

## Fiche n°3 : PAC eau/eau (géothermie)

### Domaine d'application :

**Usage :** Chauffage, froid (si émetteurs réversibles), traitement de l'air (CTA), ECS

### Usage(s) tertiaire(s) :

- Bureaux : quelques cas existants, potentiel fort avec les parkings
- Enseignement : quelques cas existants, potentiel fort avec les cours d'écoles
- Santé : adapté aux fortes puissances, peu présent aujourd'hui
- Equipement sportifs : peu adapté aux besoins

### Opportunité en rénovation : faible

- Nécessite un grand espace extérieur ou de pouvoir forer en profondeur ou d'être situé au-dessus d'une nappe phréatique

### Opportunité en construction neuve : faible (coûts élevés)

### Descriptif général :

La PAC air/eau puise les calories se trouvant dans l'eau souterraine pour les restituer à un système de production de chauffage ou d'eau chaude sanitaire. Il existe différents types de captage :

- **Horizontal (système fermé) :** les capteurs sont enterrés à une profondeur allant de 0,6 à 1,2 m et recouvrent une grande surface de terrain.
- **Vertical (système fermé) :** Les capteurs sont enfouis à une profondeur allant jusqu'à 100 mètres. Solution plus efficace car les sondes sont moins sensibles aux variations de température mais plus chères à mettre en place. Sa faisabilité dépend également du type de sol (granite, sable...).
- **Sur nappe phréatique (système ouvert) :** solution nécessitant que le bâtiment se situe au-dessus d'une nappe phréatique. Le COP est élevé (>5) du fait de la température des nappes toujours comprise entre 8 et 12°C. Dans un système ouvert, l'eau est prélevée et rejetée dans la nappe (voir schéma § « Condition d'intégration »).

### Types d'émetteurs :

- Cassettes encastrées (plafond ou faux plafond)
- Split gainables
- Consoles (carrossées ou carrossables)
- Radiateurs basse, moyenne et haute température (chauffage seul)
- Planchers ou plafonds rayonnants

### Maturité de la solution :

Cette solution est mature, elle existe sur le marché depuis plusieurs années, mais le nombre d'installations reste faible.

### Condition d'intégration :

Les contraintes visuels et acoustiques de cette solution sont minimales. Les critères d'intégration vont porter sur la **superficie du terrain** (captage horizontal) ou la possibilité ou non **de forer en profondeur** (captage vertical / sur nappe). Une analyse géotechnique et des tests de réponse thermique sont à prévoir en amont pour valider la possibilité et le linéaire de sondes à prévoir.

Les PAC sont disposées en local technique (sous-sol ou rez-de-chaussée. A puissance égale, elles sont moins encombrantes que les PAC air/eau (pas de ventilateur).

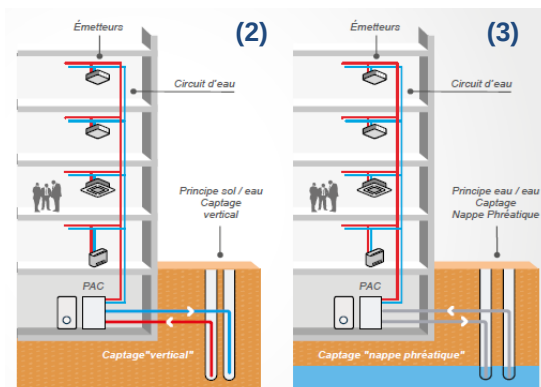
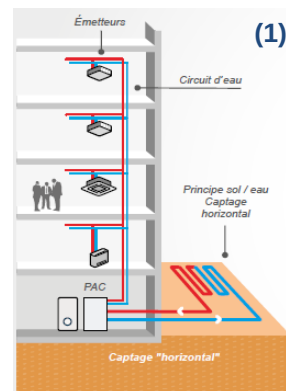
**Points de vigilance :** la PAC à captage sur nappe phréatique n'est pas aussi isolée que les autres systèmes, car au contact d'un volume d'eau dont l'intégrité devra être respectée. Un hydrologue doit valider l'utilisation de l'eau en vérifiant que cette dernière ne contient pas d'agents détériorants, comme un PH trop élevé.

### Capacité d'intégration du système dans le réseau existant :

Dans le cas d'un remplacement d'une chaudière fossile par un système de pompe à chaleur eau/eau, il est tout à fait possible de **réutiliser les réseaux et les émetteurs existants** (radiateurs ou plancher/plafond rayonnant).

**Cependant, la température maximale délivrée par la PAC est limitée (environ 55°C).** Les régimes de température des émetteurs varient selon les années de construction et sont dans **l'existant presque toujours supérieurs ou égaux à 70°C** (bien que la plupart des installations de chauffage anciennes sont surdimensionnées et fonctionnent avec une température de départ plus basse). 2 solutions pour réduire le régime de température :

- **Isoler le bâtiment** pour diminuer les besoins
- **Remplacer les émetteurs par des émetteurs à basse température** (pour une même puissance délivrée, le passage de 70/50°C à 55/40°C engendre un doublement de l'épaisseur des radiateurs). Les émetteurs basse température sont intéressants pour faire du « **géocooling** » en période estivale.



La PAC géothermique et ses différents captages  
(1) Horizontal / (2) Vertical / (3) Sur nappe  
Source : Afpac



Captage sur nappe (système ouvert)  
Source : afpg

Le système est généralement associé à une **GTB/GTC** ce qui permet de répondre aux exigences du décret BACS.

#### Entretien / maintenance / durée de vie :

Entretien annuel intégrant : vérification des fuites au niveau de sondes géothermiques, contrôle d'étanchéité du circuit frigorifique, contrôle des connexions électriques, vérification de l'état d'encrassement des tuyaux, manœuvre et contrôle des organes de sécurité (soupape...), contrôle de l'état du compresseur.

#### Fluides frigorigènes :

Aujourd'hui, les fluides frigorigènes présents dans la majorité des solutions PAC eau/eau sont le **R410A** et le **R407C**. Ils n'entrent plus dans les exigences de la réglementation européenne F-Gaz (**Global Warming Potential = 2 088 (R410A) et 1800 (R407C)**).

Le R410A et le R407C sont progressivement remplacés par le **R32**. Son GWP (Global Warming Potential) est de **675**. Il est compatible avec les exigences de la F-Gas jusqu'à 2030. Au 1<sup>er</sup> janvier 2030, il ne pourra plus être utilisé (**GWP<sub>2030</sub> < 150**).

L'utilisation du propane (**R290, GWP = 3**) en tant que fluide frigorigène est beaucoup moins problématique que pour la PAC air/air puisqu'il **demeure au niveau de l'unité extérieure**. Le risque d'inflammabilité reste donc maîtrisé. De nombreuses solutions utilisant ce fluide sont aujourd'hui en développement.

#### Certificats d'Economie d'Energie (CEE) :

- **BAT-TH-113 : Pompe à chaleur de type air / eau ou eau / eau**
- **BAT-TH-140 : Pompe à chaleur à absorption de type air / eau ou eau / eau**

Il existe des conditions sur les puissances nominales (chaud et froid) à respecter pour être éligible aux CEE (fiche [PAC air/eau ou eau/eau](#) & [PAC à absorption air/eau ou eau/eau](#)).

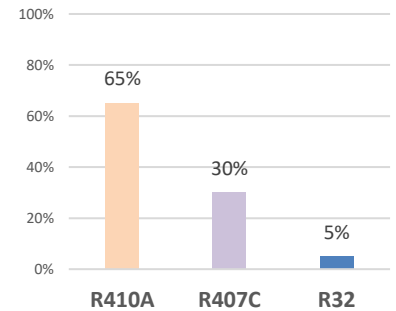
#### Forces et faiblesses de la solution :

##### **Forces :**

- La PAC eau/eau offre des performances constantes et élevées en chauffage et en eau chaude sanitaire toute l'année.
- Possibilité de faire du « géocooling » (créer un échange direct entre les sondes et les émetteurs basse température de manière à rafraîchir le bâtiment sans faire intervenir les PAC).
- Les contraintes acoustiques et visuelles sont beaucoup moins importantes que pour les PAC air/air ou air/eau du fait de l'absence d'unité extérieure.
- Système adapté aux altitudes élevées et au climat rigoureux
- Solution couvrant une large plage de puissances, pouvant même alimenter des petits réseaux de chaleur
- Profite d'aides financières comme le Fond Chaleur (ADEME)

##### **Faiblesses**

- Solution fortement soumise aux contraintes du terrain (possibilité ou non de forer en profondeur, surface au sol importante si captage verticale). **Complexe en milieu urbain dense** (à l'exception éventuelle des cours d'écoles et des parkings).
- Investissement important, notamment pour les installations de petites puissances
- Nécessite de mobiliser des spécialistes dès les phases d'études (étude du terrain...)
- Dossier d'aides financières complexes (Fonds Chaleur)
- Réglementation sur l'utilisation des eaux souterraines stricte



Fluides frigorigènes utilisés sur les marchés neuf des PAC eau/eau en 2021 (résidentiel, tertiaire & industriel)

Source : Webinaire "la révision F-Gas" AFCE (2023)