

# ENERJ MEETING PARIS 2026

JOURNÉE DE L'EFFICACITÉ  
ÉNERGÉTIQUE ET  
ENVIRONNEMENTALE  
DU BÂTIMENT

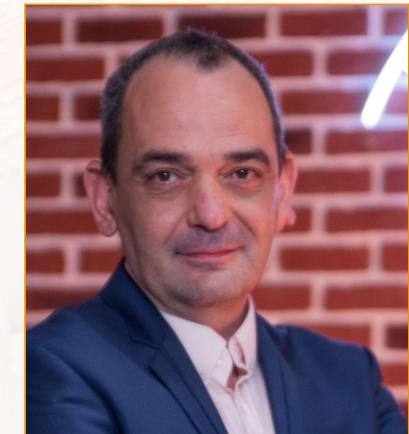
# INSTRUMENTER POUR COMPRENDRE : ENSEIGNEMENTS SUR L'HYBRIDATION DES CHAUFFERIES



**Pierre MURIE**

Responsable Efficacité Energétique  
GRDF (CEGIBAT)

**Olivier BROGGI**  
Responsable Efficacité Energétique  
GRDF (CEGIBAT)



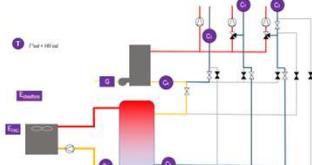
# Principe d'une instrumentation

## 1 Groupement d'acteurs

- MOA (+installateur et exploitant)
  - Bureau d'études ou Centre technique
  - GRDF (Ingénieurs Efficacité Energétique)
  - Fabricant (facultatif)

## 2 Dimensionnement et schémas

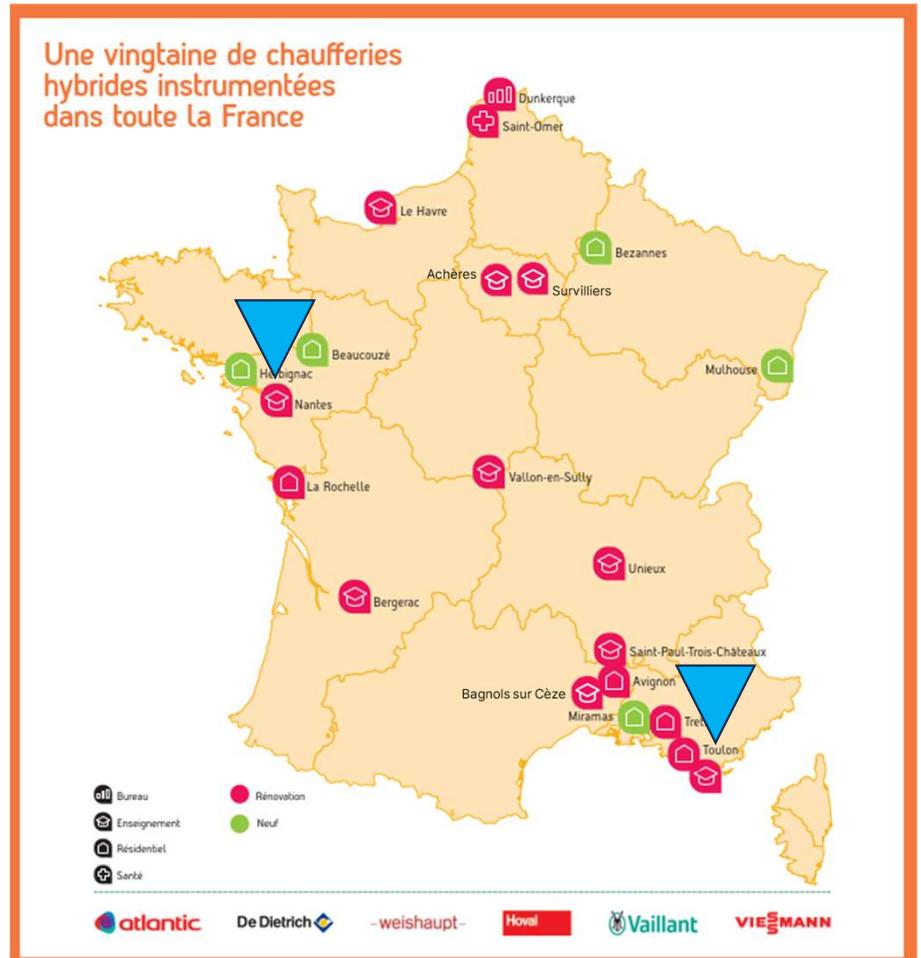
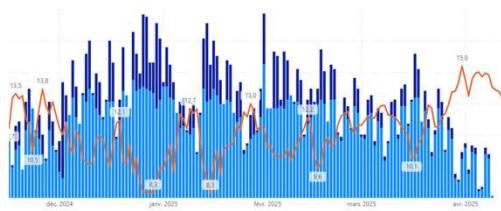
%  
Puissance  
PAC ?



**3** Récolte de la DATA

Température	Débits
Puissance utile	Compteur d'énergie

4 Exploitation de la DATA



# Partage des 3 enseignements majeurs

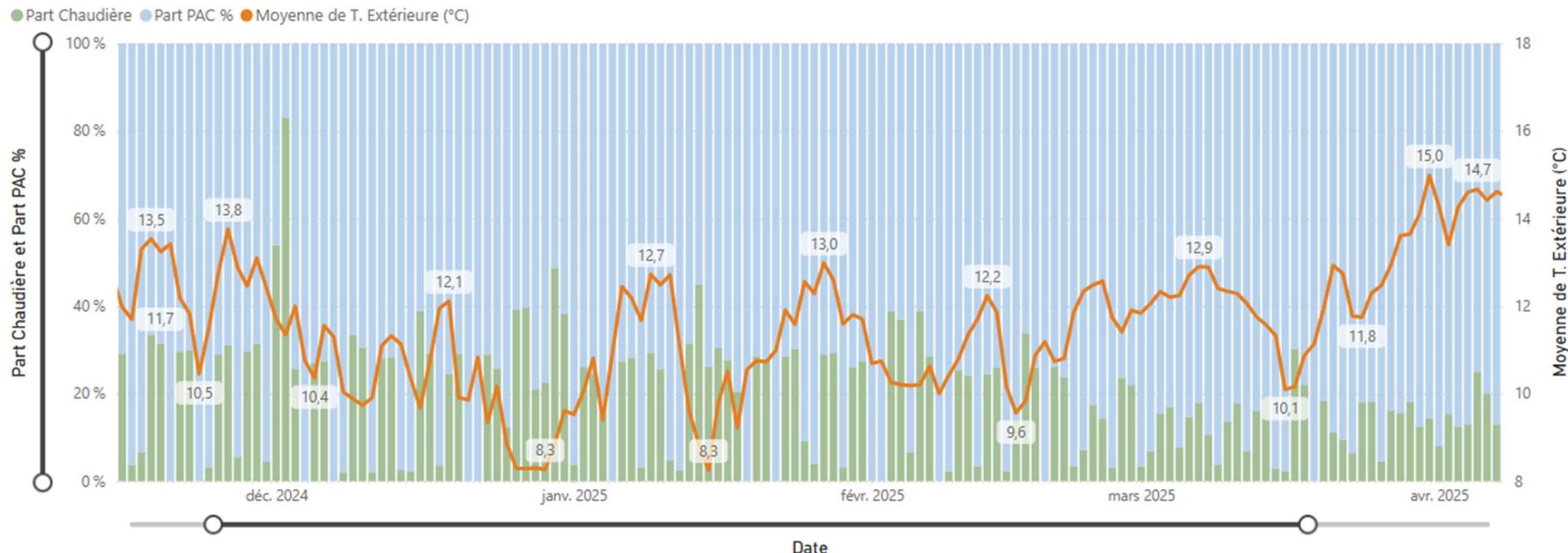
- **Taux de couverture : Quel taux de couverture pour quel dimensionnement ?**
- Modulation de puissance et Influence de la T°C extérieure et la T°C départ sur les performances de la PAC
- Hybridation totale ou partielle : quel réseau hybrider et comment ?

# Quel taux de couverture pour quel dimensionnement ?

Focus sur l'hybridation d'une chaufferie d'une école à Toulon



La DATA au service du pilotage et de l'optimisation des chaufferies hybrides : garantir le bon fonctionnement des générateurs (PAC et chaudière) et maximiser la performance globale.



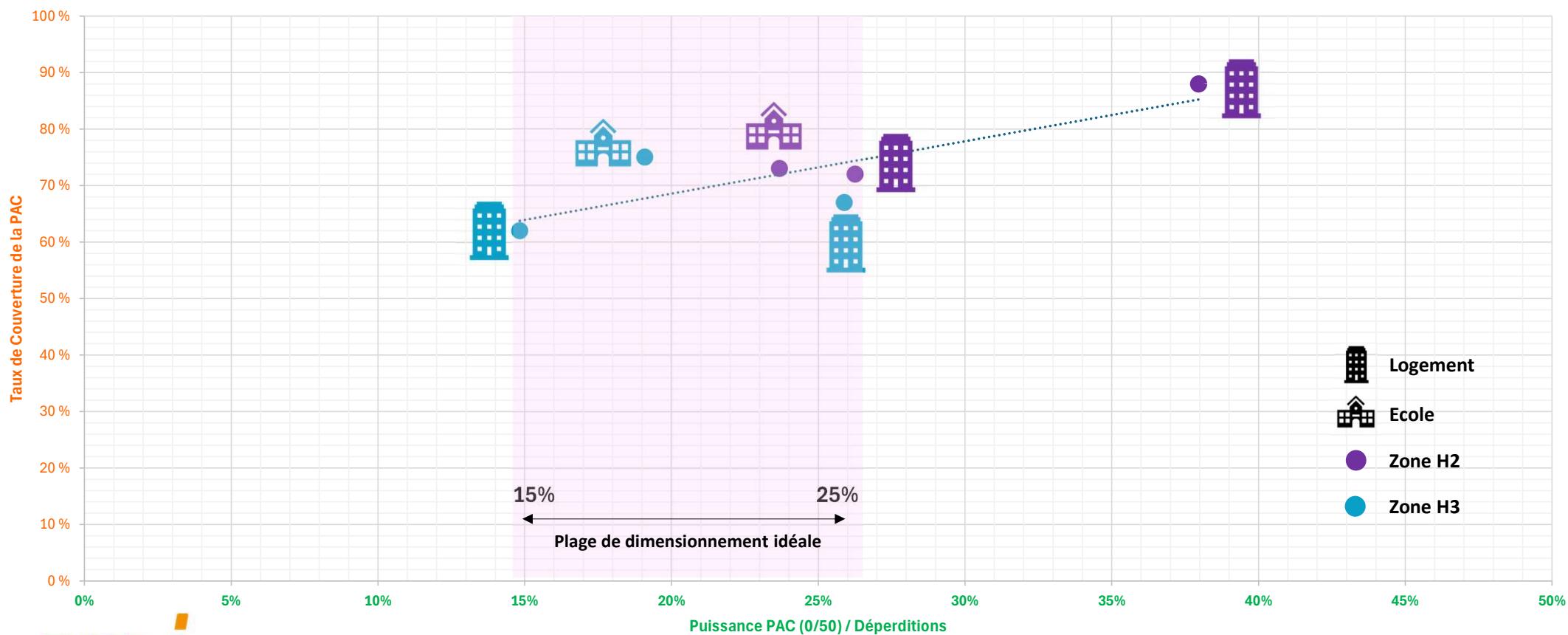
# Quel taux de couverture pour quel dimensionnement ?

6 projets instrumentés avec au moins 1 saison de chauffe

Moyenne Puissance PAC (0/50) / Déperditions = **25 %**



Taux de couverture moyen = **73 %**



# Pourquoi bien dimensionner sa chaufferie hybride ?

*Un maître d'ouvrage préfère des kW utiles que des € en trop*

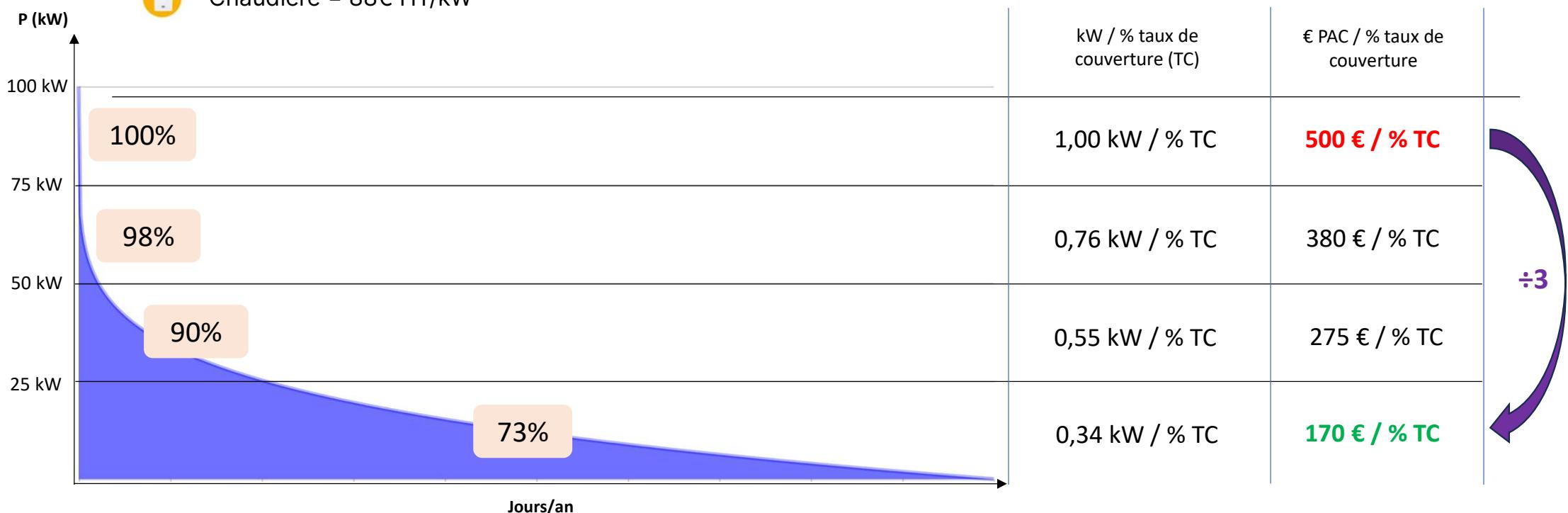
*Selon notre observatoire des coûts (site CEGIBAT), voici les prix moyens des générateurs seuls :*



PAC = 481€ HT/kW



Chaudière = 88€ HT/kW



Une hybridation dimensionnée à environ 25 % des déperditions rend chaque kW de PAC installé trois fois plus rentable qu'une couverture intégrale.

# Partage des 3 enseignements majeurs

- Taux de couverture : Quel taux de couverture pour quel dimensionnement?
- **Modulation de puissance et Influence de la T°C extérieure et la T°C départ sur les performances de la PAC (Ecole Nantes & Résidence à de 49 logements à Trets)**



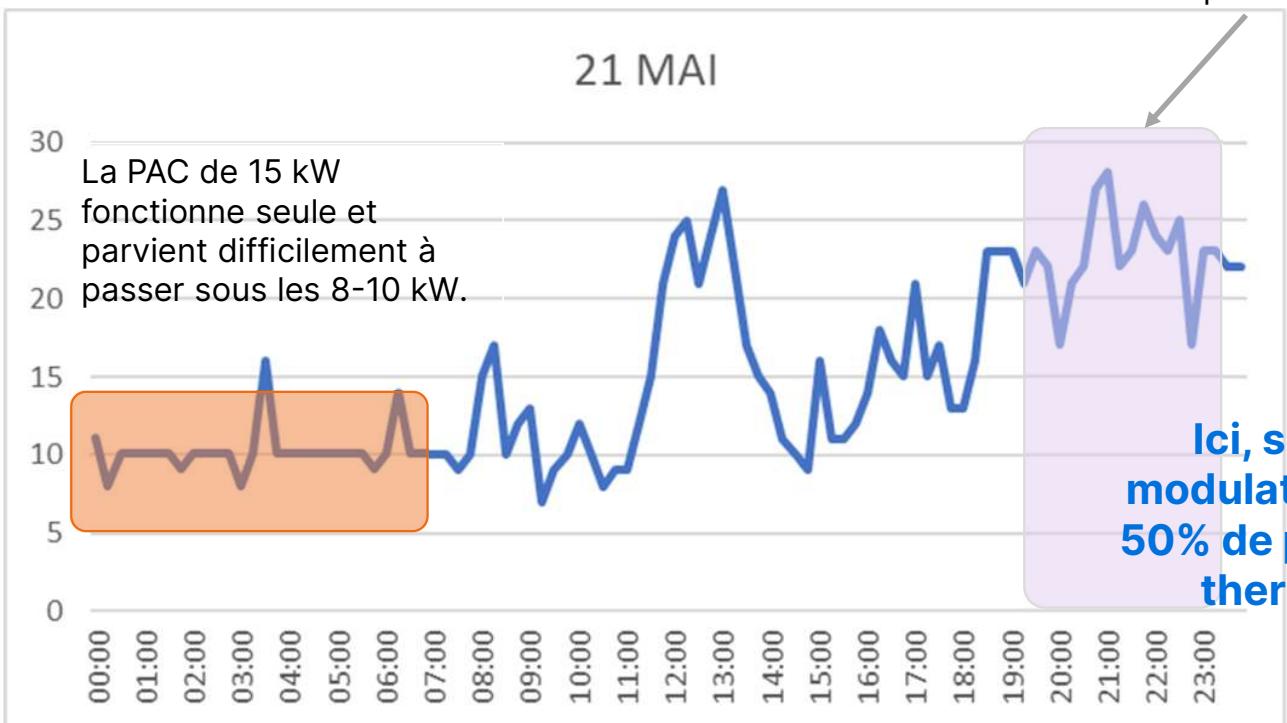
- Hybridation totale ou partielle : quel réseau hybrider et comment ?

# Modulation de vitesse ou modulation de puissance ?

Exemple de 2 PAC en cascade à Trets (49 logements)

- PAC R290 12 + 15 kW
- Chaudière 170 kW

Production de pointe : les 2 PAC fonctionnent et produisent  $15+12=27$  kW



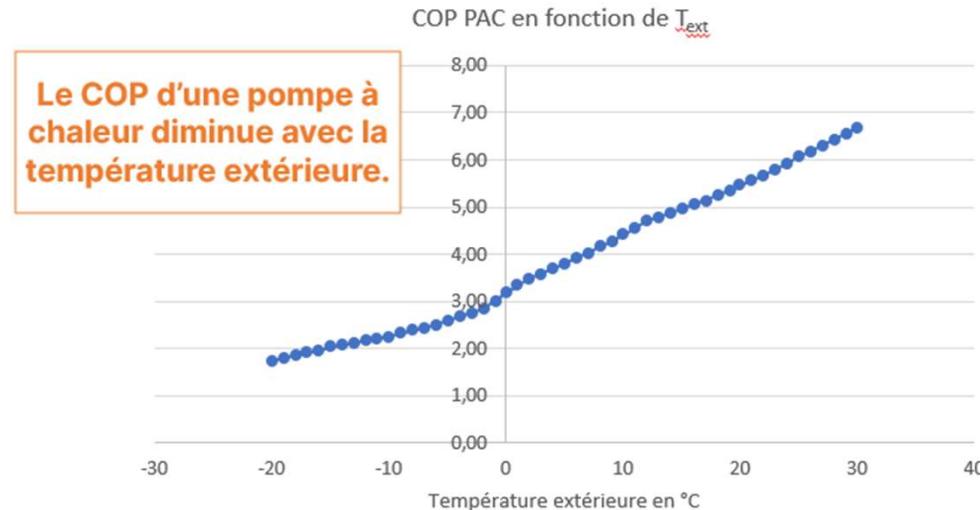
Un compresseur inverter est donné pour une variation de vitesse comprise entre 20% et 100%.

Exemple 1800 tr/min à Pmin et 7200 tr/min à Pmax.

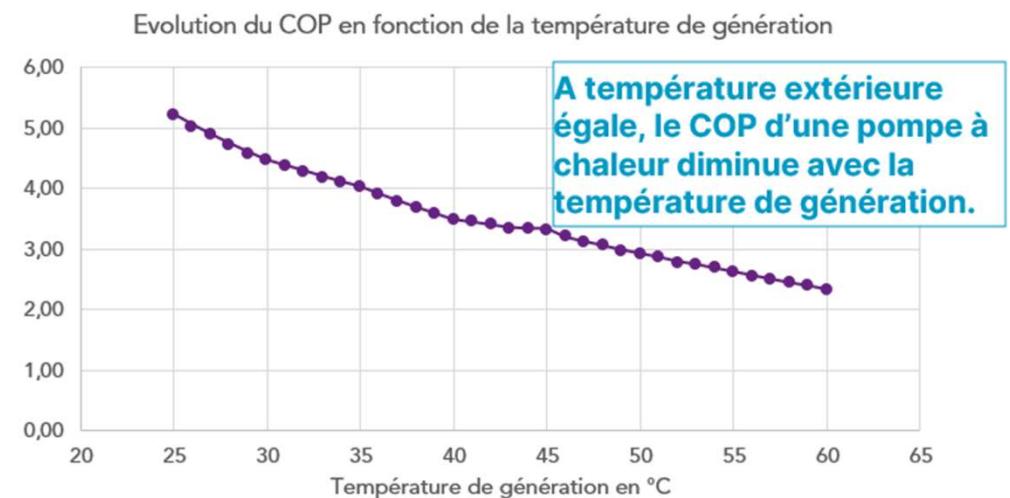
Attention ne pas confondre modulation de vitesse et modulation de puissance

# Impact de la T°C extérieure & T°C départ

Evolution théorique



Le COP d'une pompe à chaleur diminue avec la température extérieure.



A température extérieure égale, le COP d'une pompe à chaleur diminue avec la température de génération.

Le COP varie :

- Selon la température extérieure,
- Selon la température de départ

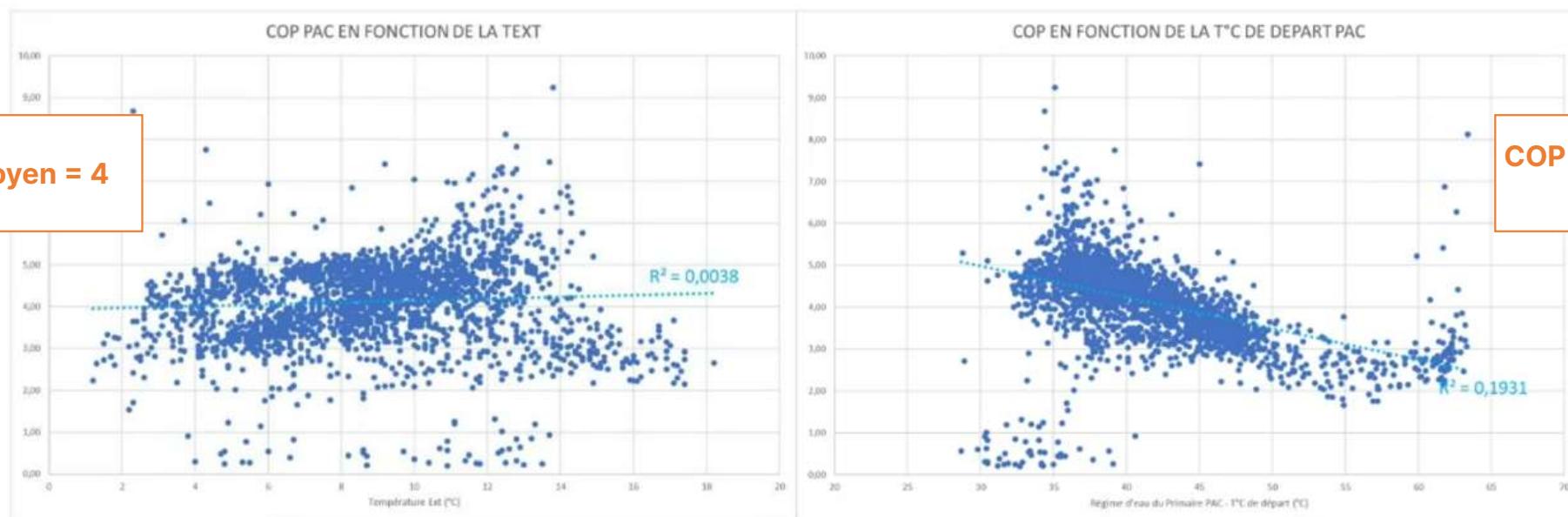
→ Que ce soit la température extérieure ou la température de départ, l'impact sur le COP est sensiblement le même sur les documentations du constructeur mais dans la réalité ...

# Impact de la T°C extérieure & T°C départ

*Evolution du COP mesuré sur une école à Nantes*

- PAC R32 34 kW (soit 30% de la puissance appelée)
- Chaudière 107 kW

Comparaison de l'influence de la température extérieure et du régime d'eau du circuit primaire sur les performances de la PAC



Les performances de la PAC (COP sur la période) sont plus influencées par la température de départ plutôt que par la T°C extérieure.

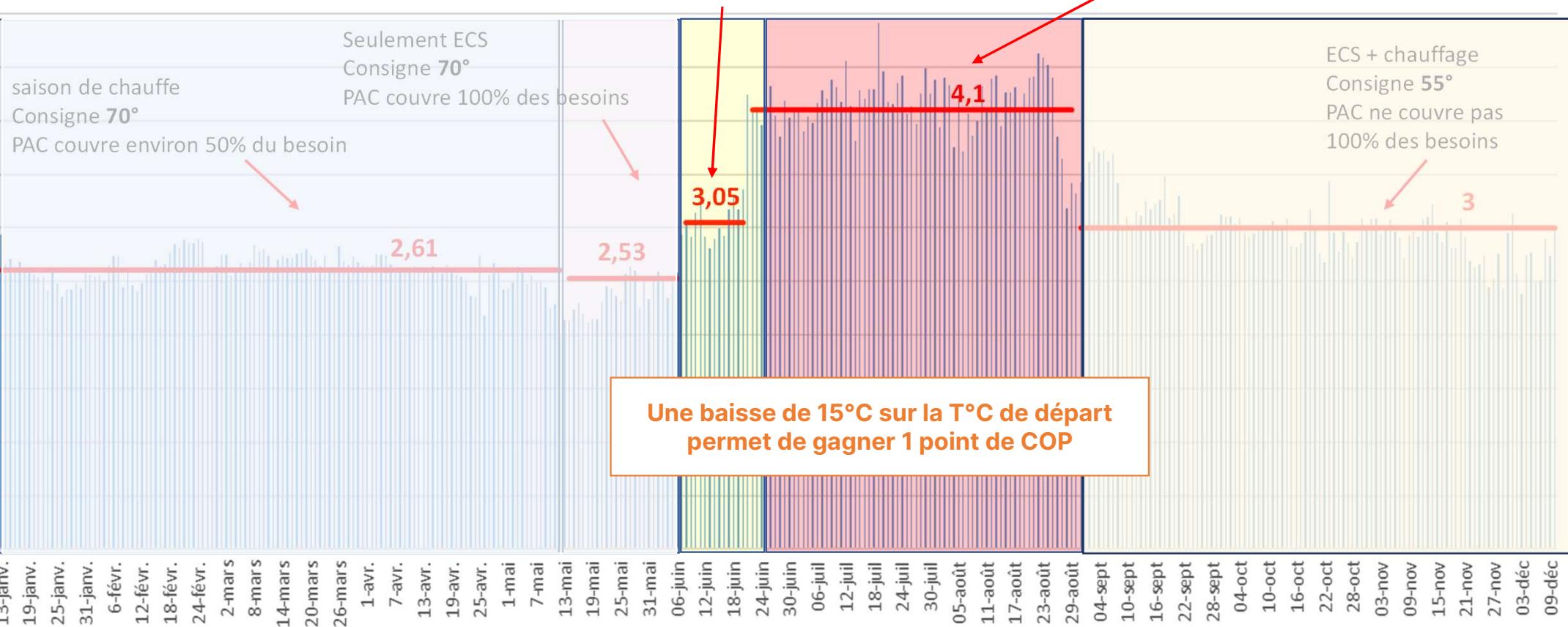
# Evolution du COP sur une année complète

*Evolution du COP mesuré sur la résidence à Trets*

T°ext moyenne équivalente (>20°C)

Seulement ECS, consigne **65°**  
PAC couvre 100% des besoins

ECS Consigne **50°**, PAC ne couvre pas 100% des besoins



# Partage des 3 enseignements majeurs

- Taux de couverture : Quel taux de couverture pour quel dimensionnement?
- Modulation de puissance et Influence de la T°C extérieure et la T°C départ sur les performances de la PAC
- **Hybridation totale ou partielle : quel réseau hybrider et comment ?  
(exemple d'une école à Toulon)**



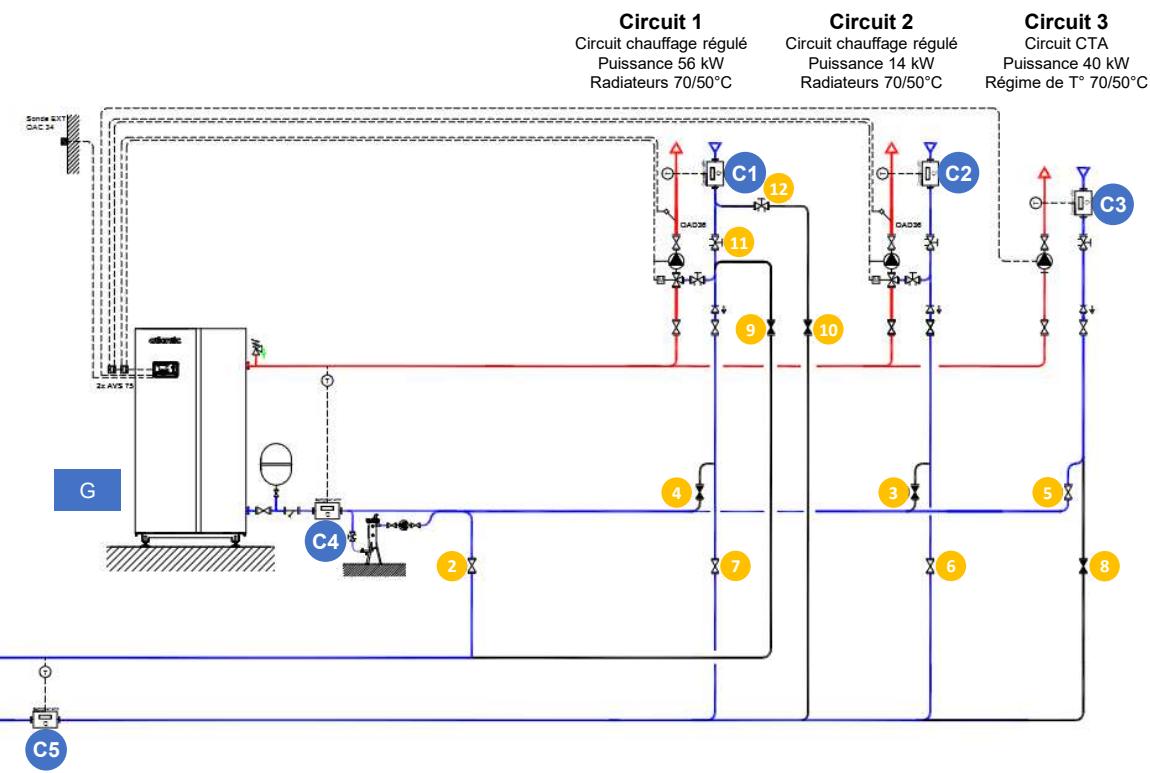
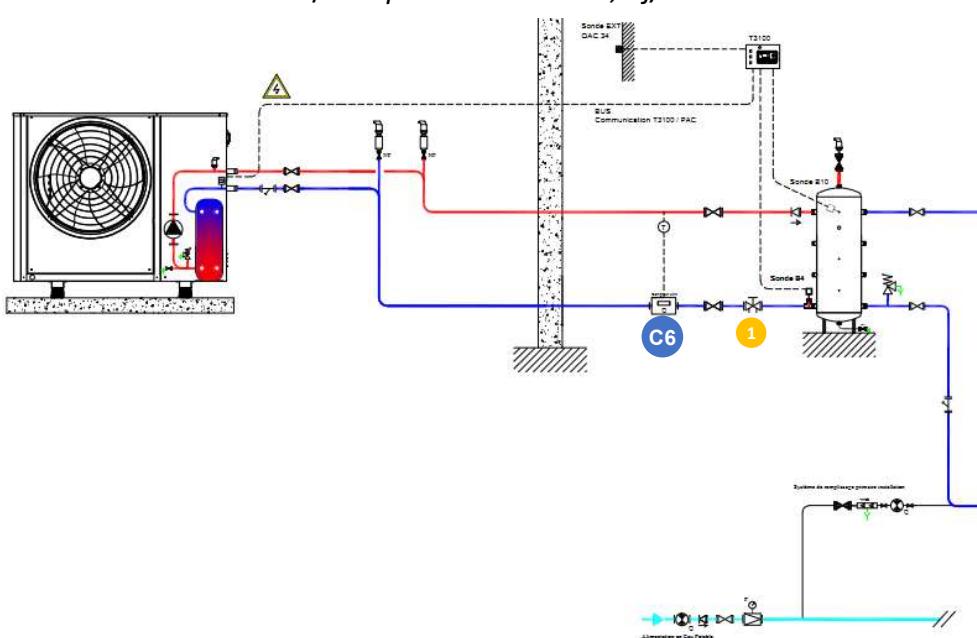
# Hybridation partielle ou totale

*Une panoplie hydraulique qui permet de tester différentes configurations*

- PAC 26 kW (7/35), 21kW (0/50) soit **20%** de la puissance appelée
  - Chaudière 180 kW

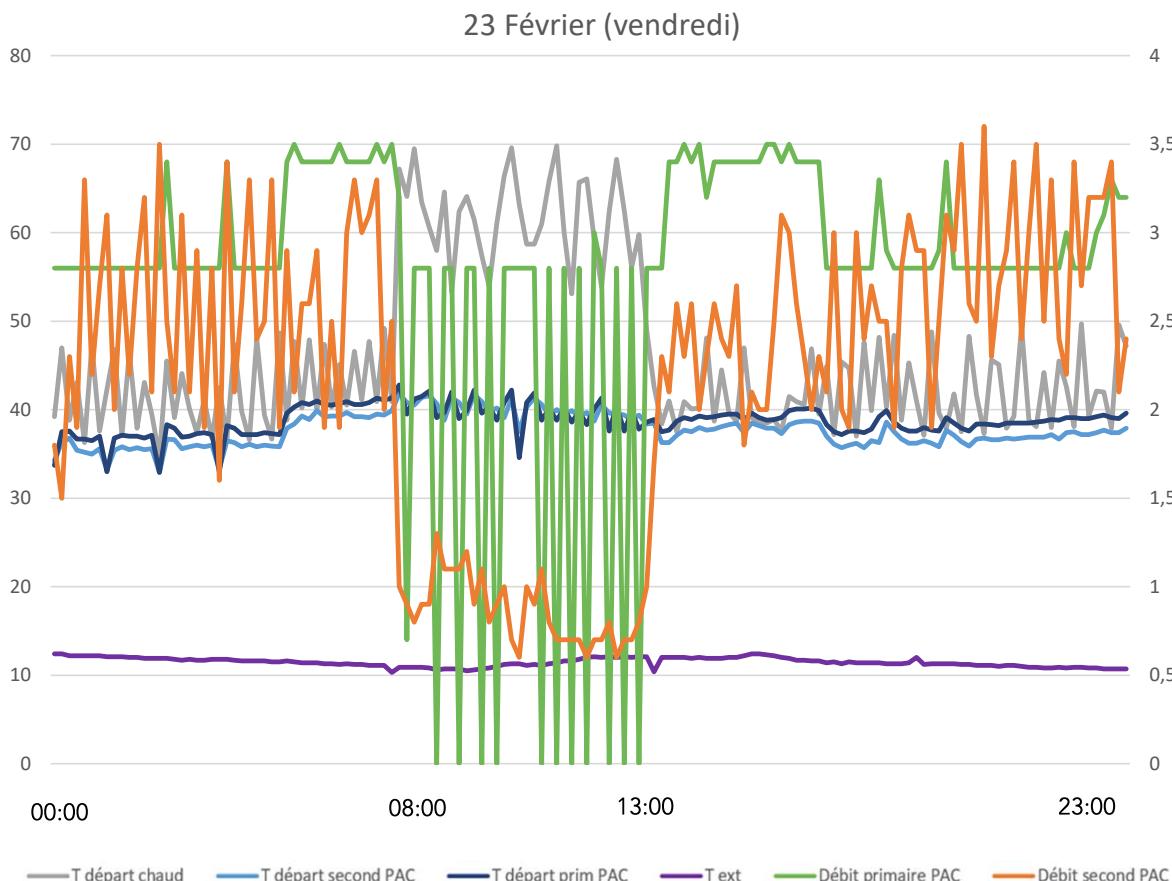
**Chaufferie rénovée avec 3 circuits de chauffage :**

- Circuit n°1 radiateurs : 56 kW
  - Circuit n°2 radiateurs : 14 kW
  - CTA : 40 kW / *Uniquement le matin, 4j/semaine*



# Hybridation partielle ou totale

Une CTA qui perturbe les débits



Tous les matins (sauf mercredi et week-end) le cuisinier déclenche la CTA cuisine.  
Celle-ci a un talon bas de consigne de 60°C

Température trop élevée pour les départs régulés, qui vont recycler sur leurs vannes 3 voies respectives.

Il n'y a plus de débit dans le retour secondaire vers la PAC.  
Recyclage entre haut et bas de ballon qui va augmenter la T° retour PAC, arrêt de celle-ci

Consigne d'abaisser le talon de la CTA à 50°C

# Les 3 enseignements majeurs

Plage de dimensionnement idéale PAC = 15 à 25% Puissance PAC (0/50) / Déperditions  
-> taux de couverture de 70%

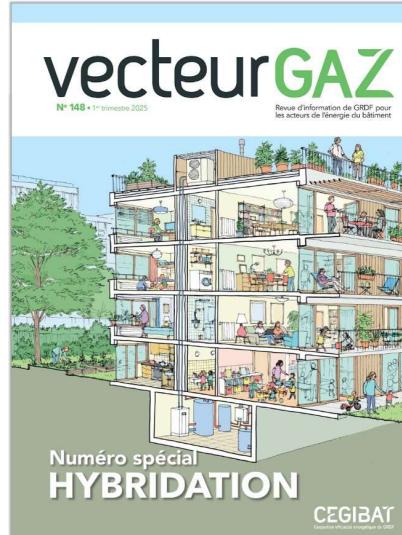
Les performances de la PAC (COP sur la période) sont plus influencées par la température de départ plutôt que par la T°C extérieure.

Une PAC est beaucoup plus sensible qu'une chaudière aux températures mais aussi aux débits de retour. Singularités à prendre en compte dans le schéma hydraulique.

# L'accompagnement GRDF

Nombreuses études sur les PAC Hybrides :

- Dimensionnement dans le neuf
- Dimensionnement dans l'existant
- Potentiel de rafraîchissement
- Observatoire des coûts
- Schémas hydrauliques
- Premiers retours d'expériences (21 sites instrumentés)



Actualité

## Cegibat lance l'Académie PAC hybride collective

De premiers retours enthousiastes ! Alors que la session parisienne vient de s'achever, tous les participants saluent une initiative enrichissante, pratique et pertinente.

Participation de 190 Bureau d'Etudes  
4,6/5 de satisfaction globale  
100% de recommandation des participants

Tout savoir sur la PAC Hybride collective : [www.cegibat.grdf.fr](http://www.cegibat.grdf.fr)



**Stand n° E4**

**Zone Excellence**

---

# QUESTIONS / RÉPONSES

---