

Retour d'expérience et analyse comparative de chaufferies géothermiques sur sondes profondes dans le Sud-Ouest

Bio-énergies diffusion: Société familiale spécialisée en géothermie



Basé en banlieue Toulousaine depuis
2005

Nouvelle agence au pays Basque depuis
2021

Plus de 700 installations de PAC
géothermiques sur sondes

Plus 2 500 forages réalisés par nos 4
foreurs partenaires

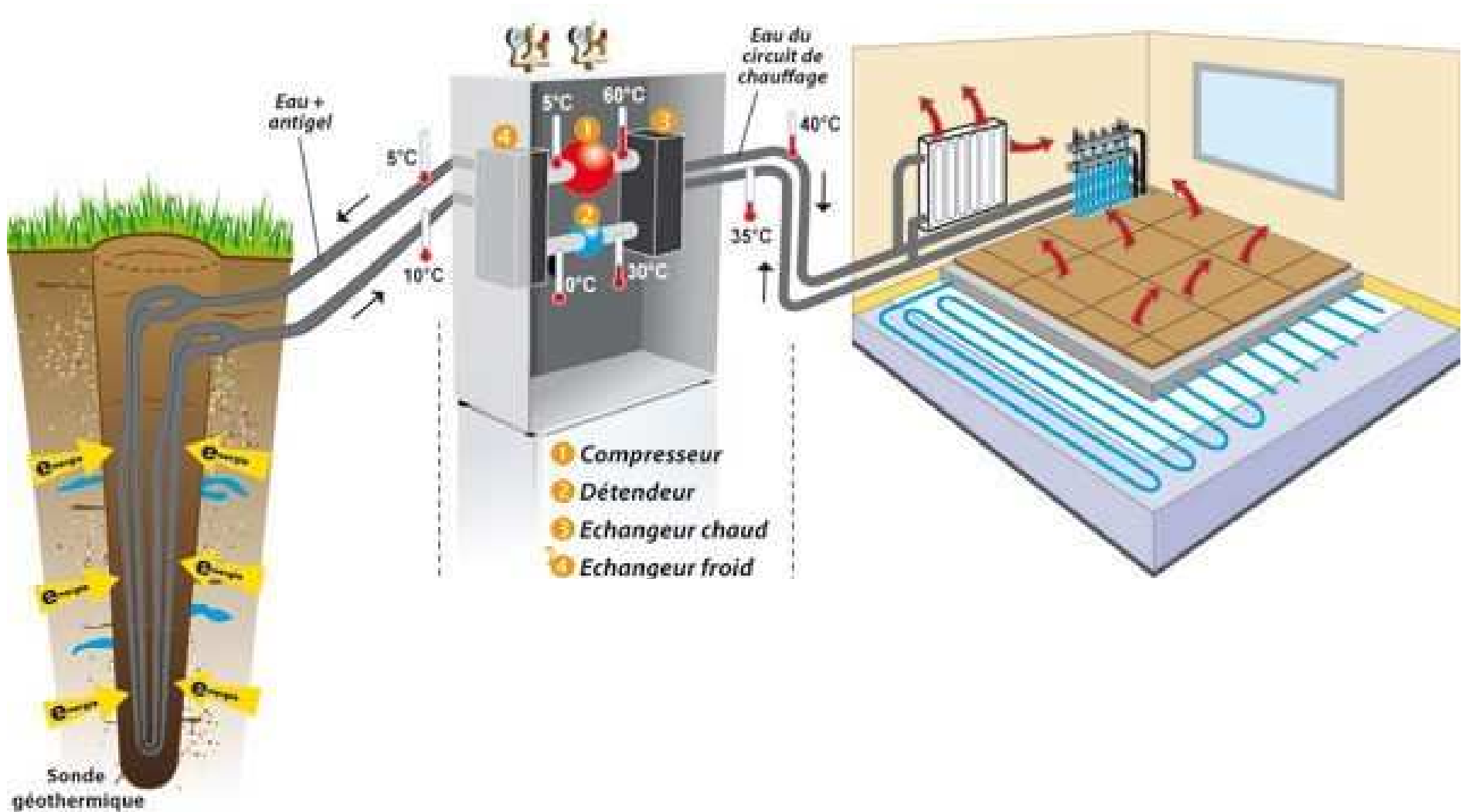
Plus gros client français de PAC
géothermiques Viessmann

Près de 80 TRT réalisés en France

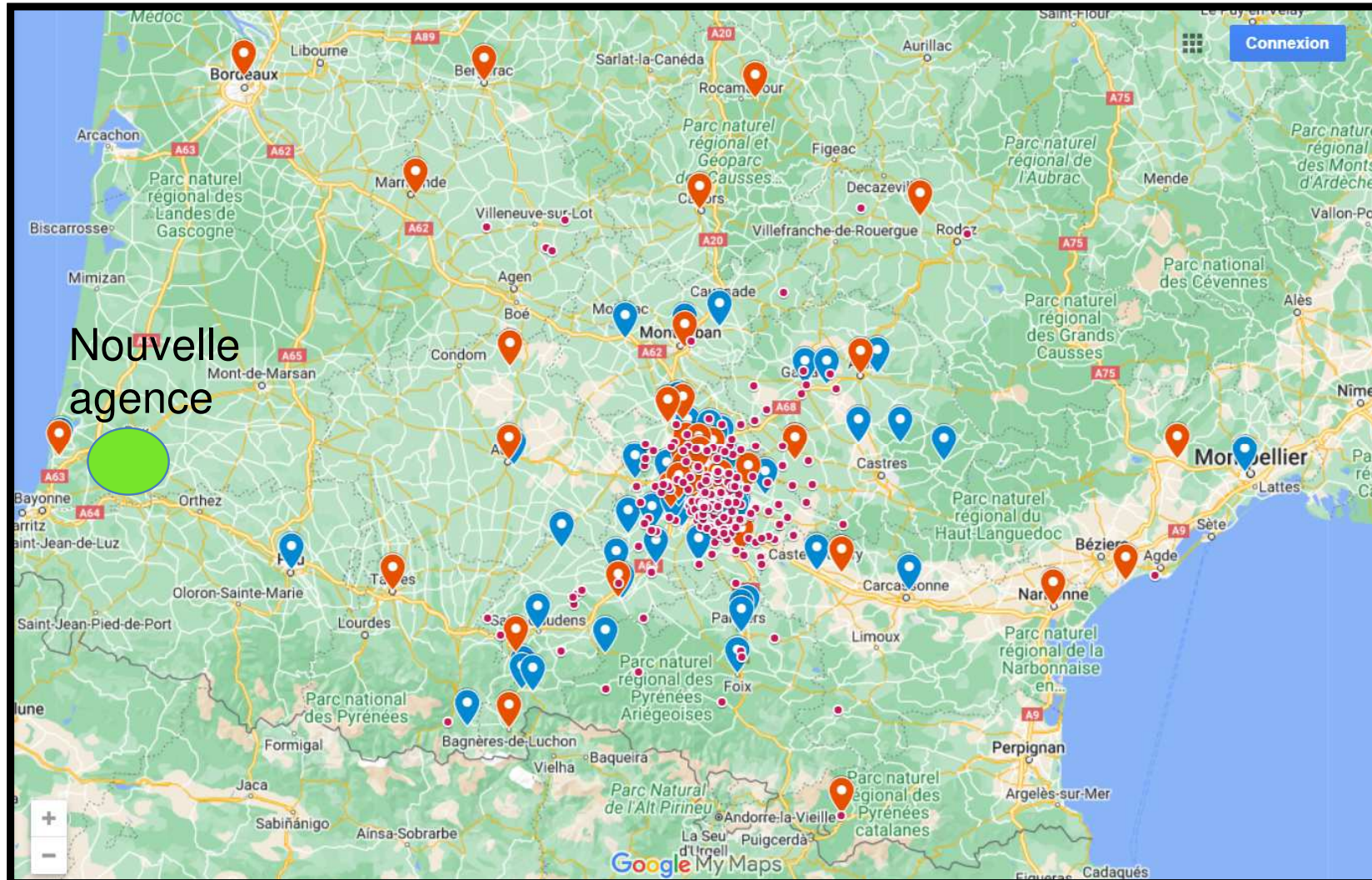
Formateur OPQIBI2013 pour la France
entière

Formateur Ademe pour les chargés de
mission ENR

Principe de la géothermie

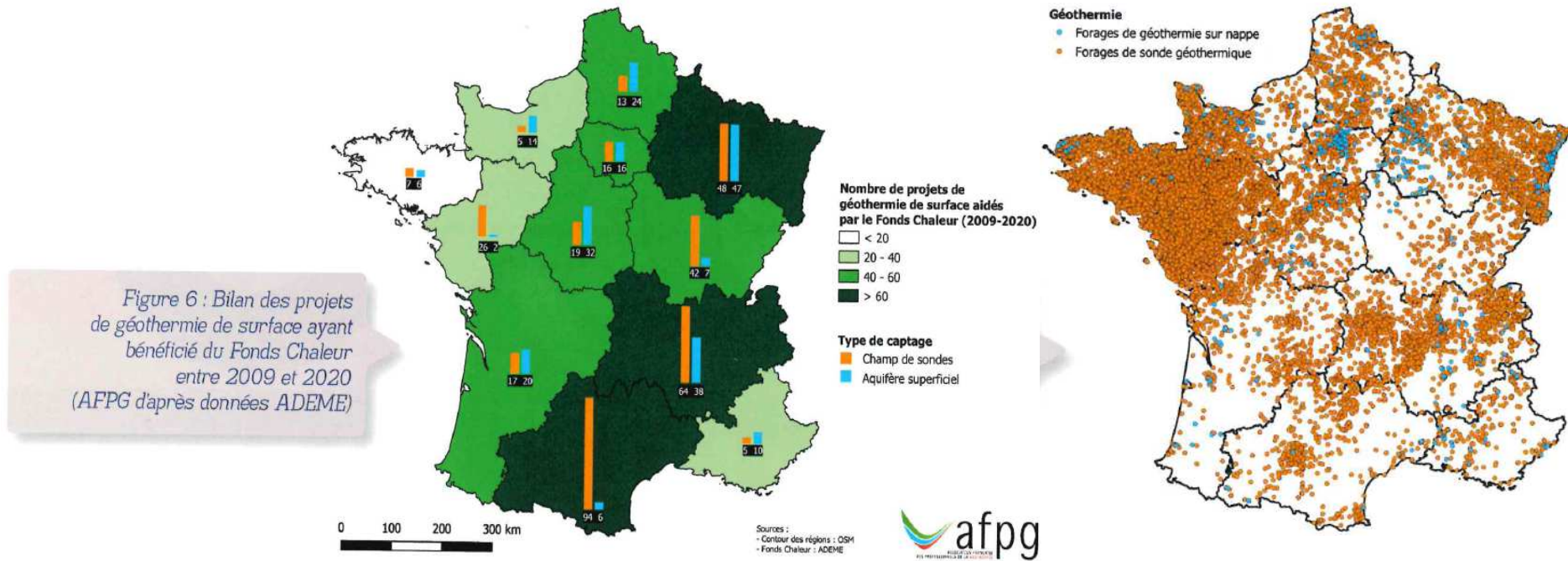


Nos références



-  Tertiaire
-  Test de réponse thermique
-  Particulier

La géothermie reste confidentielle en France contrairement à d'autres pays d'Europe



Seulement 100 projets tertiaires ayant bénéficié du fond chaleur en Occitanie en 12 ans

Forages référencés:
Essentiellement des sondes
En Occitanie

Sélection des installations analysées parmi nos réalisations anciennes

Tertiaire:

- Chambre des métiers de St Gaudens en septembre 2014: 390 m² chauffés par radiateurs 300m de forages, 17 kW PAC, chauffage + refroidissement du local informatique
 - Cas atypique car la maîtrise d'œuvre pensait que la qualité constructive suffirait à se protéger de la chaleur

Crèches/Ecoles:

- Cazères (2012): 1250m² de plancher chauffant, 1100m forages, chauffage+ECS+géocooling, 29+18=47kW

Bureaux:

- Gamba à Labège (2009): 950m² de plancher chauffant, 800m forages, chauffage+ECS+rafraich., 2x17=34 kW
 - 1^{er} bâtiment prouvé à énergie positive en France

Rénovation ancien

- Immeuble Toulousain ICH Habitat des années 60, 20 appartements avec radiateurs anciens et production ECS centralisée

Industrie:

- Usine Mapaéro à Pamiers 2011: 3500m² - 35000m³, 2400m de forages, plancher chauffant + process industriel, chauffage et froid actif simultané, 3x45=135kW
 - Thermofrigopompe

Hypothèses et conventions

- ➊ Tous les COP (coefficient de performance) mesurés sont des COP « chaufferie » intégrant tous les accessoires (pompes, régulation, appoints éventuels, ...):
 - La consommation des compresseurs représente en général 75-80% de la consommation chaufferie – le reste étant les régulateurs et accessoires (3 à 5%), les pompes hors rafraîchissement (5 à 10%), les pompes de rafraîchissement (0 à 10%)
- ➋ Toutes les PAC du comparatif sont des PAC Viessmann d'excellente performance et possédant des fonctions de mesure des performances mensuelles ou hebdomadaires.
- ➌ Les installations récentes sont exclues du comparatif car moins de retour d'expérience, tout comme les installations hors Midi-Pyrénées car le climat est différent

Quelques photos



Chambre des métiers de St Gaudens



Usine Mapaéro

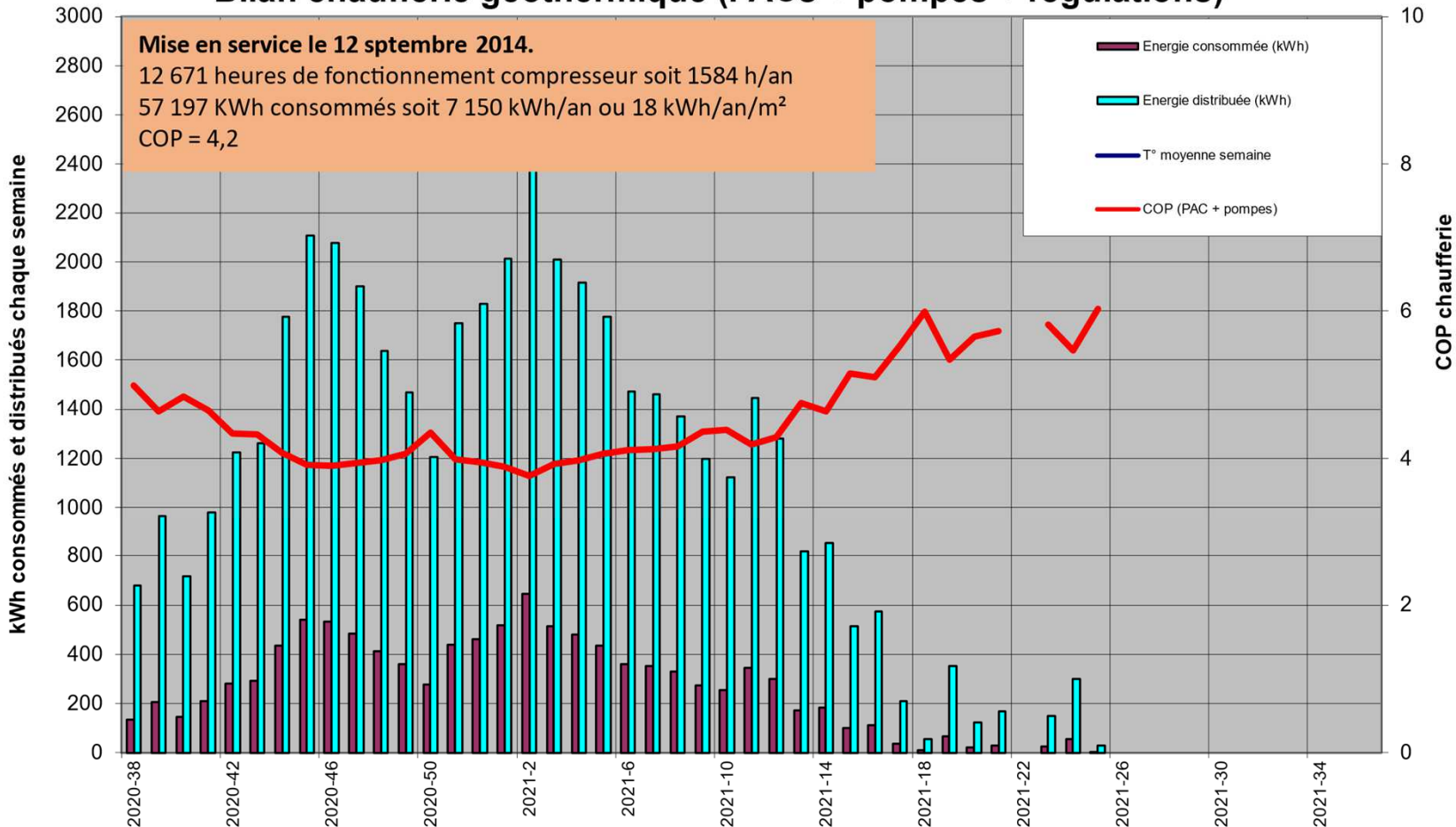


Ecole Lautrec



Collège st Simon

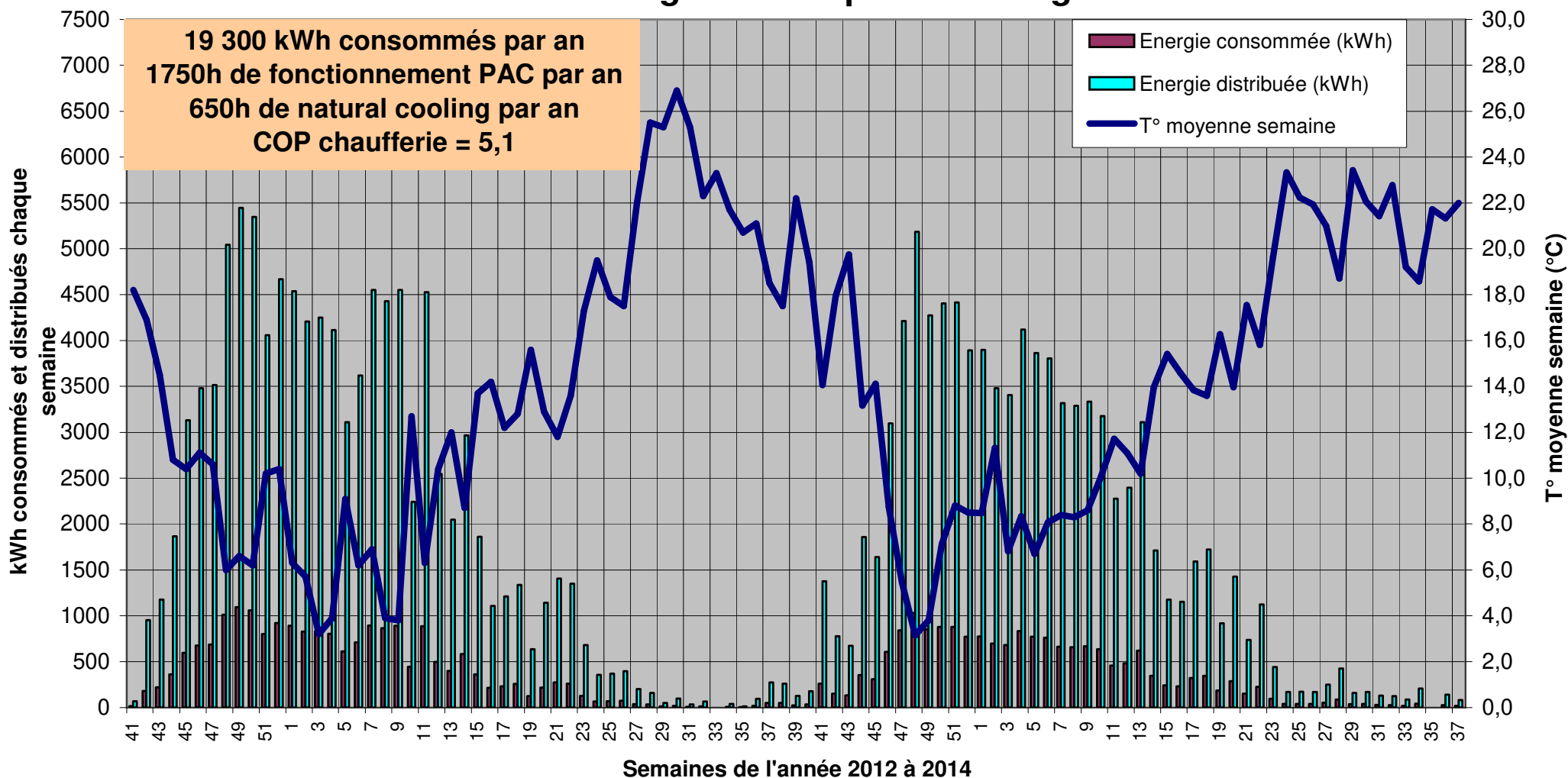
Chambre des métiers de Saint Gaudens - 390 m² RADIATEURS Bilan chaufferie géothermique (PACs + pompes + regulations)



- Les - : Radiateurs moyenne T° pénalisant le COP et donc la consommation
Confort d'été en absence de geocooling
Pas d'optimisation des réglage de la PAC depuis 8 ans
- Les+ : Bâtiment bien isolé

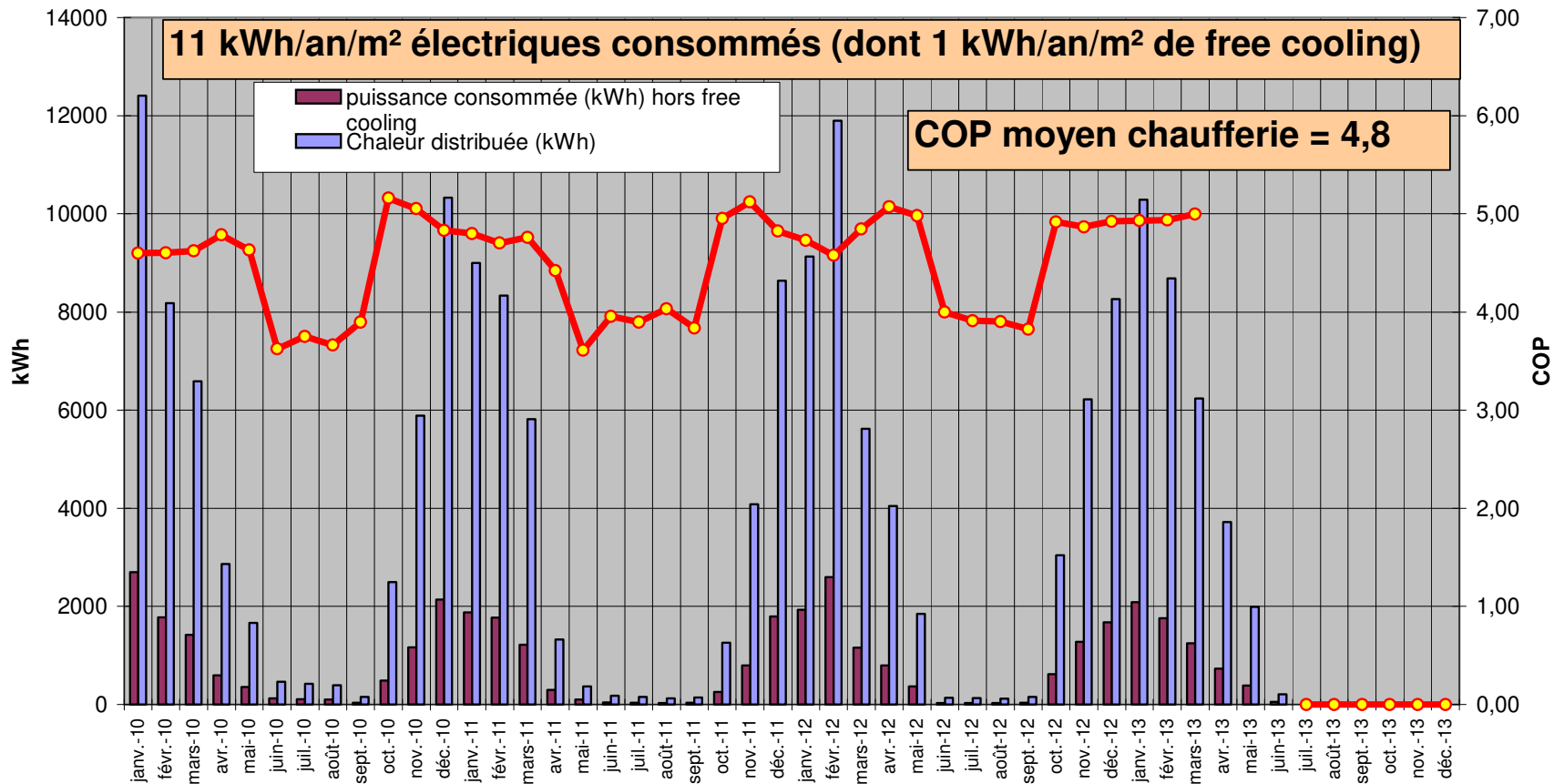
Crèche de Cazères – 15 kWh/an/m²

Crèche de Cazères - 1250 m² chauffés - 11 forages de 100m Bilan chaufferie géothermique: Chauffage et ECS



Bureaux Gamba – 11 kWh/an/m²

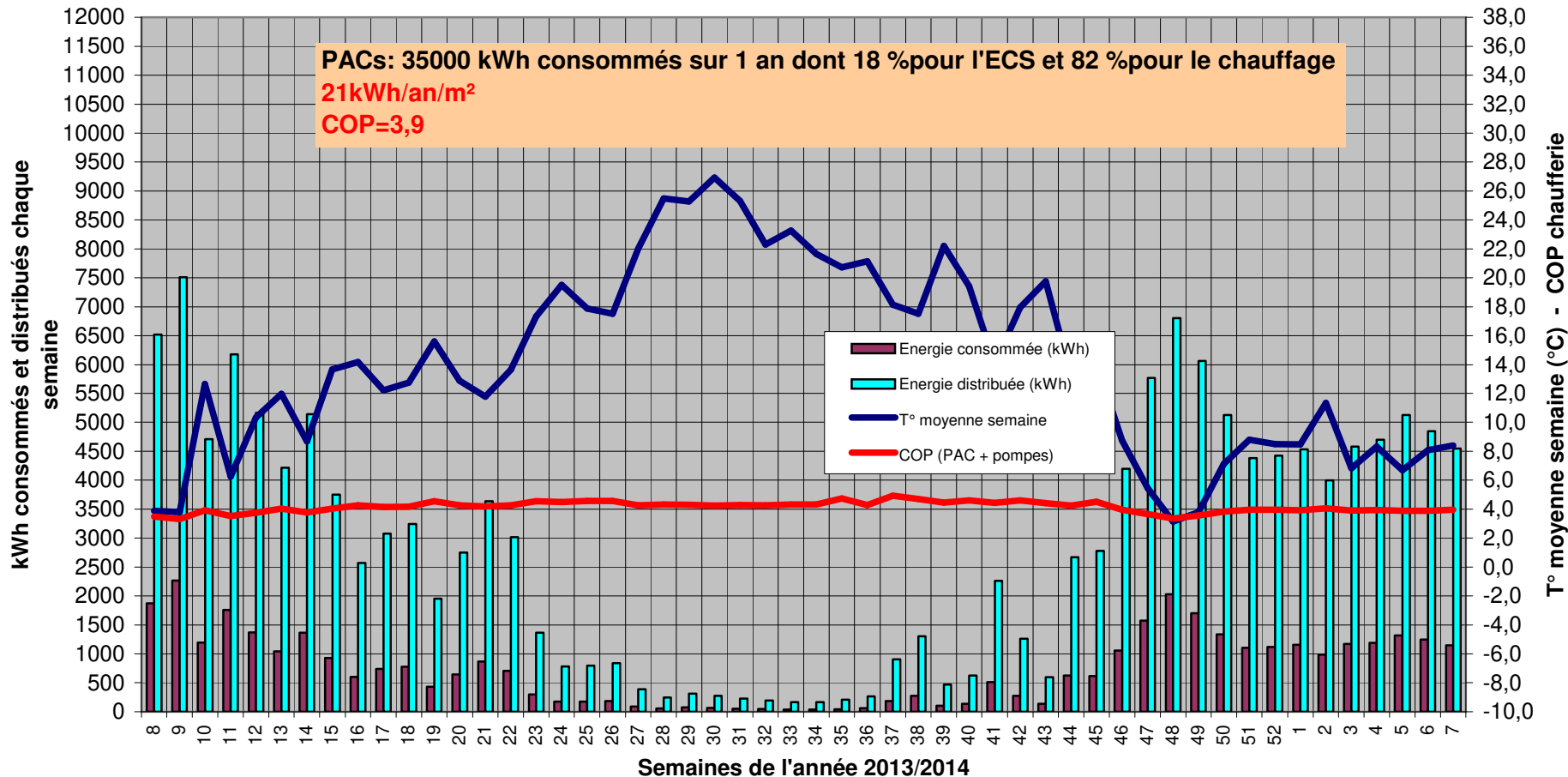
Bureaux Gamba acoustique Bilan chaufferie géothermique (PACs + pompes + regulations) 950m² chauffés + ECS + free cooling



- Les - : Batterie CTA pénalisant la T° de la loi d'eau de la PAC
Distribution avec un débit d'eau trop faible pénalisant la loi d'eau
- Les+ : Bâtiment très bien isolé et orienté avec un excellent rendement CTA

Immeuble bd de la Gare – 21 kWh/an/m²

Immeuble Bd de la gare (1666m²) - Bilan du 17 février 2014 Bilan chaufferie géothermique (PACs + pompes + regulations)

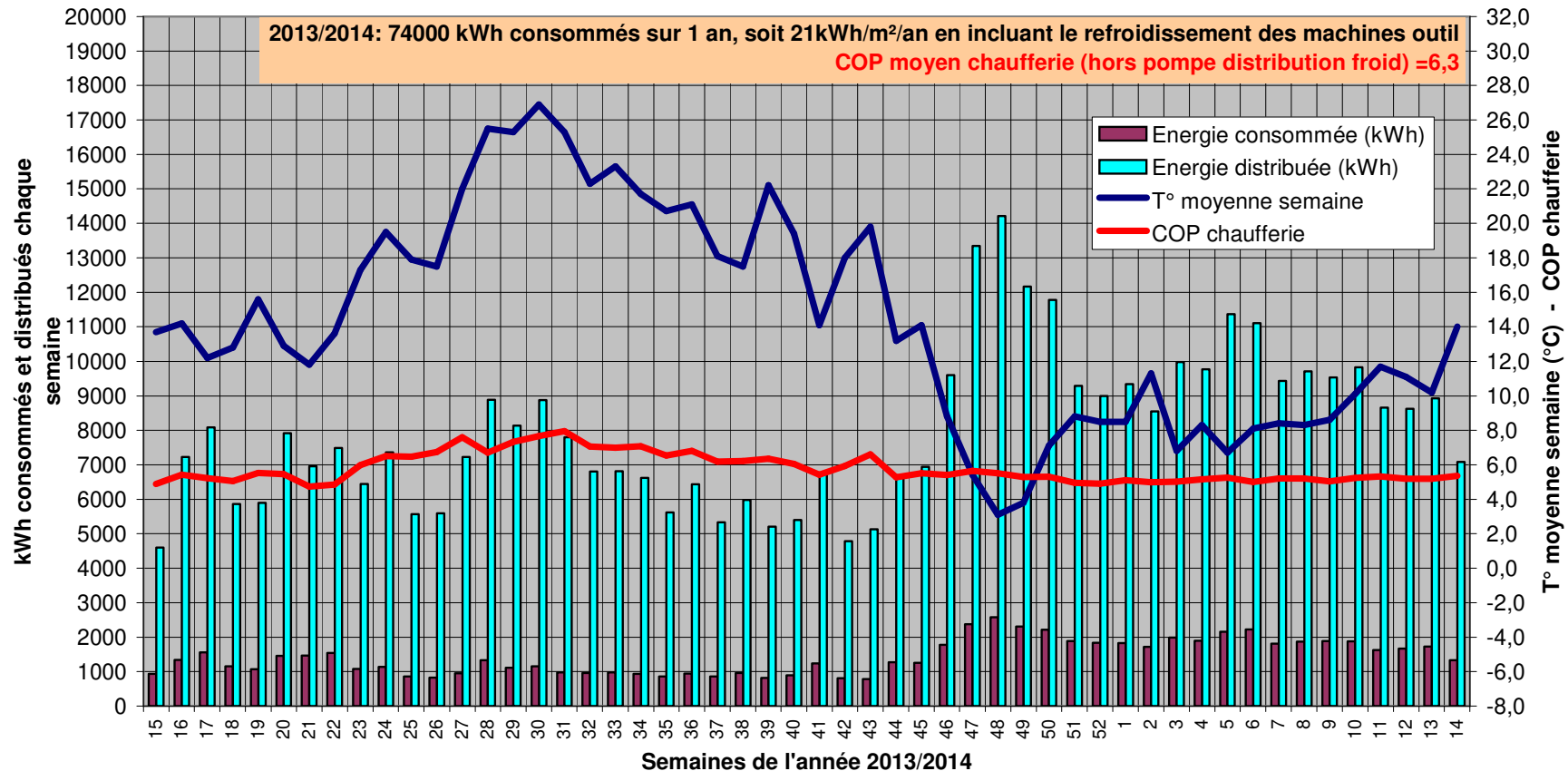


Les - : Radiateurs anciens travaillant à haute T° - grosse production ECS
Renouvellement d'air très pénalisant (simple flux) à gros débit

Les+ : Bâtiment sur 10 étages ayant une forme favorable et isolé par l'extérieur

Usine Mapaéro – 21 kWh/an/m²

MAPAÉRO Batiment 5 - 3500m² - 35000m³ Bilan chaufferie géothermique (PACs + pompes + regulations)



Les -: Très grands volumes (hauteur 10m) avec fuites d'air importantes
Besoins élevés en froid pour le process industriel

Les+: Loi d'eau très basse T° grâce à un plancher chauffant optimisé
Forages toujours chaud grâce à la récupération de chaleur des machines
Ramené à des hauteurs standards de 3m, il n'y a que 7kWh/an/m²

Résultats

- Les bilans :
 - Des COP chaufferie (incluant pompes, régulations....) allant de 3,9 à 6,3
 - Des consommations chaufferie allant de 11 à 21 kWh/an/m²

- Pourquoi de tels écarts? Cela dépend essentiellement:
 - Des besoins du bâtiment (et de ses performances intrinsèques),
 - Des régimes d'eau de la PAC liés au choix des émetteurs et à son réglage,

- Une faible consommation annuelle par m² et un fort COP sont 2 paramètres qu'il faut optimiser pour une performance optimale du bâtiment.

Synthèses des recommandations issues de ce retour d'expérience

- Un bâtiment performant est en premier lieu lié à la qualité de l'enveloppe et surtout ses entrées d'air
 - ✓ Les chantiers consommant le plus d'énergie thermique sont liés à des CTA/ventilation simple flux ou à des fuites d'air excessives

- La T° d'eau vers les émetteurs influence le COP et la consommation (3% par $^{\circ}$ C)
 - ✓ Privilégier les émetteurs très basse T° (plancher, plafond) en neuf
 - ✓ Toujours travailler avec une loi d'eau – pas de T° constante
 - ✓ Éviter les batteries d'eau très chaude sur les CTA d'air hygiénique (buses à effet Coanda pour éviter le sentiment d'air froid). Sinon le pied de pente à 30° C est très pénalisant.

- Attention aux consommations induites (moteurs des ventilo ou CTA)

- Pour l'été: privilégier les émetteurs « geocooling »
 - ✓ Le geocooling permet de rafraîchir très efficacement les bâtiments avec une consommation quasi nulle (simple circulation de l'eau des forages sans fonctionnement compresseur)
 - ✓ Le geocooling évite les « verrues » inesthétiques, chères et très consommatrices des climatisations traditionnelles
 - ✓ Peut être insuffisant pour certains usages et dans ce cas on peut avoir un appoint « active cooling » sur ventilo

Conclusions

➤ Avec des hypothèses optimales sur un bâtiment neuf ou rénové:

- ✓ Bâtiment avec CTA performante uniquement pour le renouvellement d'air hygiénique – buses optimisées pour éviter les batteries chaudes,
- ✓ Émetteur 100% plancher ou plafond chauffant-rafraîchissant avec tuyaux ayant des pas serrés,
- ✓ Débit d'eau dimensionné pour un DT < 6K en hiver,
- ✓ Pompes de circulation électronique au débit optimisé,
- ✓ Chaufferie géothermique avec PAC performante,
- ✓ Ballon ECS avec échangeur optimisé et sans pompe de charge.

➤ On obtient

- ✓ Des COP chauffage autour de 6
- ✓ Des COP ECS autour de 3,5 à 4
- ✓ Des conso chaufferies inférieures à 15kWh/an/m² (chauffage + rafraîchissement + ECS) – 2€/m²/an.

➤ Mais dès qu'une ou plusieurs des hypothèses ne peut être respectée:

- ✓ Le COP chaufferie peut chuter à 5 voir à 4,
- ✓ La consommation chaufferie peut augmenter jusqu'à 20 kWh/an/m², voir bien plus.

➤ Et si la chaufferie est mal posée avec du matériel de qualité modeste alors:

- ✓ Le COP chaufferie sera entre 1 et 2,
- ✓ La consommation chaufferie peut dépasser 40-50 kWh/an/m².

Conclusions

- 🌀 En résumé: même si la géothermie sur sonde est toujours performante lorsque elle est bien installée avec du bon matériel, on constate que tout les détails sont importants pour passer de 15-20 kWh/an/m² à moins de 10kWh/an/m².
 - Notre record est de 4 kWh/an/m² sur un bâtiment de 3500m² à Montpellier
 - Notre moyenne est de 12 kWh/an/m² sur les bâtiments de plus de 500m²
- 🌀 Toutes nos installations, bien qu'améliorables, ont des performances exceptionnelles, au-delà des espérances des clients.
- 🌀 Les expertises Ademe menées sur un grand nombres d'installations géothermiques ont montrées que de nombreuses installations ont des COP trop faibles (entre 1,5 et 2,5).
 - Cela provient uniquement de mauvais choix de matériel et de mauvaises mise en œuvre

Principales erreurs à éviter

Synthèse de 21 audits réalisés par l'Ademe

- Le COP système observé varie entre 1,4 et 6,6
 - 14% ont un calorifuge déficient
 - 23% ont un débit évaporateur ou condenseur insuffisant
 - 24% ont des PAC aux performances intrinsèquement insuffisantes
 - 38% ont une PAC surdimensionnée (autour de 500h/an)
 - 44 % des champs de sondes sont sous ou sur dimensionnés
 - 48% ont un schéma hydraulique erroné ou inadapté au projet
 - 67% ont une loi d'eau inexistante ou mal réglée
 - 76% n'ont pas un asservissement correct des auxiliaires
 - 76% n'ont pas de suivi énergétique
-

Principales erreurs à éviter

- ❌ Le dimensionnement des justes besoins thermiques du bâtiment est trop souvent mal effectué à cause d'outils d'études réglementaires peu adaptés
 - Souvent les besoins sont surestimés d'un facteur supérieur à 2 ce qui induit un surcoût d'installation d'un facteur supérieur à 2
 - Une installation surpuissante ne sera pas non plus éligible aux aides (double peine). Facteur 4 sur de coût de revient.

- ❌ La sélection d'un installateur peu expérimenté et fortement moins disant financièrement conduit systématiquement à des contre-références
 - Attention de nombreux installateurs ne sont pas assurés pour poser de la géothermie

- ❌ Faire appel à des foreurs ne connaissant pas la géologie locale conduit à des abandons de chantier très fréquents.
 - Ne pas prendre un foreur qualiforage est également pénalement condamnable

- ❌ Sélectionner un Bureau d'étude n'ayant pas la qualification OPQIBI 2013 conduit à ne pas obtenir les aides Ademe.
 - Oublier de demander les aides avant notification du marché de travaux condamne à n'avoir aucune aide.
 - Les aides représente de l'ordre de 50% des forages+ chaufferie et permettent de rendre la géothermie très rentable.

- ❌ Les forages sont souvent mal dimensionnés.
 - Trop souvent seule la puissance PAC est considérée alors que c'est le besoin annuel du bâtiment qui compte en premier lieu.
 - Dans le Sud de la France, le geocooling est parfois l'élément dimensionnant des forages.

- ❌ Contrairement aux PAC aérothermiques, une installation géothermique doit couvrir en général 100% des besoins.
 - Sous dimensionner une PAC ne permet pas de réduire les forages en proportion et ne génère donc pas d'économies pour le chantier