 43 000 m<sup>2</sup> habitables

**Projet Concerto : Forte volonté de solutions décentralisées**

- 4 chaufferies principales + 5 « chaufferies secondaires », avec au total 9 avec micro-cogénération,
- 9 opérations différentes (9 promoteurs, 7 BET, équipements secondaires différents, ...)

**Solution mise en œuvre par GEG (conception/installation/exploitation) « vente de chaleur à partir de mini-cogénération »**

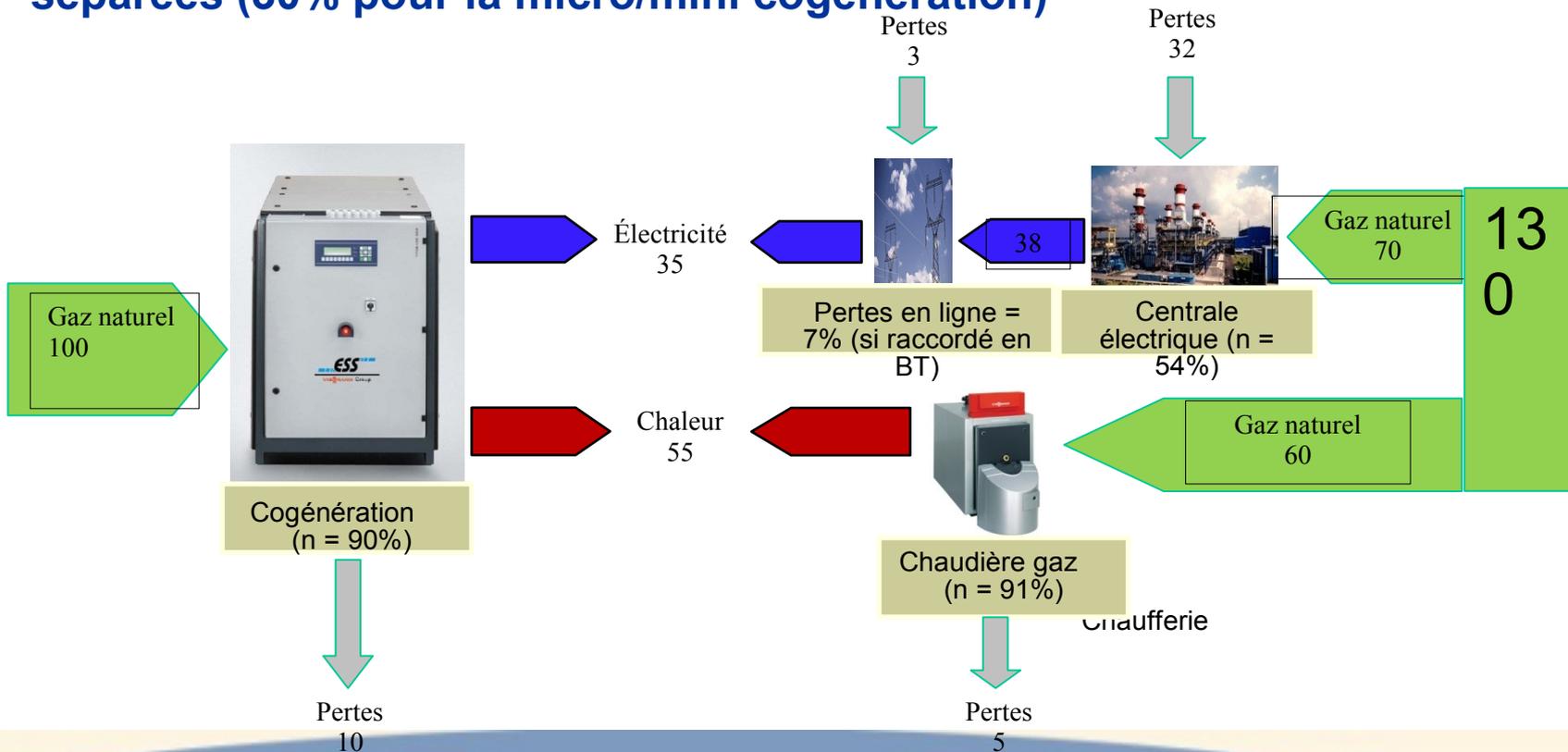


# Chauffage par Micro-cogénération

Rappel

**Production simultanée de chaleur et d'électricité**

**Rendement global supérieur que celui résultant de filières séparées (30% pour la micro/mini cogénération)**



# Chauffage par Micro-cogénération

Rappel

**Enceinte compacte, monobloc, prête à raccorder , intégrant les éléments nécessaires pour :**

- Produire de l'électricité (courant alternatif triphasé BT 400V-50Hz)
- Récupérer de l'énergie thermique (max eau chaude 90°C)
- Réguler le fonctionnement du groupe (modulation de 50% à 100%)

**Gamme de produits 5 kWe - 250 kWe** (puissance thermique variant entre 1,2 et 2,5 fois la puissance électrique)

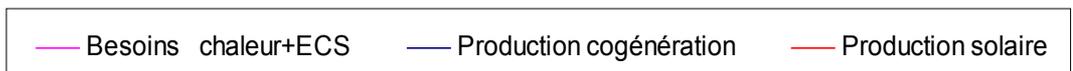
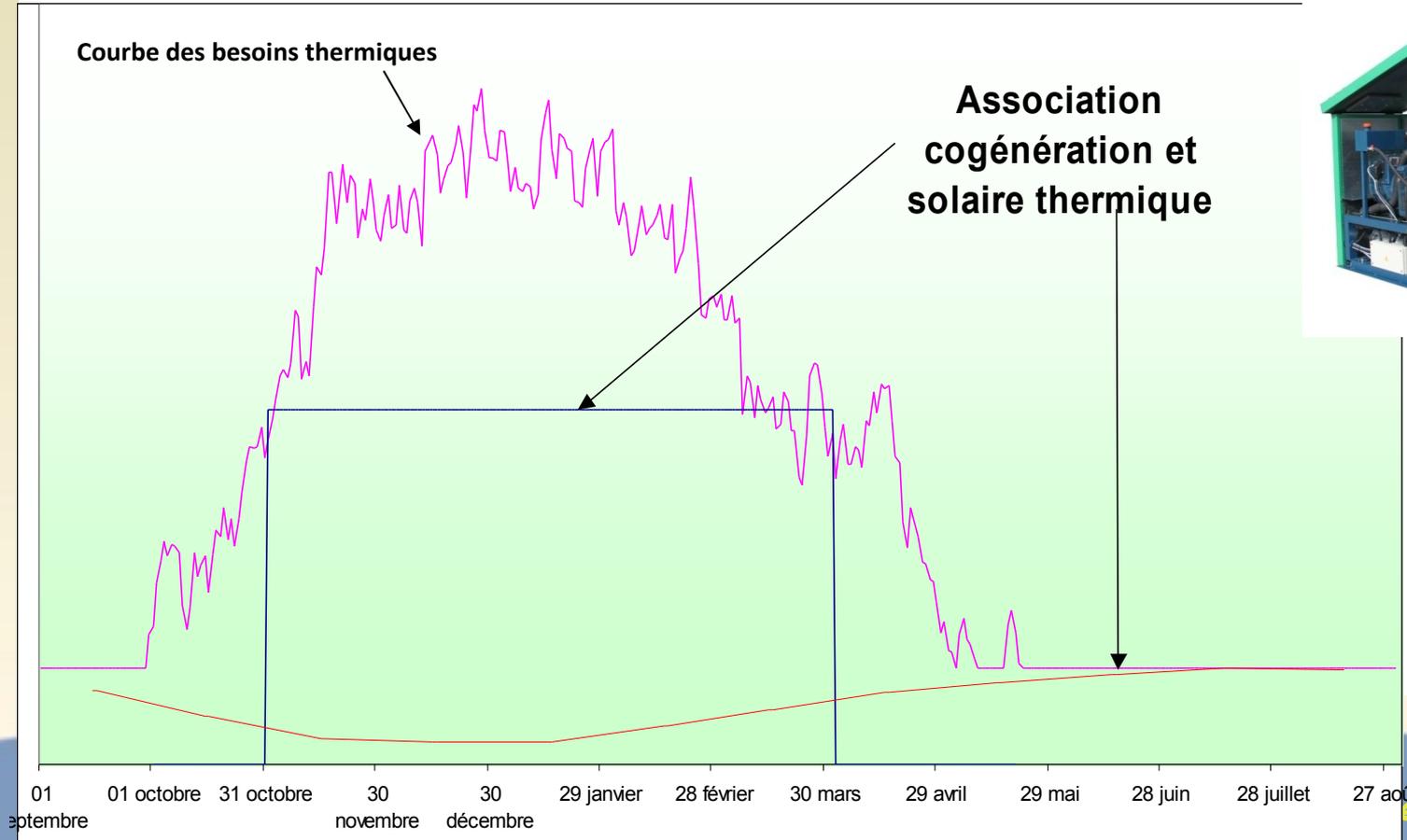
**Rendement global autour de 90% sur PCI**

- Rendement électrique entre 30 et 35%
- Rendement thermique entre 50 et 60%

**Revente et/ou autoconsommation de l'électricité produite**

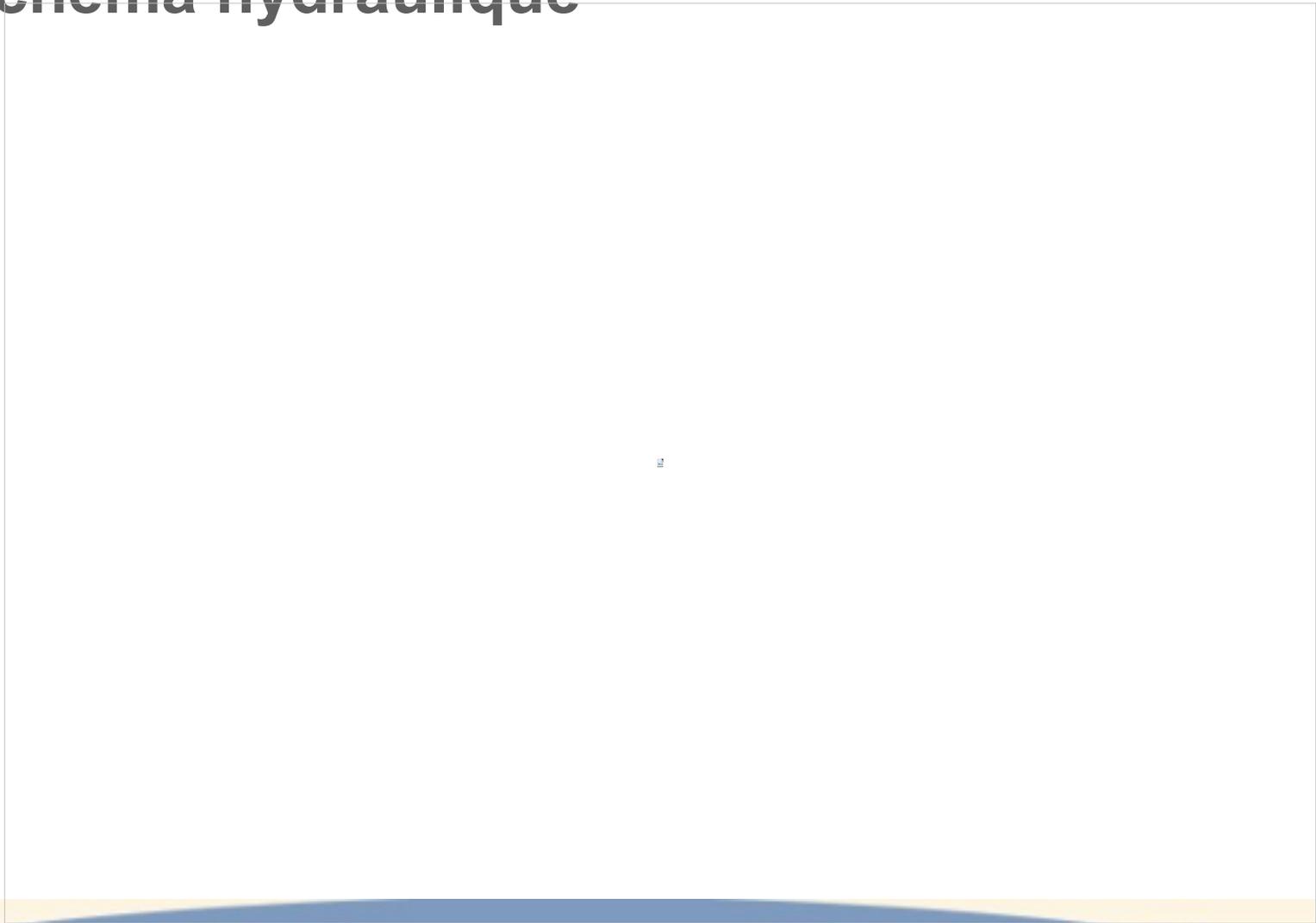
# Mini-cogénération – Retour d'expérience

**Dimensionnement inscrit dans le système tarifaire français des OA cogénération (5 mois), et conditionné par les besoins de chaleur estimés**



Chauffage et ECS

# Schéma hydraulique



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Schéma hydraulique

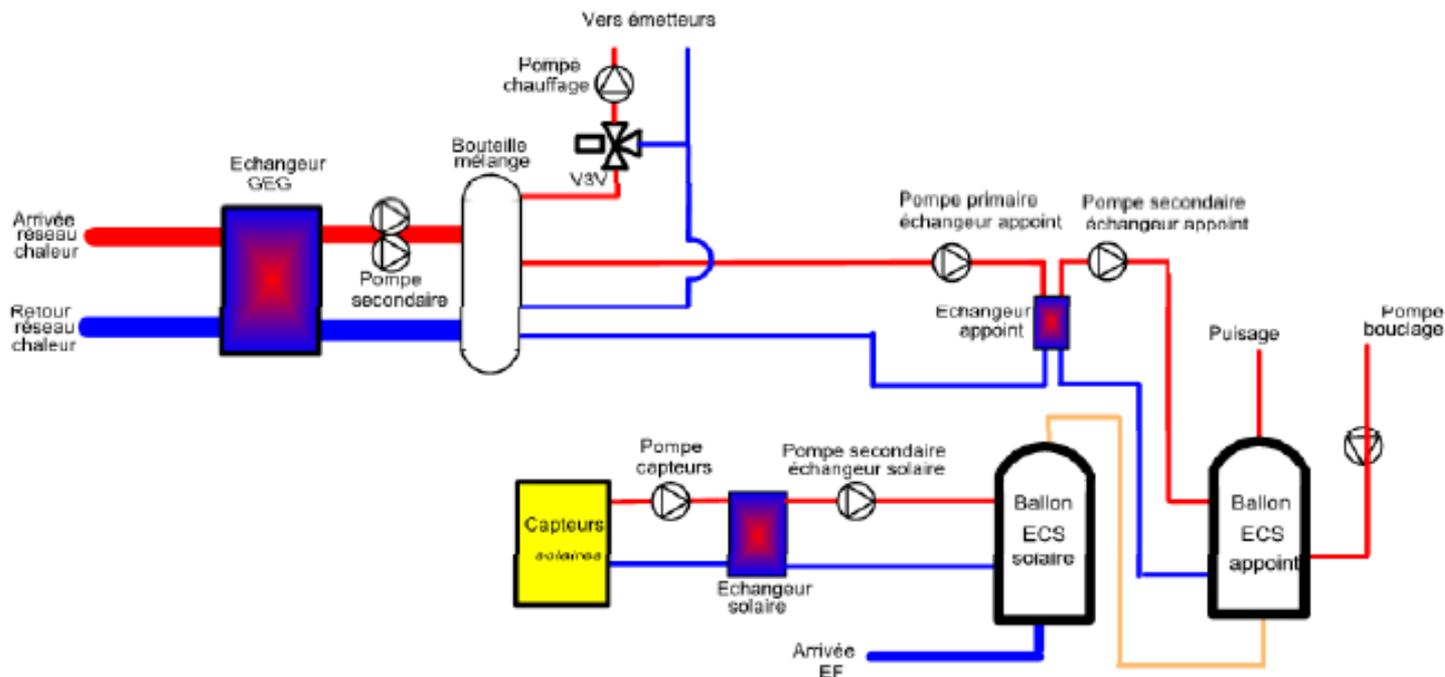


Figure 4.3.1 : Schéma de principe de la sous-station de l'immeuble B1-Patio Lumière

# Mini-cogénération – Retour d'expérience

## Travaux d'optimisation des installations

- Isolation des échangeurs,
- Régulation des températures de consigne en fonction de la température extérieure (pose et mise en en service courant juin 2010).

## Télé-contrôle des installations

- Analyse des performances et des défauts éventuels des machines,
- Le contrôle des courbes de température permet d'optimiser le fonctionnement des cogénérations en jouant notamment sur les réglages du débit en sorte d'abaisser le Temp. de retour en dessous des 71°C à laquelle les cogénérations s'arrêtent.



# Mini-cogénération – Retour d'expérience

## Des résultats concluants

**Rendement élec** : en phase avec les prévisions

**Rendement thermique** : des incertitudes dues aux imprécisions de comptage + valeur PCS du gaz

**Disponibilité** : prévisionnel calculé 85% (compte tenu de la régulation besoin chaleur en intersaison) proche d'être atteint (une panne importante sur B2)

Saison 2011/2012

		Puis.			Production MWh			Rendement PCG			Disponibilité nette
		Co g é (kW <sub>e</sub> )	Co g é (kW <sub>th</sub> )	Chaud (kW <sub>e</sub> )	Élec. Co g é.	Therm. Co g é.	Therm. par itot	Électrique Co g é.	Thermique Co g é.	Global (Co g é.)	
Tot A	A	70	114	560	215,5	402,6		29,8%	55,4%	85,2%	87,9%
	A <sub>2</sub>	18	34		53,3	93,8	740,6	31,3%	45,5%	76,8%	88,0%
Tot B	B	18	34		43,0	75,0		28,3%	49,7%	78,1%	79,7%
	B <sub>2</sub>	30	65	560	58,8	118,8	569,1	26,8%	54,2%	81,0%	55,9%
Tot C	C <sub>1</sub>	18	34		46,4	60,2		30,3%	39,3%	69,6%	92,2%
	C <sub>2</sub>	18	34		47,8	81,5		26,1%	44,7%	70,9%	80,5%
	C <sub>3</sub>	30	65	560	114,4	228,9	636,0	28,1%	56,5%	84,6%	81,8%
Tot H	H	18	34		48,8	82,4		31,6%	53,3%	84,9%	77,2%
	H <sub>2</sub>	70	114	560	207,7	410,5	702,8	31,8%	36,3%	68,1%	89,5%
TOTAL ZdB		290	528	2240	835,8	1 553,7	2 648,5	29,7%	48,4%	78,1%	83,0%

# Mini-cogénération – Perspectives

## Des caractéristiques intéressantes

- Rendement de 145% sur Ep
- Solution mature (40.000 unités vendues en Europe)
- Enceinte « prête à raccorder », insonorisée, compacte, monobloc
- Production d'électricité au moment opportun (réduction émissions CO2 et pointe élec.)

## Solution valorisée dans les mécanismes réglementaires

(RT Existant, RT 2012, fiche CEE, crédit d'impôt pour micro cogé < 36 kVA en rénovation, Soutien de l'Europe – Impulsion auprès de ses états membres (Directive relative à l'efficacité énergétique 2012))

## Un intérêt grandissant des Maîtres d'ouvrage dans le contexte actuel

(en particulier en autoconsommation)



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*



# Mini-cogénération – Perspectives

## Positionnement technico-économique RT 2012

### Immeuble de 34 logements (R+4 - 2780 m<sup>2</sup>) à Nantes

Exigences réglementaires (avant 2015) :

BBio < BBio max = 60

Cep < Cep max = 56,9

Pour les bâtiments produisant localement de l'électricité, Cep < Cep max + 12 = 68,9

Systemes	Bbio	Prod. Elec. kWh.ep/m <sup>2</sup> .an	Cep kWh.ep/m <sup>2</sup> .an	Coût inv. Bâti/systemes K€
Chaudière collective condensation ECS solaire collectif	57,7	0	46,4	578,3
PAC-Gaz absorption / chaudière collective condensation	57,7	0	52,7	531,8
Mini-cogénération / chaudière collective condensation	57,7	30,5	34,6	563,5

# Immeuble Le Patio

## Conclusions

**L'instrumentation des bâtiments performants et des innovations technologiques est un outil indispensable pour**

**Optimiser et faire évoluer les bonnes pratiques,**

**Optimiser et faire évoluer les solutions,**

**Informers les acteurs de la filière (résultats / perspectives).**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

## RESIDENCE DINETARD

Olivier BROGGI GRDF

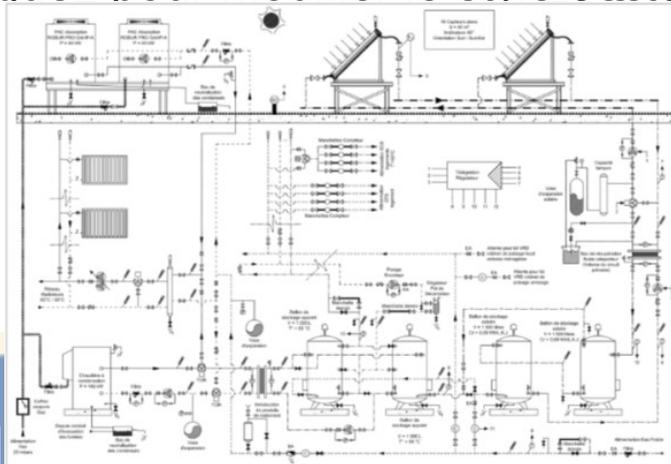
Cliquez pour modifier le style des sous-titres du masque



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

## PAC absorption gaz

Cliquez pour modifier le style Les sites à Résidence Directard  
à Toulouse



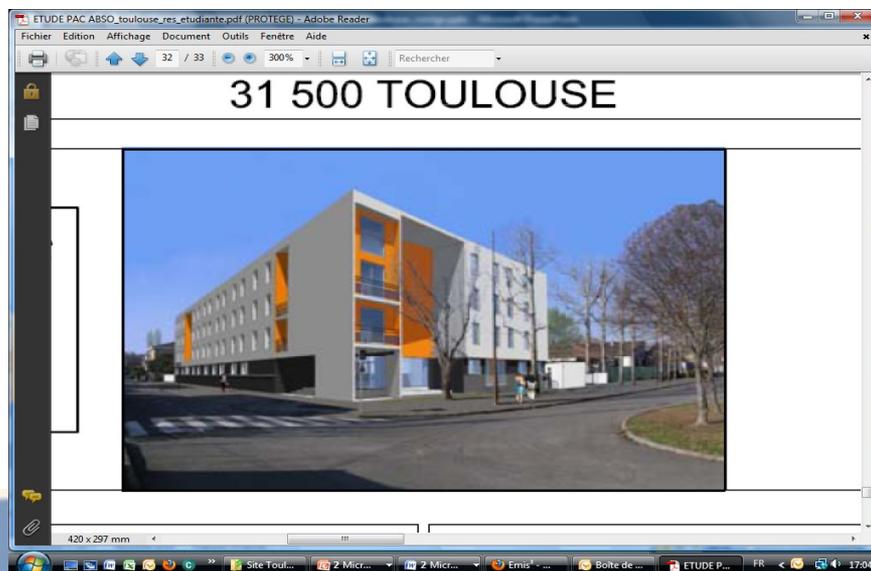
□ **SOMMAIRE**

- Le site instrumenté
- Etudes de dimensionnement : 1, 2 ou 3 PAC ??
- La solution choisie
- La régulation de l'installation
- Le confort
- La performance énergétique
- L'impact des auxiliaires électriques
- Les axes d'amélioration

## ■ Le site instrumenté

- Le site instrumenté est une **résidence pour étudiants** d'une **superficie de 2200 m<sup>2</sup>** située rue Dinetard à **Toulouse (31)**.
- Elle comporte **4 étages (R+3)** et est composée de **119 logements de type T1**, un logement pour le gardien de type T4 et plusieurs locaux communs (salles de travail, laverie...).
- Le bâtiment est **chauffé mais non climatisé**.

BET Fluides  
ATMOSPHERES



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

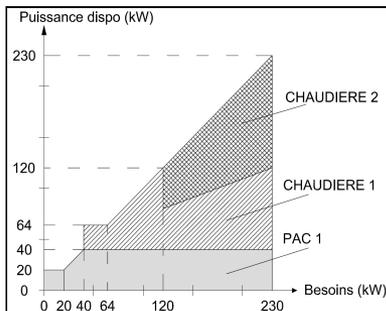


*Enseignements et retours d'expérience  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

■ Études de dimensionnement : 1, 2 ou 3 PAC ??

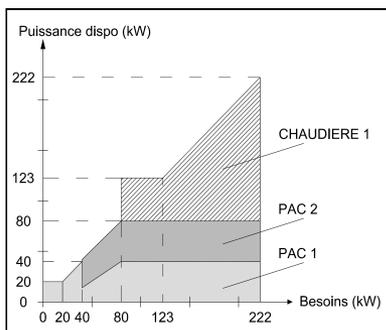
➤ **Solution de référence :**

2 chaudière à condensation de 110 kW ;  
ECS solaire.



➤ **1 PAC :**

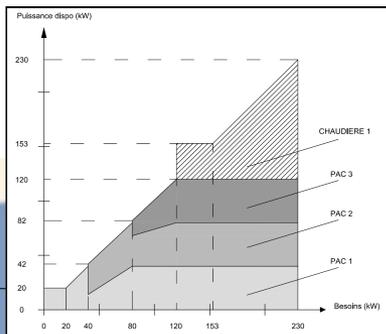
$\eta$  de production moyen sur PCI de **122 % (+28%)**  
Plus value de **21100 € TTC**



➤ **2 PAC :**

$\eta$  de production moyen sur PCI de **134 % (+40%)**  
Plus value de **31900 € TTC**  
TRB = identique à la solution 1

Choix final du maître d'ouvrage



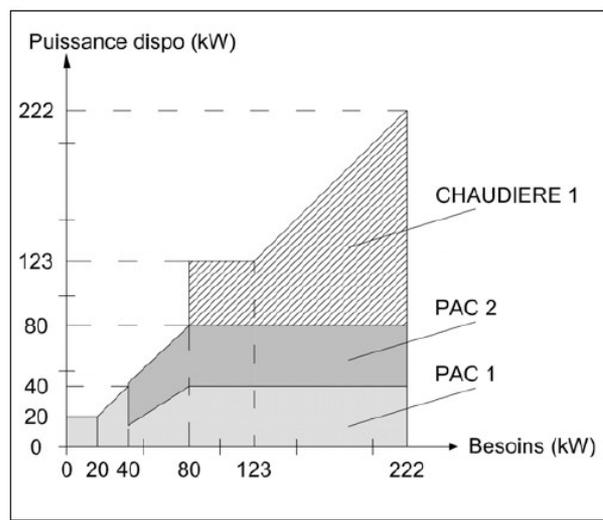
➤ **3 PAC**

$\eta$  de production moyen sur PCI de **135 % (+41%)**  
Plus value de **49000 € TTC**  
TRB = solution 2 + 6 ans

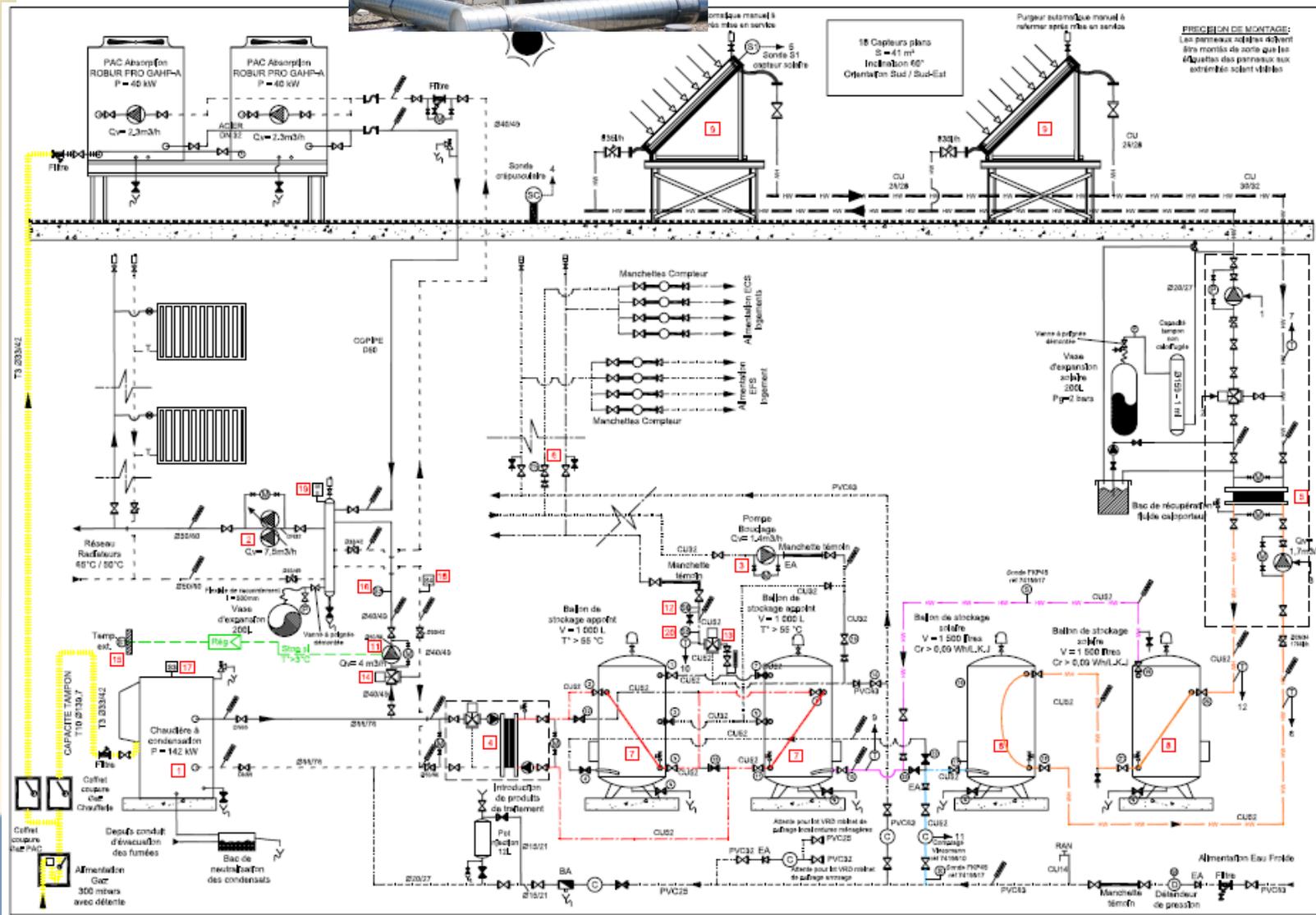
BET Fluides  
ATMOSPHERES

## ■ La solution choisie

- Le bâtiment est chauffé par une installation composée de **deux pompes à chaleur (PAC) à absorption gaz naturel** en base et d'**une chaudière à condensation** en appoint.
- La PAC **aérothermique** a une puissance nominale de **35kW (chauffage seul)**
- L'eau chaude sanitaire est préchauffée grâce à un ensemble de panneaux solaires thermiques et le chauffage de l'ECS est complété par la chaudière gaz à condensation.
- L'installation a été instrumentée et suivie sur **une saison de chauffe**, d'octobre 2011 à avril 2012.



expéri  
uire e



**PRESCRIPTION DE MONTAGE:**  
Les panneaux solaires doivent être montés de sorte que les Manchettes des panneaux soient orientées selon schéma



3.17) Conso Elec : PAC

3.1) T° Départ PAC chauffage  
3.2) T° Retour PAC chauffage  
3.3) Débit boucle Chauffage

3.4) T° GAZ PAC  
3.5) Pression GAZ PAC  
3.6) Débit Gaz PAC  
3.7) Pression Atmosphérique

3.17) Conso Elec : pompe N°1 Distribution  
pompe N°2 Distribution  
pompe appoint chauffage  
pompe ECS

3.14) T° Départ Chaud chauffage  
3.15) T° Retour Chaud chauffage  
3.16) Débit boucle Chaud Chauffage

3.11) T° GAZ Chaud.  
3.12) Pression GAZ Chaud.  
3.13) Débit Gaz Chaud.

3.8) T° Départ Chaudière  
3.9) T° Retour Chaudière  
3.10) Débit boucle Chaudière

3.18) T° & Humidité relative : Extérieur, chambre

**Chambre 329 (T<sub>ambiante</sub>)**

**PAC en toiture**

**Chaufferie**

- 3.1) T° Départ PAC chauffage
- 3.2) T° Retour PAC chauffage
- 3.4) T° GAZ PAC
- 3.5) Pression GAZ PAC
- 3.6) Débit Gaz PAC



T° chambre  
liaison radio

Liaisons Filaire

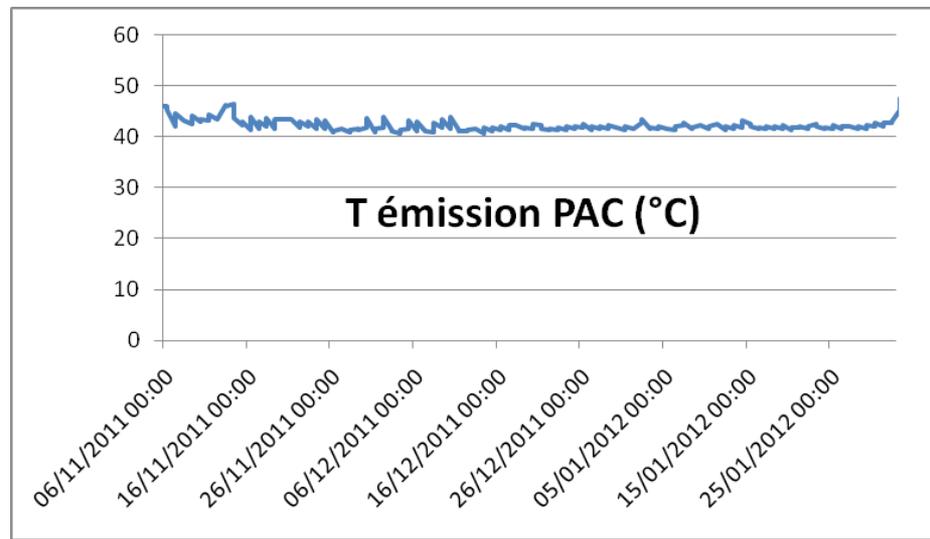
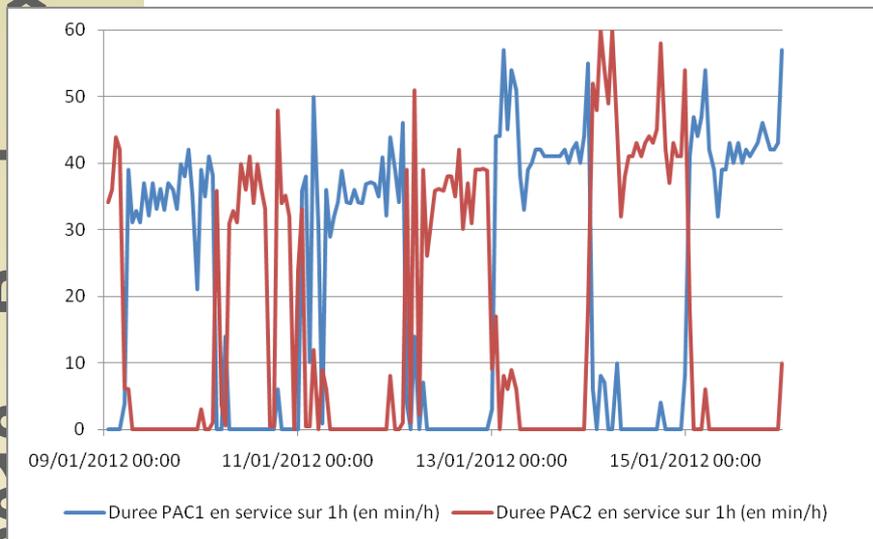
- 3.3) Débit boucle Chauffage
- 3.7) Pression Atmosphérique
- 3.8) T° Départ Chaudière
- 3.9) T° Retour Chaudière
- 3.10) Débit boucle Chaudière
- 3.11) T° GAZ Chaud.
- 3.12) Pression GAZ Chaud.
- 3.13) Débit Gaz Chaud
- 3.14) T° Départ Chaud chauffage
- 3.15) T° Retour Chaud chauffage
- 3.16) Débit boucle Chaud Chauffage
- 3.17) Conso Elec : PAC  
pompe N°1 Distribution  
pompe N°2 Distribution  
pompe appoint chauffage  
pompe ECS
- 3.18) T° & Humidité rel. Extérieur

**Local Baie de brassage informatique**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

## ■ La régulation de l'installation



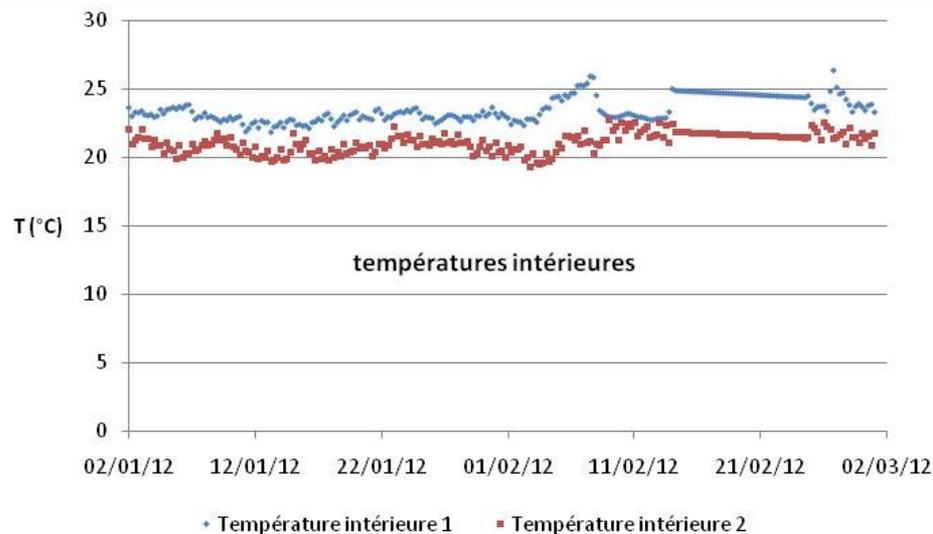
Fonctionnement alternatif des deux PAC

Température d'émission de l'ensemble des deux PAC

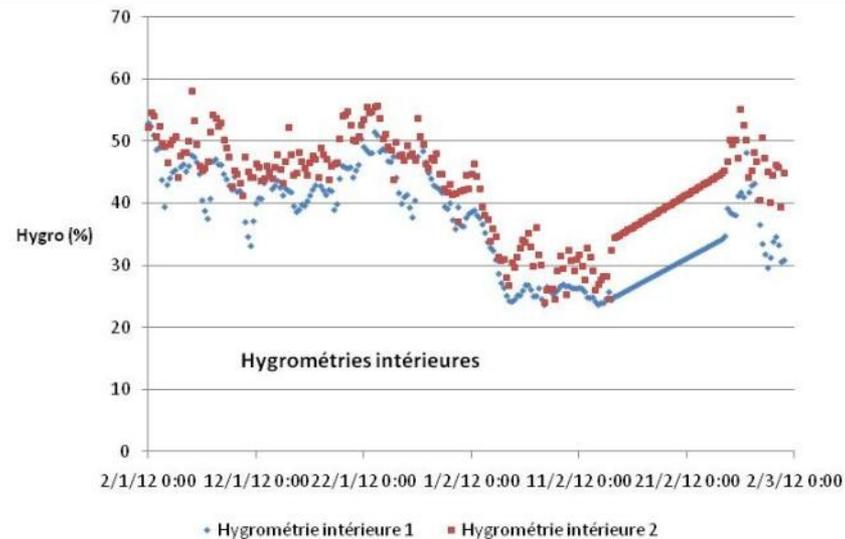
- La **température d'émission des PAC est en moyenne de 42°C sans loi d'eau** apparente, et elle oscille généralement entre 40 et 45°C. Quant à la température d'émission de la chaudière, elle varie très fortement puisqu'elle va de 40 à 80°C toutes les 90 minutes environ.
- **Les deux PAC fonctionnent alternativement** et l'appoint par la chaudière se met en marche dès qu'une PAC ne suffit pas à fournir l'énergie nécessaire au chauffage du bâtiment.
- **L'appoint par la chaudière fonctionne tous les jours** à partir de 6h du matin. Il produit environ 60 kW pendant 4h puis 10 kW à 30 kW en continu jusqu'à minuit (sans compter la production d'ECS).
- **Ce fonctionnement diffère de ce qui avait été préconisé.**

## ■ Le confort

- Le suivi de site a permis de quantifier les performances de l'installation en terme de confort des occupants par la mesure en hiver des températures et hygrométries des locaux.
- Température intérieure moyenne en **janvier et février** (les deux mois les plus froids) : **22,3°C** avec une hygrométrie de l'ordre de **40%**, donc **ambiance très confortable**.
- Taux de disponibilité de l'installation : **100%**.

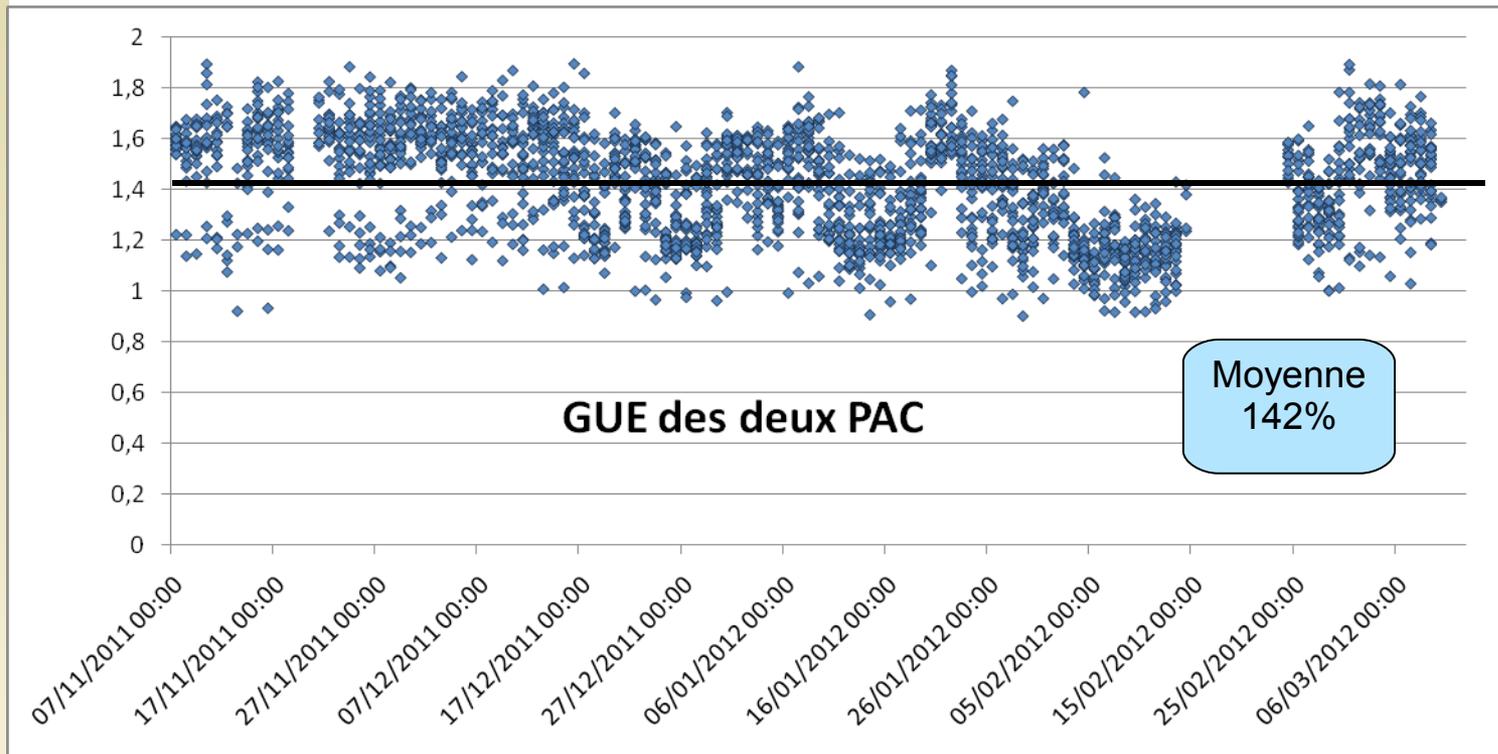


Températures intérieures dans les 2 chambres instrumentées (°C)



Hygrométries intérieures dans les 2 chambres instrumentées (%)

■ La performance énergétique



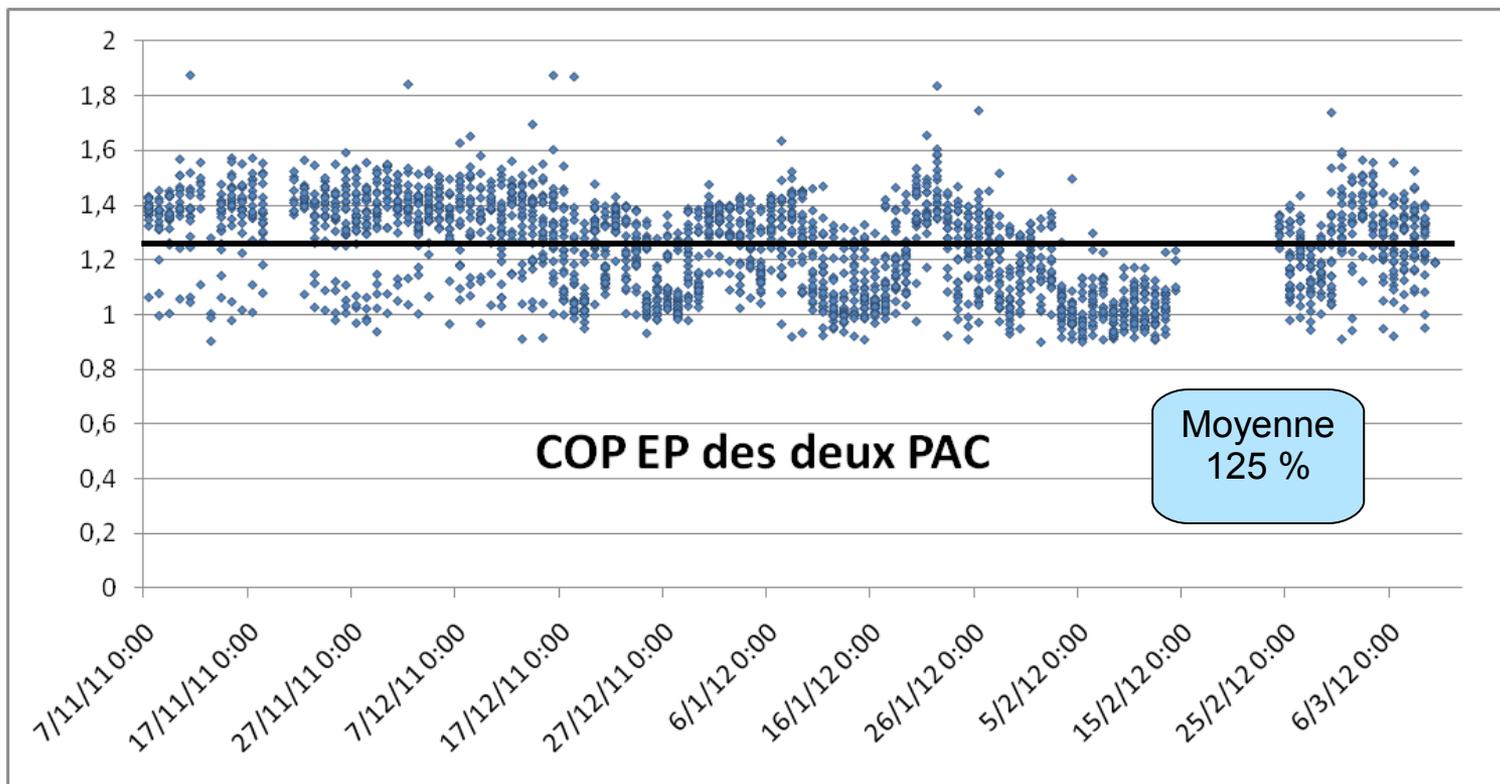
GUE (Gas Utilization Efficiency) du système de deux PAC à absorption sur l'ensemble de la saison de chauffe (sans prendre en compte l'appoint par chaudière)

- Un GUE\* (ou COP gaz\*) de 1.42 en moyenne sur la saison de chauffe, équivalent à une efficacité de production de 142% sur PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur), pour une température d'émission variant entre 40 et 45°C sans loi d'eau.
- Une performance proche à 11% des valeurs annoncées par le constructeur, qui présente une efficacité de 160% (pour une température d'émission de 40°C).

*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,*

*pour GUE = COP gaz = rapport entre la production thermique et la consommation de GN de la machine*

■ L'impact des auxiliaires électriques



COP sur énergie primaire du système de deux PAC à absorption sur l'ensemble de la saison de chauffe (sans prendre en compte l'appoint par chaudière)

- Un COP sur énergie primaire\* de 1.25 en moyenne sur la saison de chauffe, soit une **consommation des auxiliaires électriques représentant 13% de la consommation totale** d'énergie des PAC.
- **Même en prenant en compte les consommations des auxiliaires, les PAC à absorption gaz restent donc très performantes.**

*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*



\* : COPep = rapport entre la production thermique et les consommations de GN et d'électricité auxiliaire de la machine

## ■ La proportion d'EnR

### › Proportion d'EnR sur la consommation des deux PAC :

Production d'EnR des 2 PAC : 19300 kWh ;  
Consommation de gaz des 2 PAC : 48900 kWh ;

**Taux d'EnR sur la consommation : 39%.**

### › Proportion d'EnR sur la consommation du système de chauffage (PAC + appoint chauffage par chaudière, production d'ECS exclue):

Production d'EnR système de chauffage : 19300 kWh ;  
Consommation de gaz système de chauffage : 96900 kWh ;

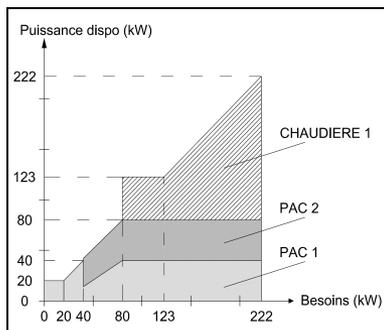
**Taux d'EnR sur la consommation : 20%.**

## ■ Les axes d'amélioration

- Sur cette installation, il avait été préconisé d'utiliser une loi d'eau pour optimiser la performance énergétique. En programmant **une loi d'eau adaptée sur les pompes à chaleur et la chaudière**, on améliorerait encore les COP et GUE du système sans nuire au confort des occupants.
- Les deux pompes à chaleur à absorption gaz fonctionnent alternativement mais jamais simultanément. Comme la puissance nécessaire est souvent supérieure à la puissance maximum que peut fournir une seule pompe à chaleur, l'appoint chaudière gaz est très souvent sollicité. Or la chaudière à condensation est moins performante énergétiquement qu'une PAC absorption, donc cela détériore la performance globale de l'installation.

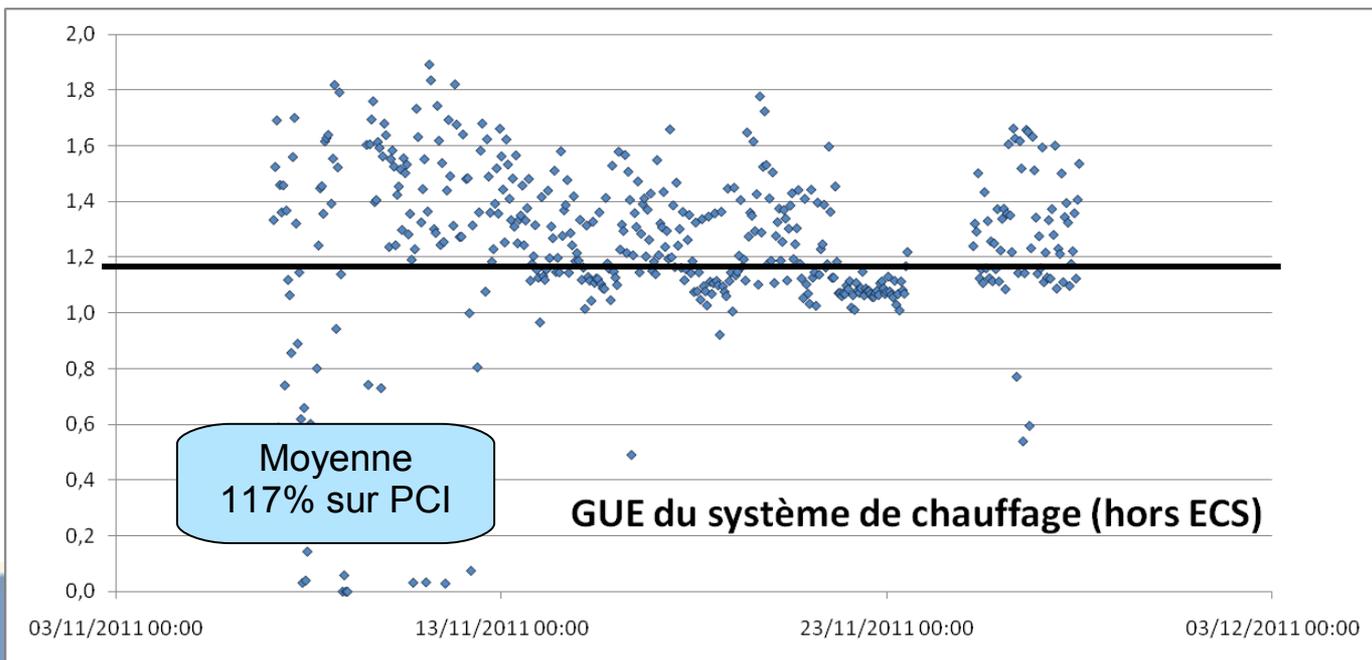
**L'appoint gaz ne devrait être sollicité que lorsque les deux PAC absorption fournissent le maximum d'énergie** et que la charge du bâtiment est malgré tout supérieure à la puissance disponible sur les PAC.

■ De la théorie à la pratique



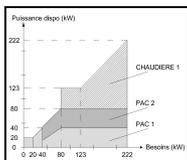
> **2 PAC :**  
 $\eta$  de production moyen sur PCI de **134 %**  
 Plus value de **31900 € TTC**

Un écart de 12% entre la théorie et la pratique...

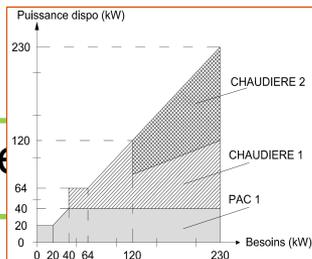
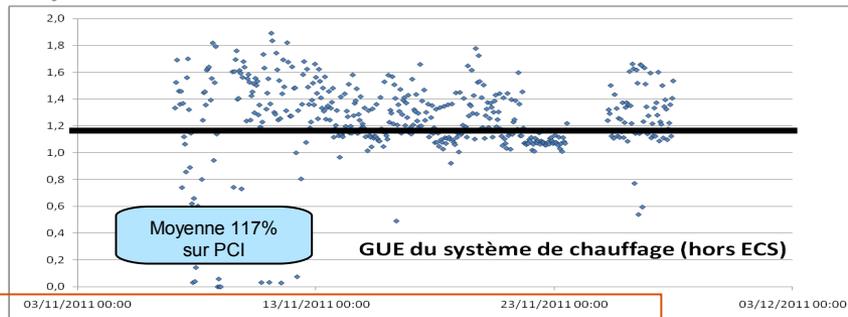


*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

## ■ De la théorie à la pratique



➢ **2 PAC :**  
 $\eta$  de production moyen sur PCI de **134 %**  
 Plus value de **31900 € TTC**



➢ **1 PAC :**  
 $\eta$  de production moyen sur PCI de **122 %**  
**(+28%)**  
 Plus value de **21100 € TTC**

Un é

cartre la théorie et la pratique...

### Au moins trois raisons possibles :

- Pas de fonctionnement des PAC en simultané = recours abusif de la chaudière dont le rendement est de 94% ;
- Baisse de rendement de la PAC à faible charge, non prise en compte dans l'étude initiale.

## ■ Conclusion



### Synthèse des résultats d'une campagne de suivi d'un site équipé de deux pompes à chaleur à absorption gaz naturel Site de Toulouse (31)

#### Conclusions :

Le site instrumenté de Dinetard (à Toulouse) a permis d'évaluer la technologie de pompe à chaleur aérothermique à absorption gaz naturel en fonctionnement basse température (40°C) et a montré un fonctionnement tout à fait satisfaisant :

- Les performances en chauffage mesurées in situ sont en moyenne de **142% sur énergie primaire** pour une température de production d'environ 42°C, soit 11% en dessous de la performance nominale (160% à A7/W40).
- Le taux de disponibilité de l'installation a été de 100% avec un niveau de confort en température et hygrométrie très satisfaisant
- La part des auxiliaires électriques représente de 10% à 15% des consommations globales



Avec vous,  
en réseau



**BUTAGAZ**



**ROCKWOOL®**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*