

# RESIDENCE DINETARD

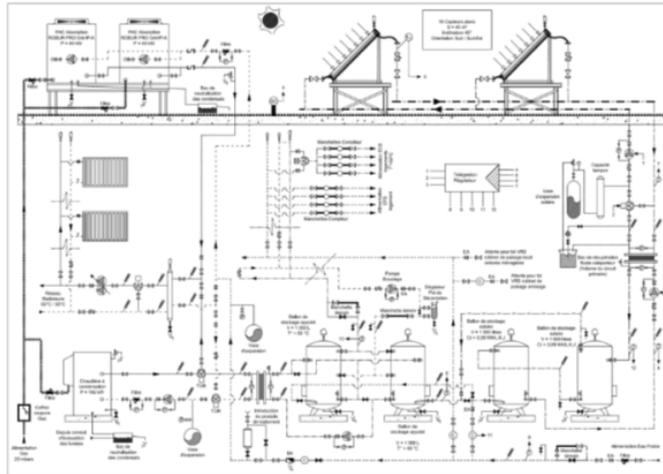


**BRICE FEBVRE GRDF**  
**JEAN PASCAL AGARD ATMOSPHERE**



# PAC absorption gaz

Le site de la Résidence Dinetard  
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

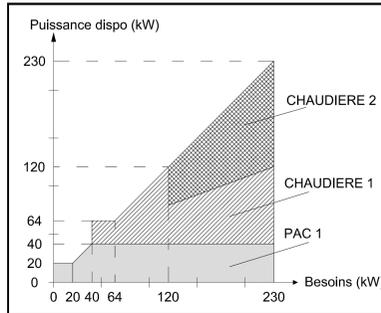




## ■ Études de dimensionnement : 1, 2 ou 3 PAC ??

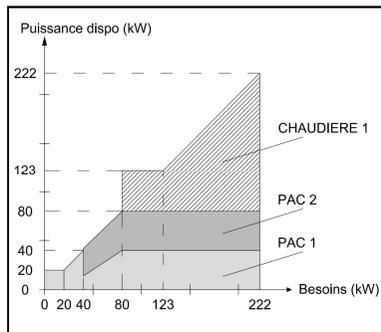
### ➤ Solution de référence :

2 chaudière à condensation de 110 kW ;  
ECS solaire.



### ➤ 1 PAC :

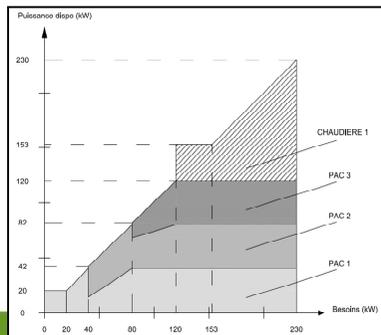
$\eta$  de production moyen sur PCI de **122 % (+28%)**  
Plus value de **21100 € TTC**



### ➤ 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



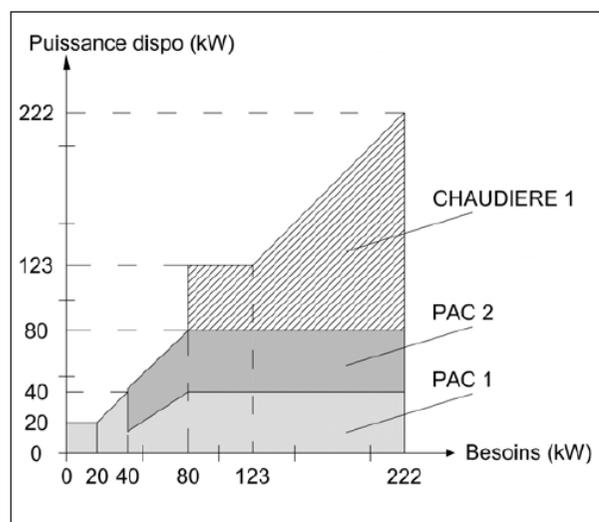
### ➤ 3 PAC

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

BET Fluides  
ATMOSPHERES

## ■ La solution choisie

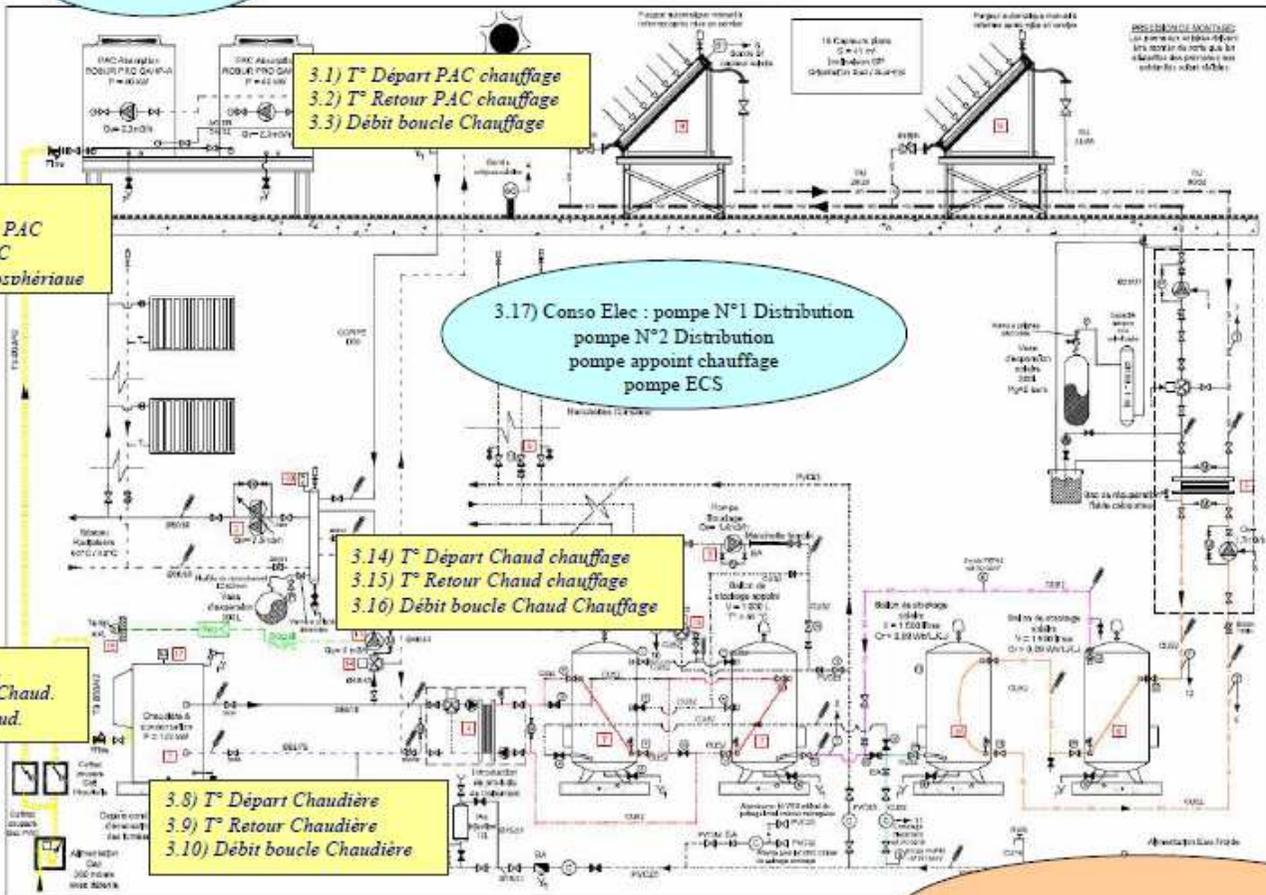
- Le bâtiment est chauffé par une installation composée de **deux pompes à chaleur (PAC) à absorption gaz naturel** en base et d'une **chaudière à condensation** en appoint.
- La PAC **aérothermique** a une puissance nominale de **35kW (chauffage seul)**
- L'eau chaude sanitaire est préchauffée grâce 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.







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 ambiante)**

**PAC en toiture**

**Chauffer ie**



- 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

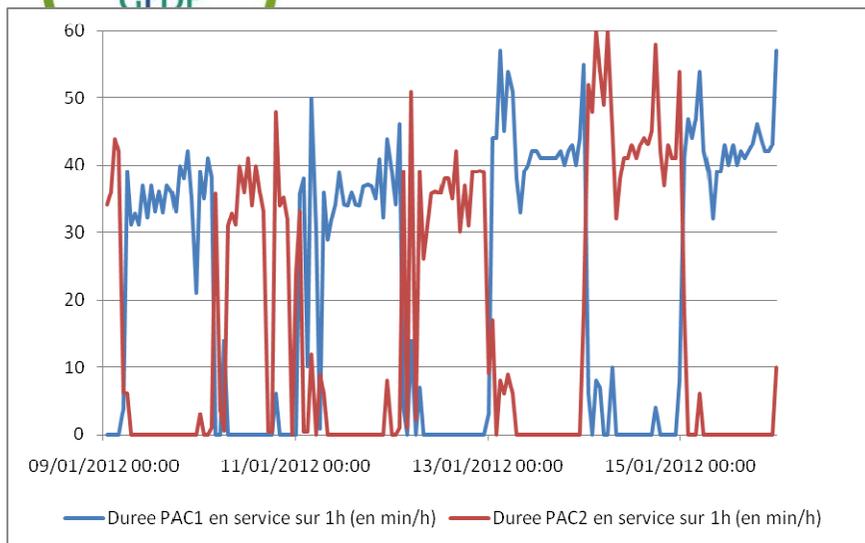
Liaison Plastris



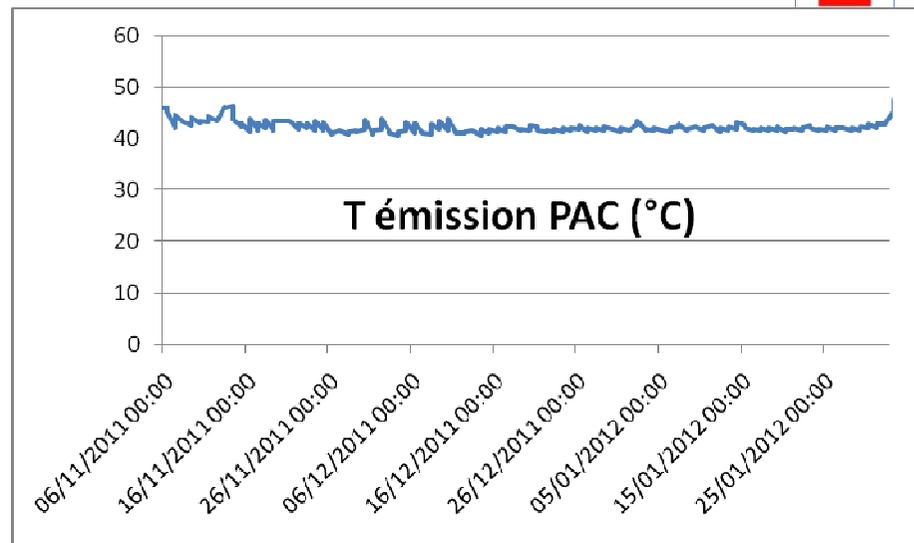
- 3.3) Débit boucle Chauffage
- 3.7) Pression Atmosphérique
- 3.8) T° Départ Chaudière
- 3.9) T° Retour Chaudière
- 3.10) Débit boucle Chaudière
- 3.11) T° GAZ Chaud.
- 3.12) Pression GAZ Chaud.
- 3.13) Débit Gaz Chaud
- 3.14) T° Départ Chaud chauffage
- 3.15) T° Retour Chaud chauffage
- 3.16) Débit 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**





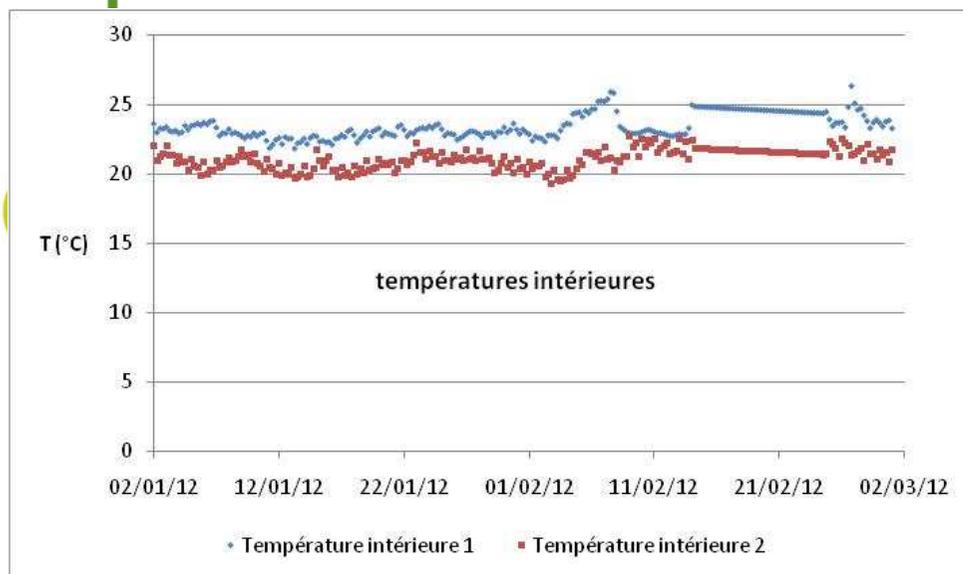
*Fonctionnement alternatif des deux PAC*



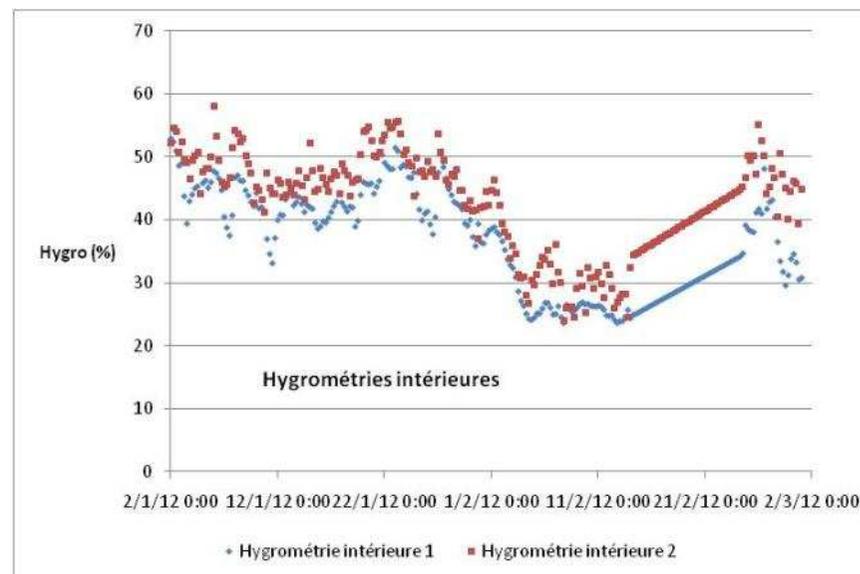
*Température d'émission de l'ensemble des deux PAC*

- **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.**

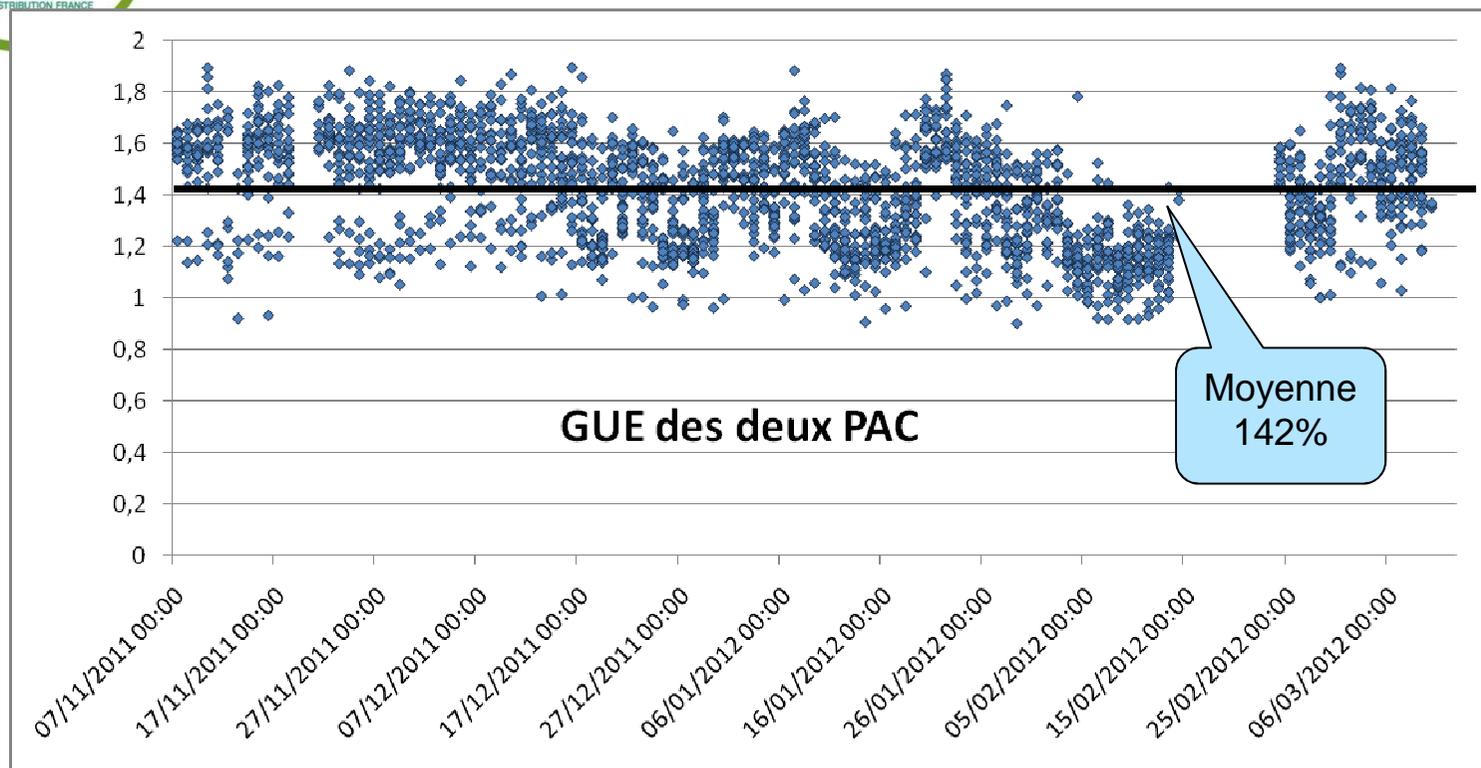
- Le suivi de site a permis de quantifier les performances de l'installation en terme de confort des occupants par la mesure en hiver des températures et hygrométries des locaux.
- Température intérieure moyenne en **janvier et février** (les deux mois les plus froids) : **22,3° C** avec une hygrométrie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



Températures intérieures dans les 2 chambres instrumentées (° C)



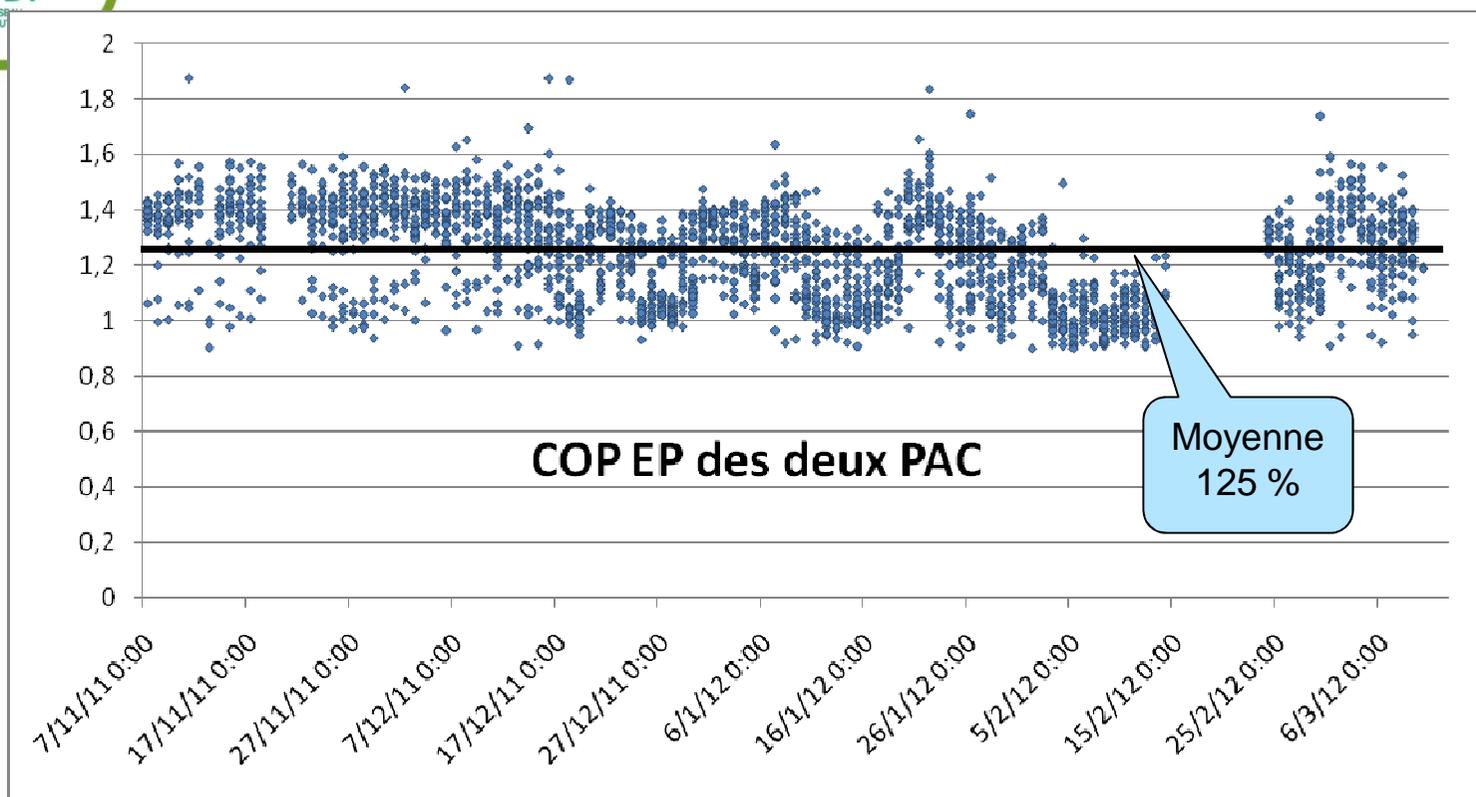
Hygrométries intérieures dans les 2 chambres instrumentées (%)



*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).

## ■ 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.**



## ■ 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):

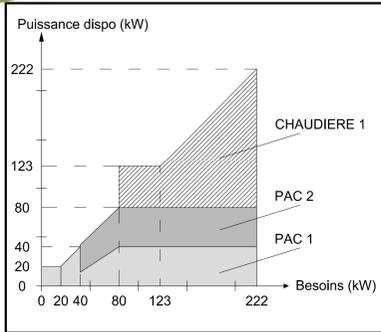
Production d'EnR système de chauffage : 19300 kWh ;  
Consommation de gaz système de chauffage : 96900 kWh ;

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

➤ 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.

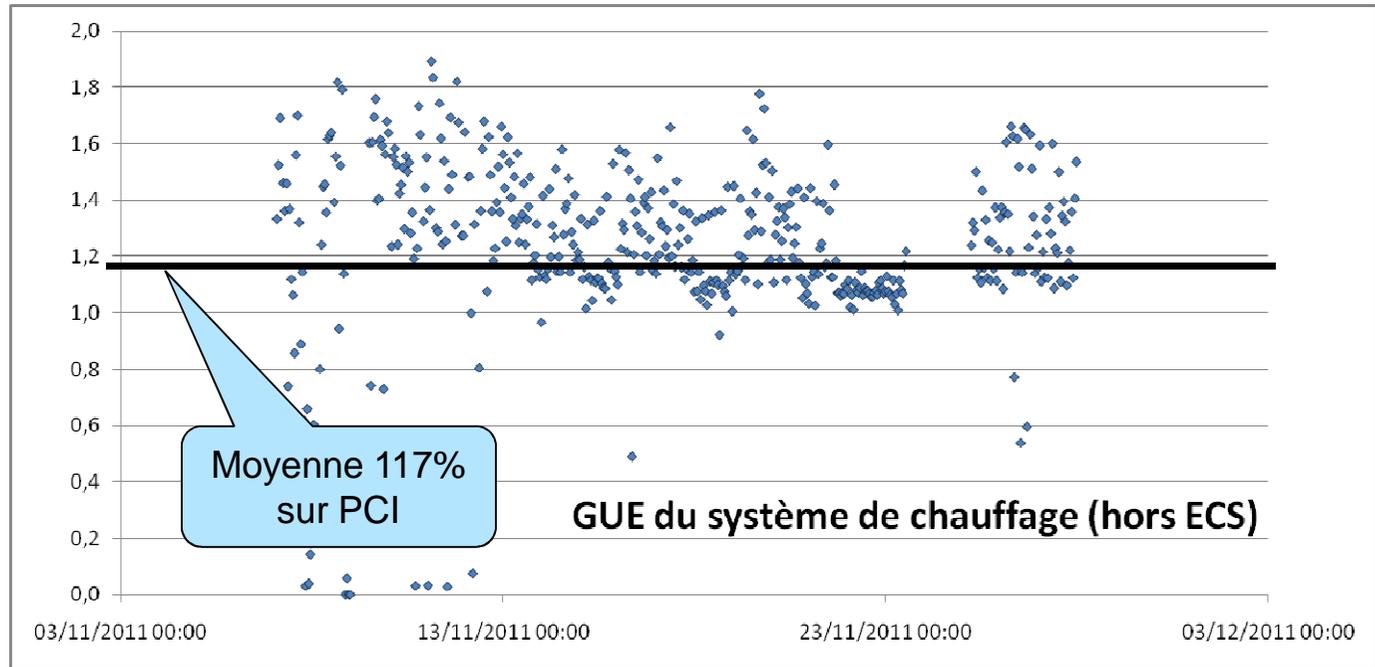
➤ Les deux pompes à chaleur à absorption gaz fonctionnent alternativement mais jamais simultanément. Comme la puissance nécessaire est souvent supérieure à la puissance maximum que peut fournir une seule pompe à chaleur, l'appoint chaudière gaz est très souvent sollicité. Or la chaudière à condensation 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.

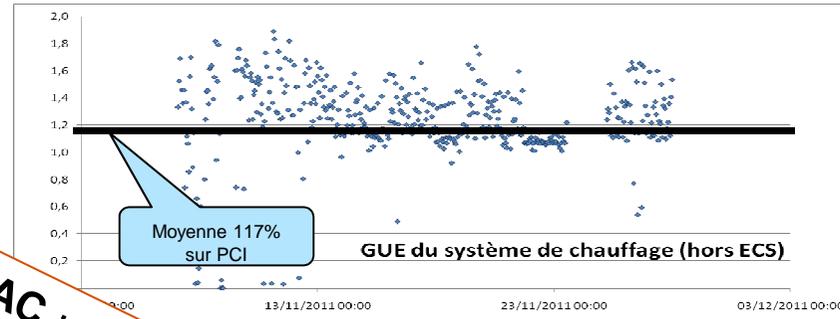
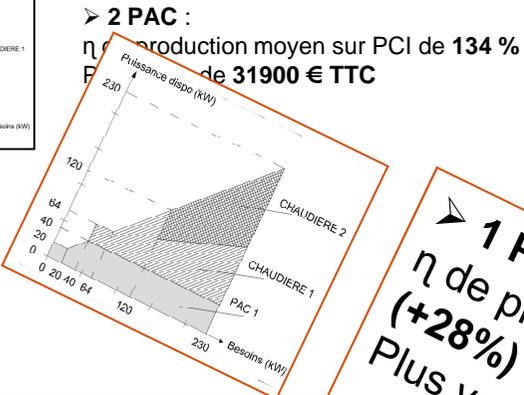
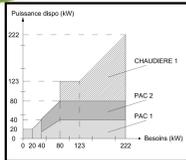


➤ **2 PAC :**  
 $\eta$  de production moyen sur PCI de **134 %**  
 Plus value de **31900 € TTC**

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



## ■ De la théorie à la pratique



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

Un écart de 12% ... pratique...

Au moins trois raisons possibles :

- Pas de fonctionnement des PAC en simultané - 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.





## 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