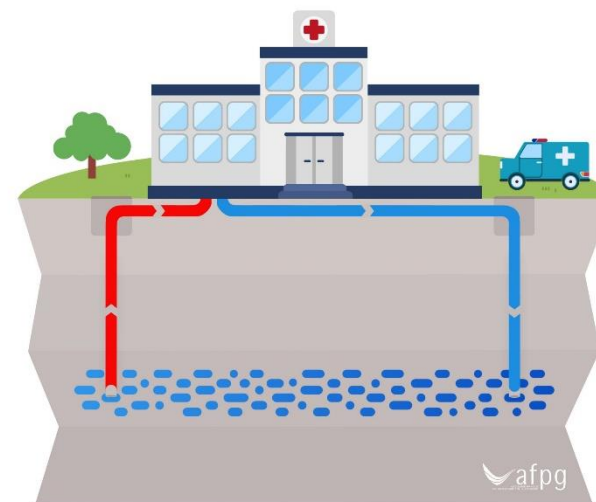




# Webinaire 2 - Les bonnes pratiques pour optimiser son installation de géothermie



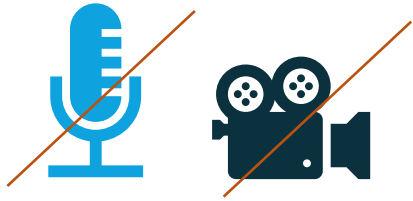
Partenaires :



29 mai 2026  
10h00-12h15



# Pour une visio conférence en toute sérénité...



Merci de **couper vos micros et vos caméras**



**Poser vos questions** directement **dans la conversation du Tchat** (onglet « converser ») pendant les interventions



**Un maximum de questions seront prises en séances**



La visio sera **enregistrée**  
**Le replay en ligne dans quelques jours**  
**Ainsi que le support de présentation**

## Les webinaires du Réseau Animation Géothermie

- Cycle de webinaires annuel sur la géothermie
- Replays et supports des webinaires précédents disponibles sur le site de l'AFPG  
>> <https://www.afpg.asso.fr/mediatheque/>

### Webinaires 2026

#### **Webinaire 1 - Etude de faisabilité géothermie – Pourquoi et comment bien cadrer son projet ?**

*Vendredi 22 mai 2026 – 10h00-12h00*

#### **Webinaire 2 - Les bonnes pratiques pour optimiser son installation de géothermie**

*Vendredi 29 mai 2026 – 10h00-12h15*



# Plan

---

- Introduction Webinaire
- Cadrage réglementation : Géothermie de Minime Importance
- Enseignements issus des retours d'expérience d'installations
- Les bonnes pratiques
- Questions-Réponses



# Cadrage réglementaire

---



**Noé IMPERADORI**

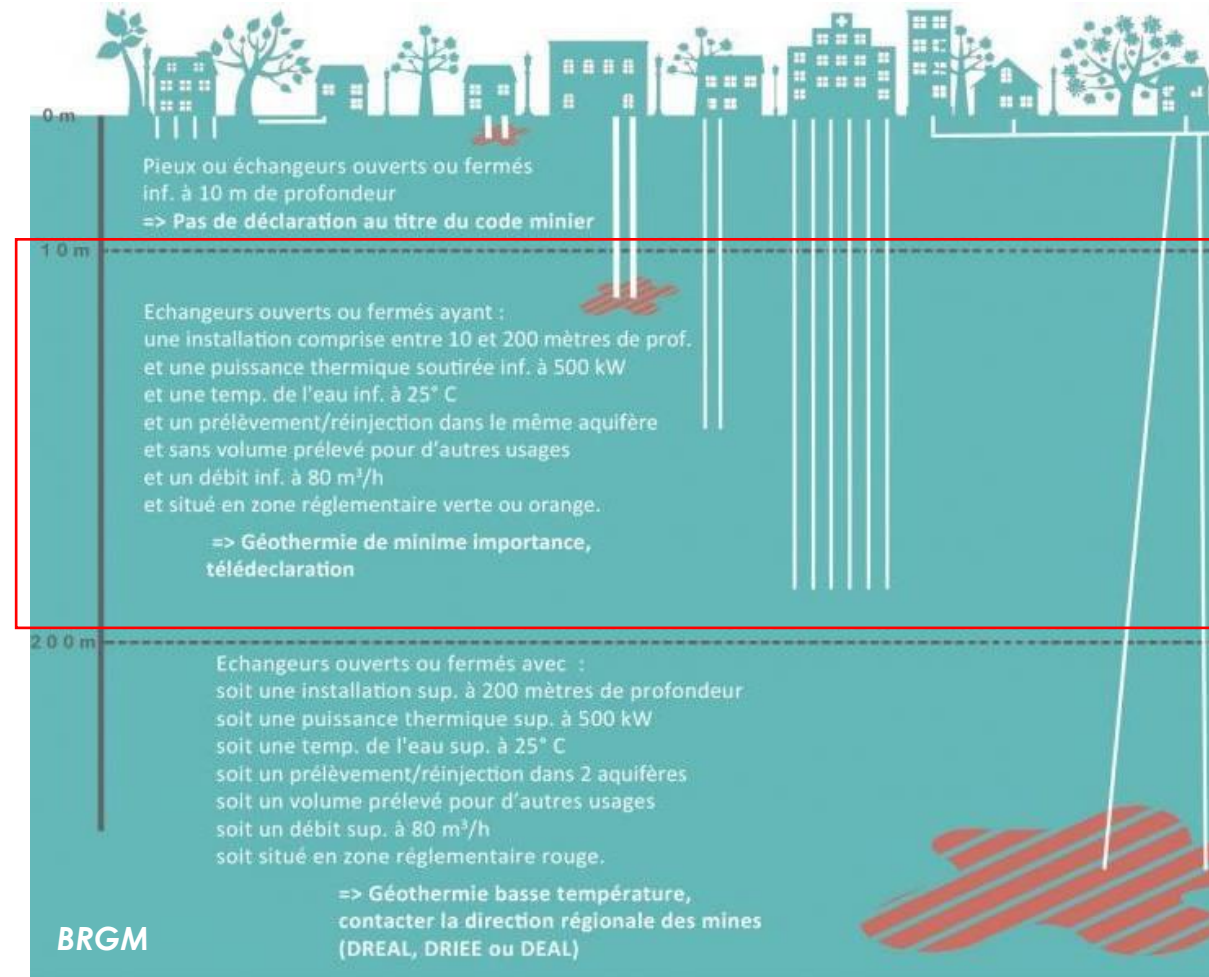
Animateur géothermie Grand Est



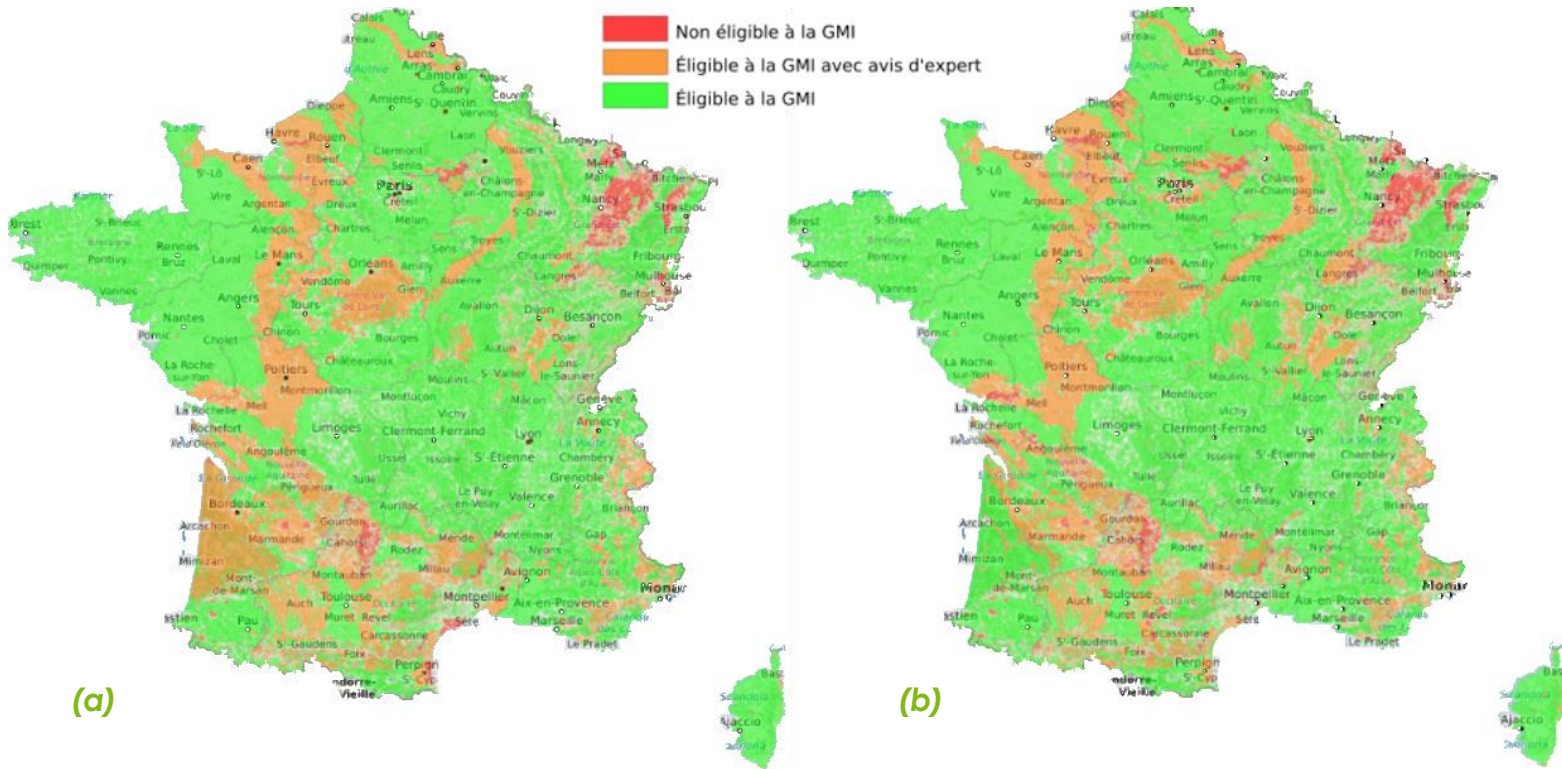
# Géothermie de Minime Importance (GMI)

**Objectif :** allègement des procédures pour des exploitations de gîtes géothermiques répondant à certaines conditions:

- Sondes et nappe :
  - Puissance de l'installation inférieure à 500kW (en cours d'évolution)
  - Profondeur des forages de 10 à 200 mètres
- Nappe :
  - Température de l'eau prélevée inférieure à 25°C,
  - Débit inférieur à 80 m<sup>3</sup>/h
  - Prélèvement et injection dans le même aquifère
- Prise en considération de la carte réglementaire GMI lors de localisation forage
- Ouvrage géothermique par une entreprise de forage certifiée
- Possibilité d'autres prescriptions locales non spécifiques : eau potable, qualité, stockage gaz et hydrocarbures,...



# Carte réglementaire (GMI)



Cartes nationales réglementaires GMI de 100 à 200 m sur nappe (a) et sur sondes (b) (geothermies.fr)

Carte nationale GMI :

- 3 cartes sondes (10-50 m, 50-100 m, 100- 200 m)
- 3 cartes nappe (10-50 m, 50-100 m, 100- 200 m)

Critères respectés + **zone verte** = **télédéclaration**

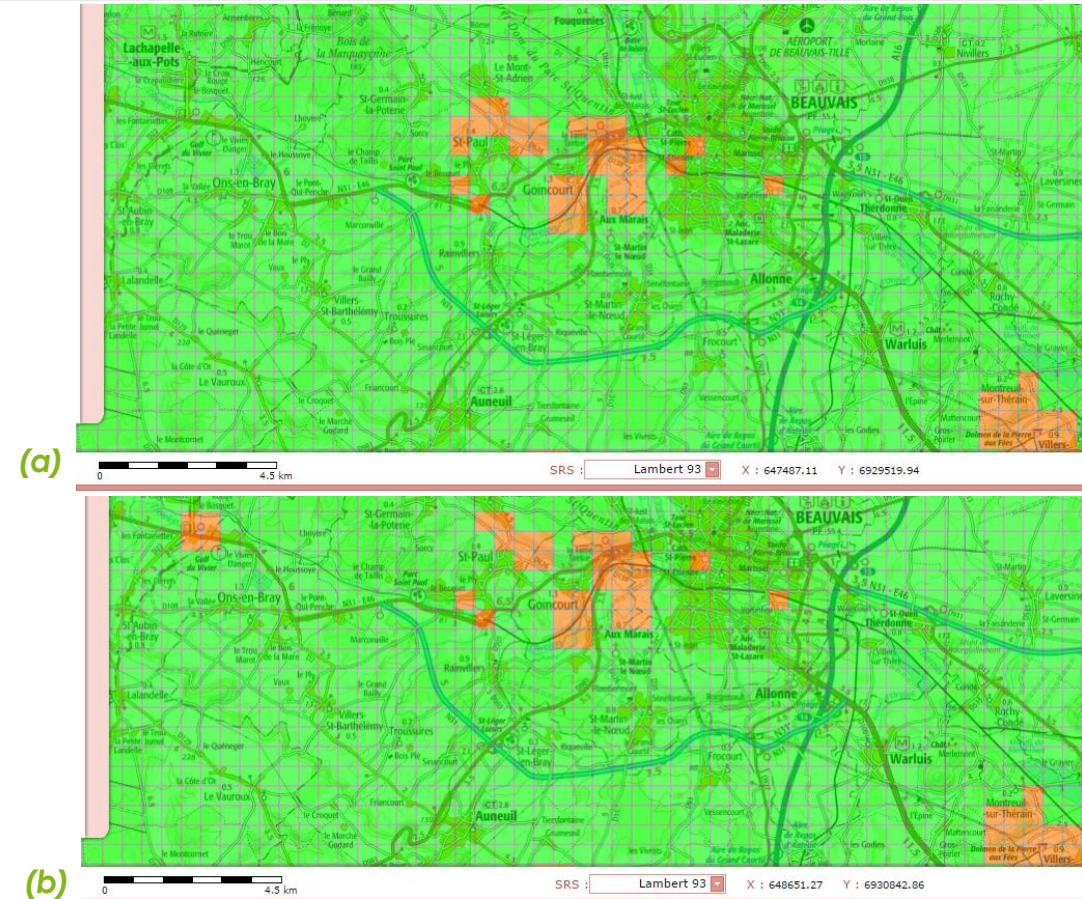
Critères respectés + **zone orange** = **télédéclaration suite à avis d'expert**

Critères non respectés ou **zone rouge** = **demande d'autorisation**

# Carte réglementaire (GMI)

Critères d'élaboration de la carte :

- Affaissement/surrection lié aux formations évaporitiques
- Affaissement/surrection lié aux cavités hors mines
- Affaissement/surrection lié aux cavités minières
- Mouvement ou glissement de terrain
- Pollution des sols ou des nappes
- Artésianisme
- Mise en communication des aquifères
- Remontée de nappe



Exemples de cartes réglementaires GMI de 100 à 200 m sur nappe (a) et sur sondes (b) (geothermies.fr)

# Liens et références

---

- [Elaboration de la carte réglementaire](#)
- Cartes réglementaires: [Géothermies](#)



## Références réglementaires :

- Décret n° 2025-852 du 27 août 2025 relatif aux activités de recherche et d'exploitation de géothermie
- Arrêté du 25 juin 2015 modifié relatif aux prescriptions générales applicables à la géothermie de minime importance
- Arrêté du 25 juin 2015 relatif à la carte des zones en matière de géothermie de minime importance
- Arrêté du 4 septembre 2015 modifié portant agrément des experts en matière de géothermie de minime importance

# Qualifications requises

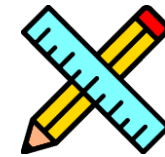


Foreurs Certiforage : [Qualit'Enr](#)

- ⇒ Module sonde
- ⇒ Module nappe
- ⇒ Certification depuis 2025, remplace les qualifications

Bureaux d'études RGE (Reconnus Garants de l'Environnement) : [OPQIBI](#)

- ⇒ 10.07 : Etude des ressources géothermiques
- ⇒ 20.13 : Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique



Experts hydrogéologues pour la GMI :

[Arrêté du 4 septembre 2015 portant agrément des experts en matière de géothermie de minime importance - Légifrance](#)

# Pourquoi la GMI?

Premier décret publié en 2015, le but est de :

- Préserver la ressource en eau locale
- Prendre en compte les enjeux sanitaires
- Respecter les autres usages ou ouvrages locaux du sous-sol
- Améliorer et partager la connaissance du sous-sol
- Eviter les accidents



Le saviez-vous?



Avant la mise en place de la GMI, des dégâts ont déjà été observés lors de la réalisation de forages géothermiques.

Exemple dans le village de Lochwiller, en Alsace.

Méconnaissance géologique

- ⇒ Mise en contact de roches anhydrites avec une nappe d'eau sous pression
- ⇒ Conséquence : gonflement de ces roches et soulèvement du sol en surface particulières et la modification de la topographie locale
- ⇒ Expropriations et conséquences financières lourdes



# Enseignements issus des retours d'expérience d'installations

---



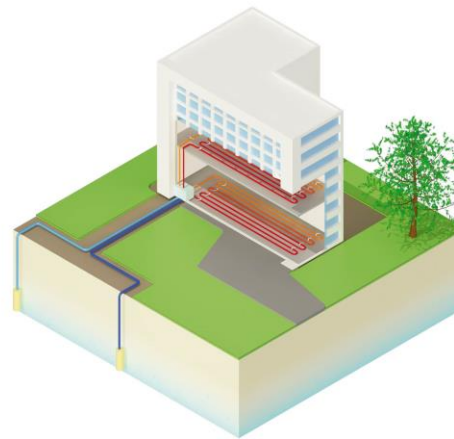
**Yohan CUNNAC**

Animateur géothermie Occitanie

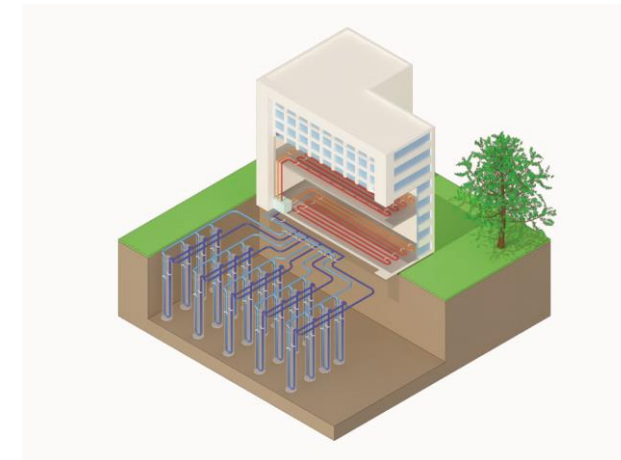


# Rapport d'audits techniques sur des installations

- Séries d'audits d'installations géothermiques
- Réalisées il y a une dizaine d'années dans **plusieurs régions françaises**
- Questionnaires envoyés au maître d'ouvrage
- Audits des installations sur les **volets** :
  - **Technique**
  - **Energétique**
  - **Economique**



Captage sur nappe ©ADEME-BRGM



Champs de sondes géothermiques verticales  
©ADEME-BRGM

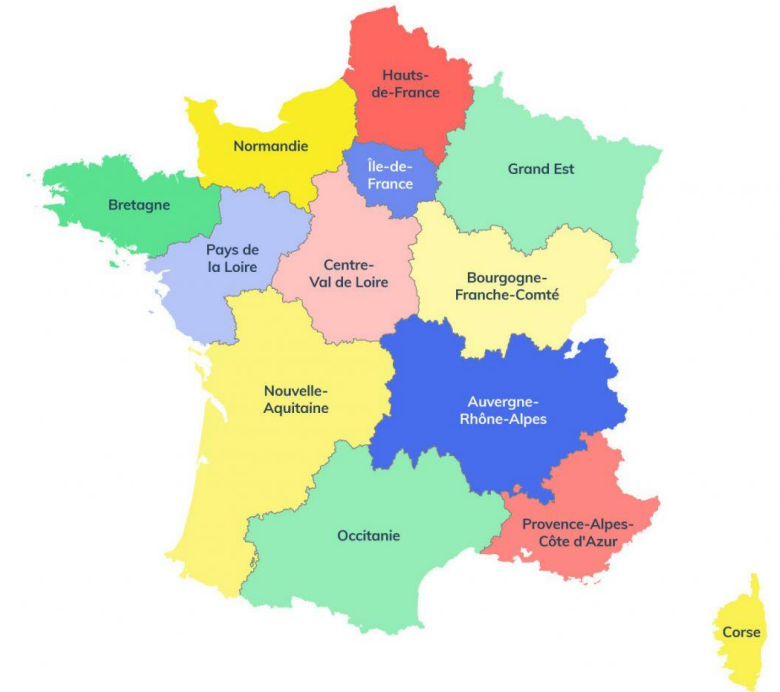
# Des contextes différents... mêmes constats

## Des projets différents... mais les mêmes « anomalies »

- Géothermie sur sondes
- Géothermie sur nappe
- Eaux usées
- Régions et contextes variés

## Des audits anciens (majoritairement des années 2010), mais structurels et un signal fort

- *Des anomalies observées sur plusieurs régions*
- *Structurels à l'échelle de la filière*



# Un paradoxe fréquent en géothermie

## Le paradoxe mis en évidence

### Côté maîtres d'ouvrage

- Satisfaction globale
- Solution recommandée



### Côté audits

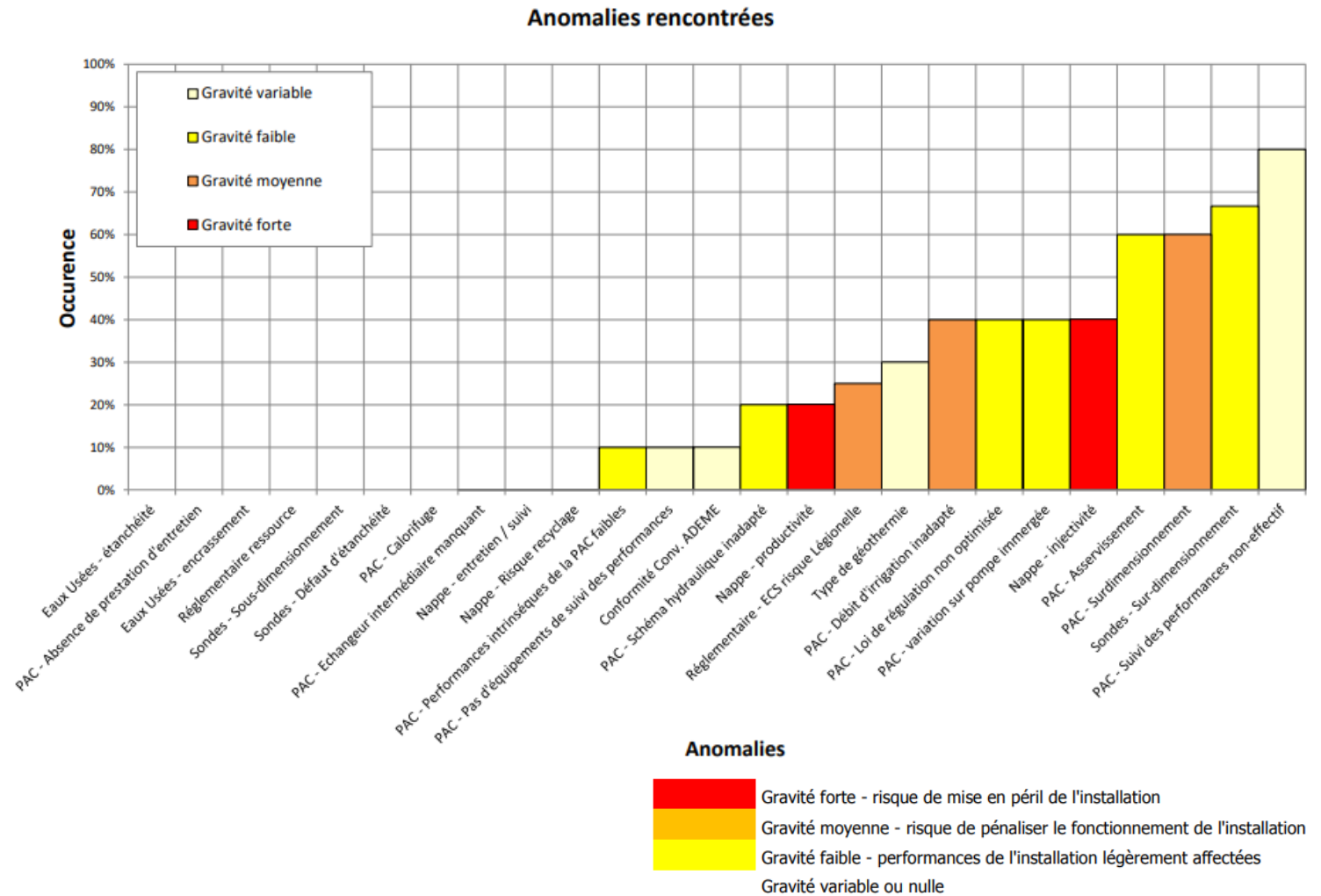
- Performances très variables
- Anomalies fréquentes



**Une installation peut fonctionner sans être réellement performante ni optimisée.**

# Synthèse des audits : anomalies rencontrées

- Forte fréquence d'anomalies liées :
  - au **surdimensionnement**
  - aux **asservissements**
  - au **suivi des performances**
- Peu d'anomalies directement liées à la ressource
- Peu de différences marquées entre nappes et sondes
- Gravité souvent **moyenne à forte** sur les points clés
- Les installations sont **globalement fonctionnelles, mais rarement optimisées.**



# Pourquoi parler maintenant de bonnes pratiques ?

Les anomalies sont connues

Elles sont récurrentes

Elles sont en grande partie évitables

Elles ne sont pas liées à la géothermie en tant que telle, mais très souvent à des choix de conception, de réglage ou de suivi.

- L'ADEME a réalisé en 2019 un **guide des bonnes pratiques** à partir de ces études « Réussir un projet de qualité en géothermie de surface »  
<https://librairie.ademe.fr/energies/997-reussir-un-projet-de-qualite-en-geothermie-de-surface-9791029712807.html>





# Les bonnes pratiques

---



# Conception

---

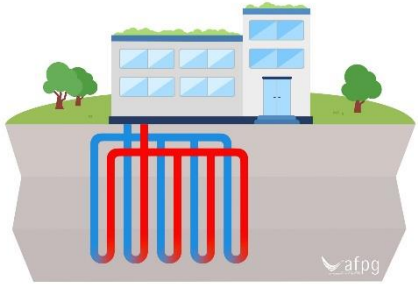


**Yohan CUNNAC**

Animateur géothermie Occitanie



# DIMENSIONNEMENT DU CHAMP DE SONDES



## Défauts courants / Anomalies

- Surdimensionnement
- Sous-dimensionnement

## Conséquences / Impacts

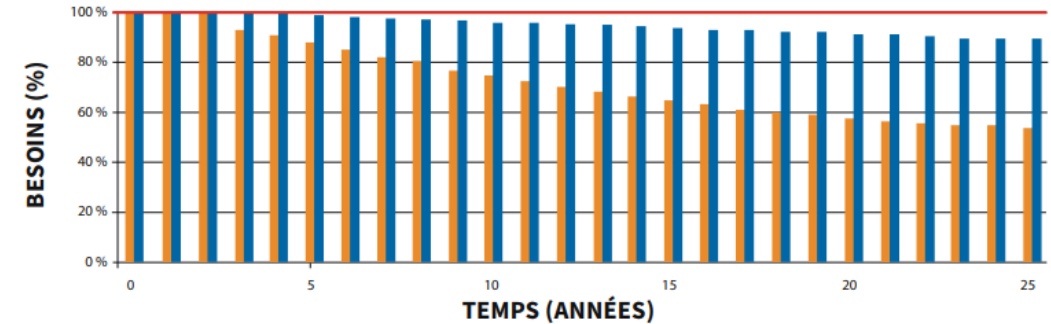
### Surdimensionnement

- Surcoûts (forage, PAC) sans bénéfice technique

### Sous dimensionnement

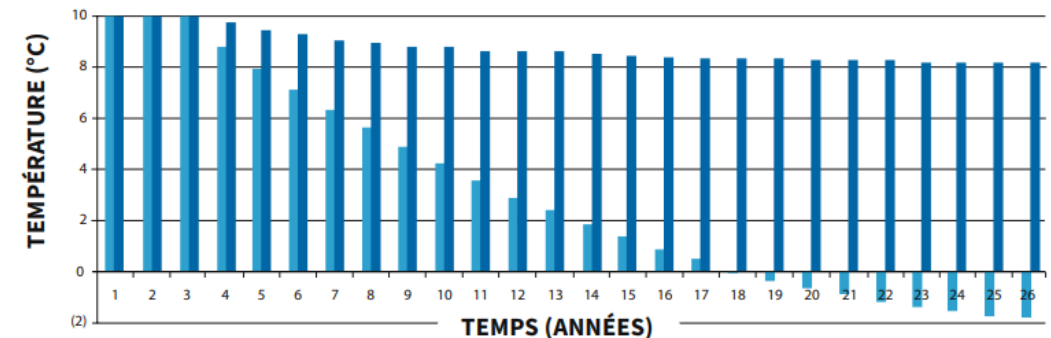
- Baisse de température du fluide
- Dégradation des performances PAC
- Hausse des consommations électriques
- Risque de rupture de chauffage en hiver
- Risques mécaniques (fissures dans le sol en cas de gel)

ÉVOLUTION DE LA COUVERTURE DES BESOINS DANS LE CAS DU SOUS-DIMENSIONNEMENT



■ Besoins couverts (sous-dimensionnement) ■ Besoins couverts (bon dimensionnement)  
■ Besoins énergétiques du bâtiment

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE DANS LE SOUS-SOL DANS LE CAS D'UN SOUS DIMENSIONNEMENT ET D'UN BON DIMENSIONNEMENT DU CHAMP DE SONDES



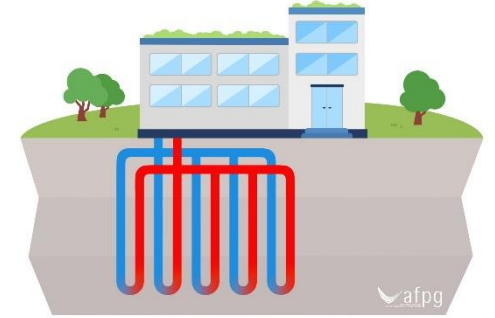
■ T. source froide (sous-dimensionnement) ■ T. source froide (bon-dimensionnement)

# DIMENSIONNEMENT DU CHAMP DE SONDES

## Moyens de résolution

En cas de sous-dimensionnement :

- Ajout de sondes complémentaires
- Recours à un système de relèvement (appoint)
- Régulation de la PAC avec diminution des températures de consigne

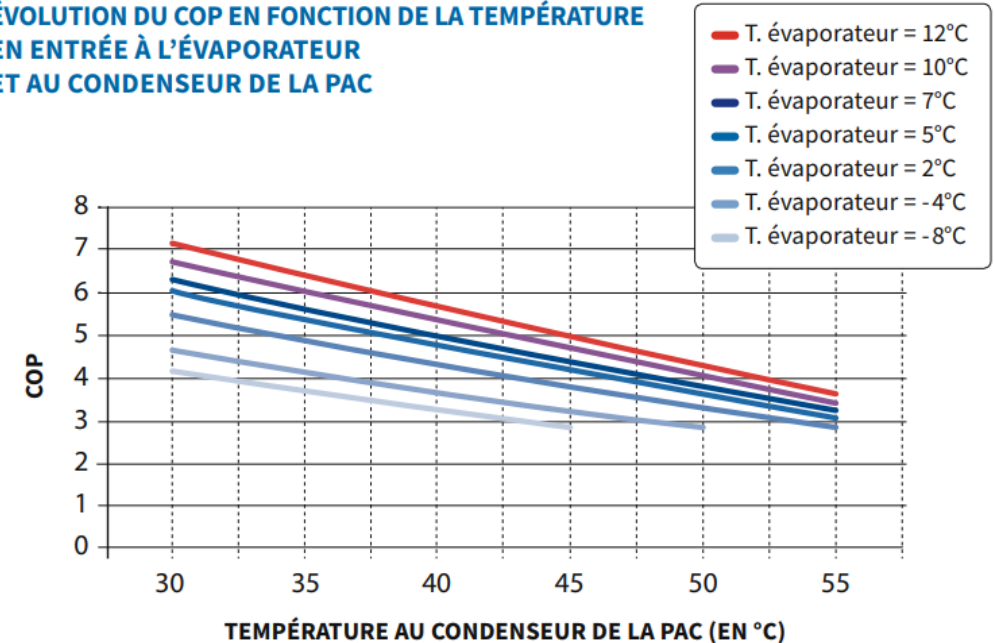


## Bonnes pratiques

Dimensionnement réalisé par un **BE compétent**  
+ **outils adaptés.**

Test de Réponse Thermique (TRT)  
indispensable pour les champs importants  
Objectif : **couvrir les besoins énergétiques** sur  
le long terme.

ÉVOLUTION DU COP EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE  
EN ENTRÉE À L'ÉVAPORATEUR  
ET AU CONDENSEUR DE LA PAC



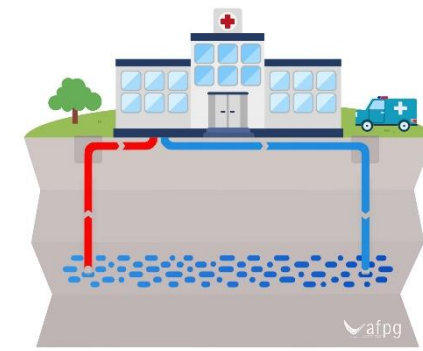
# DIMENSIONNEMENT FORAGE NAPPE

## Défauts courants / Anomalie

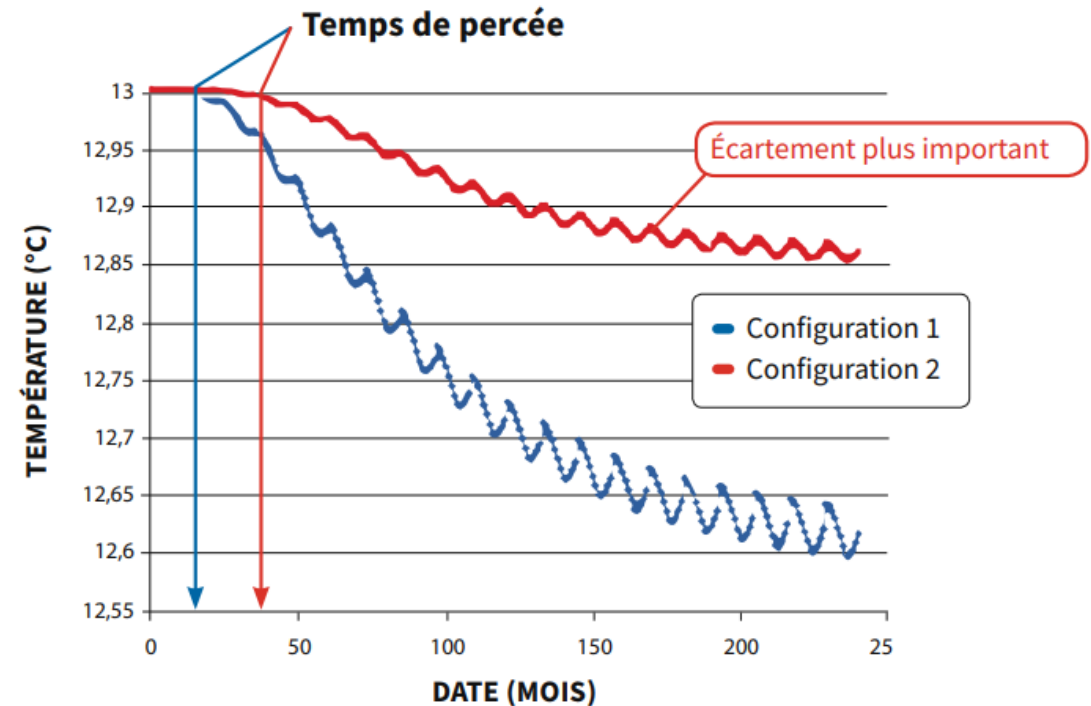
- Écartement insuffisant entre les forages du doublet

## Conséquences / Impacts

- Formation d'une bulle froide autour du forage de réinjection
- Risque d'atteinte du forage de production → baisse de température de l'eau prélevée
- Dégradation des performances globales de l'installation
- Risque de mise en défaut de la PAC (voire arrêt complet de l'installation)



ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE AUX Puits DE PRODUCTION SELON DEUX CONFIGURATIONS D'ÉCARTEMENT Puits DE PRODUCTION - Puits D'INJECTION



# DIMENSIONNEMENT FORAGE NAPPE

## Moyens de résolution

- Aucun correctif technique satisfaisant après forage
- Pour un fonctionnement dégradé : baisse des débits
- Création d'un nouveau forage



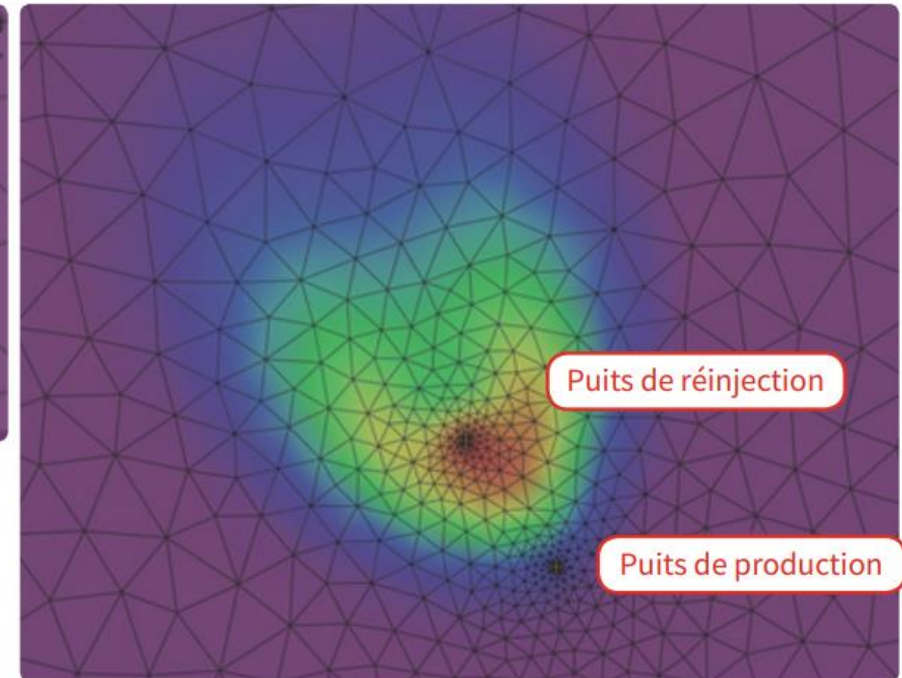
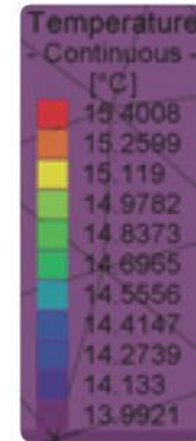
EXEMPLE DE MODÉLISATION D'UN DOUBLET DE FORAGES

## Bonnes pratiques

**Modélisation** réalisée par un **BE hydrogéologue qualifié**

**Prise en compte** : sens d'écoulement de la nappe, données hydrogéologiques, consommations prévisionnelles

**Ajustement de l'écartement des forages** du doublet selon les résultats des essais de pompage



# DIMENSIONNEMENT PAC ET PERFORMANCES

## Défauts courants / Anomalies

- Sous-dimensionnement
- Surdimensionnement
- Choix d'une PAC inadaptée et/ou avec de faibles performances intrinsèques

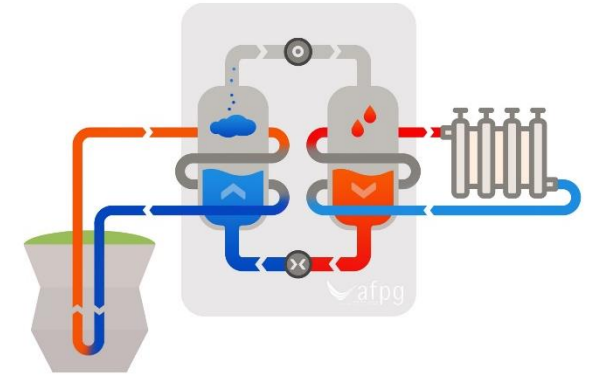
## Conséquences / Impacts

### Sous-dimensionnement

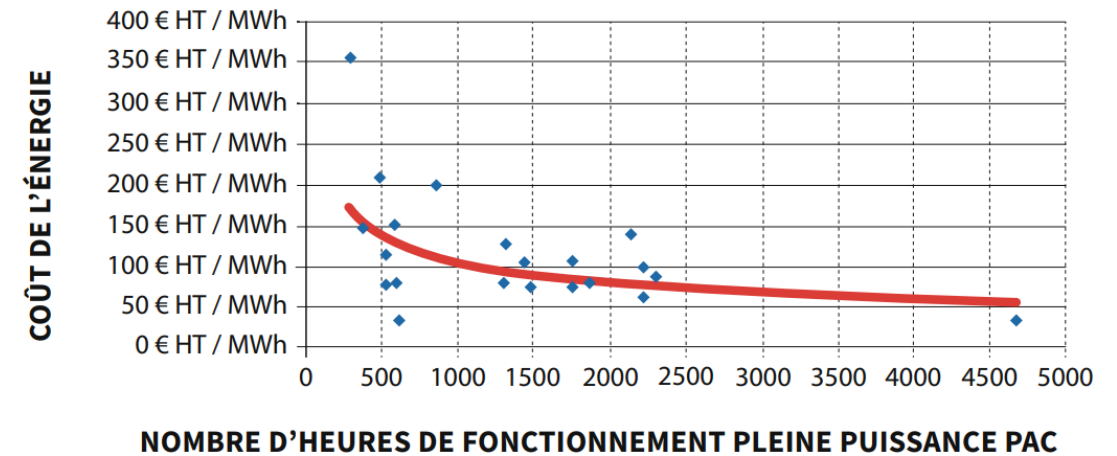
- Non couverture des besoins
- Risque de refroidissement de la source

### Surdimensionnement

- Surinvestissements
- Dégradation des performances et vieillissement prématuré
- Surconsommations d'énergie
- Rendement COP dégradé



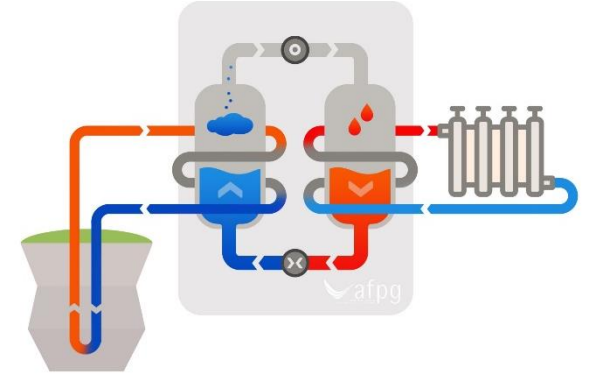
## COÛT DE L'ÉNERGIE EN FONCTION DU DIMENSIONNEMENT DE LA PAC



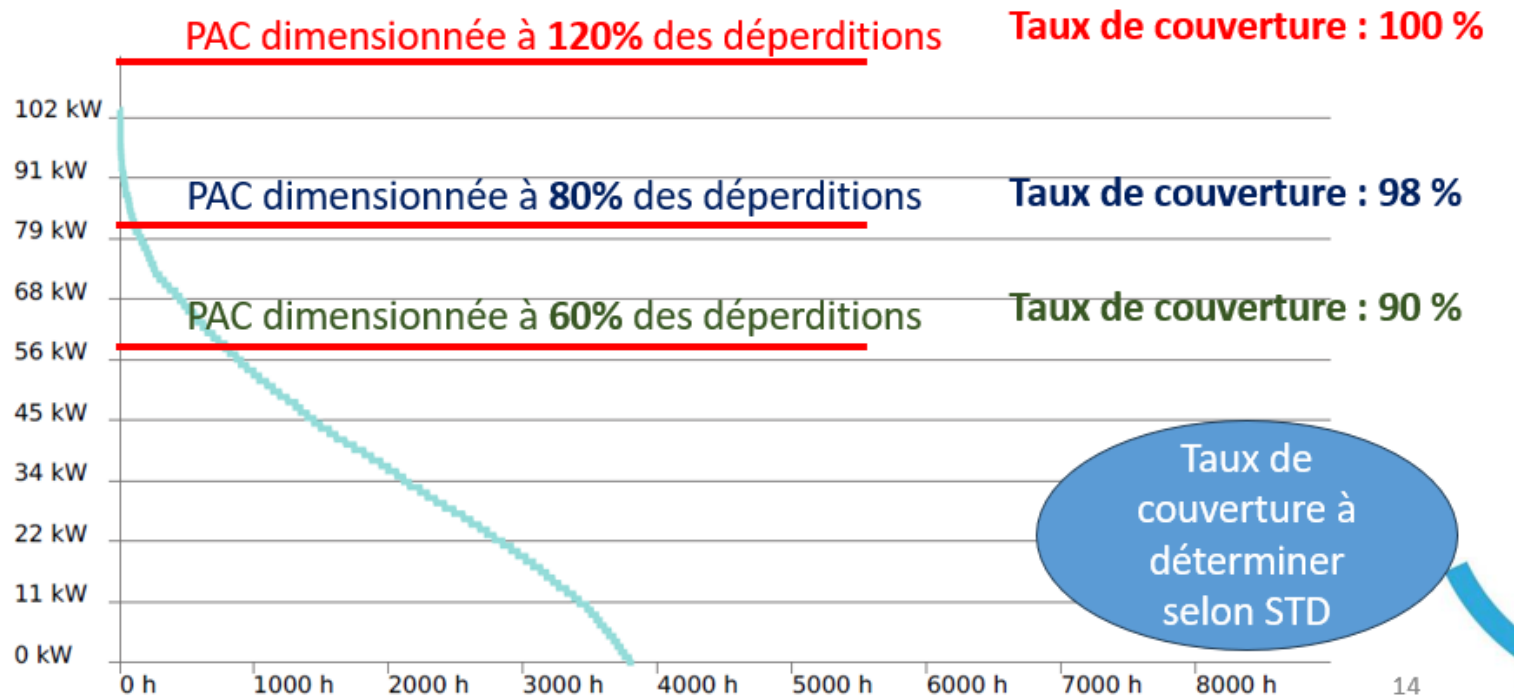
◆ Coût de l'énergie avec Subvention — Tendence

# DIMENSIONNEMENT PAC ET PERFORMANCES

Dimensionnement d'une installation sur champ de sondes en fonction de la monotone

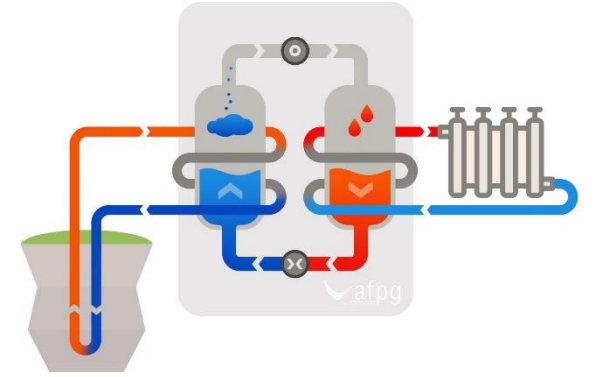


Exemple pour un EHPAD de 2500 m<sup>2</sup> (100 kW de déperditions)

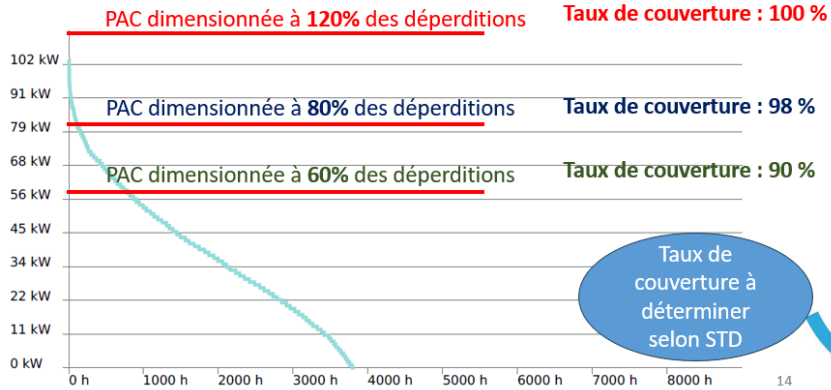


# DIMENSIONNEMENT PAC ET PERFORMANCES

Dimensionnement d'une installation sur champ de sondes en fonction de la monotone



Exemple pour un EHPAD de 2500 m<sup>2</sup> (100 kW de déperditions)



## Dimensionnement à 120%

Puissance PAC : 120 kW  
 Puissance soutirée du sous-sol (COP de 4) : 90 kW  
 Production de chaleur PAC : 200 MWh  
 Production de chaleur appoint gaz : 0 MWh  
 Energie soutirée du sous-sol : 150 MWh  
 Linéaire de sondes à prévoir (à définir selon STD et conductivité thermique du sous-sol) : 1950 ml (soit **13 sondes à 150m**) → **156 k€**

## Dimensionnement à 80%

Puissance PAC : 80 kW  
 Puissance soutirée du sous-sol (COP de 4) : 60 kW  
 Production de chaleur PAC : 196 MWh  
 Production de chaleur appoint gaz : 4 MWh  
 Energie soutirée du sous-sol : 147 MWh  
 Linéaire de sondes à prévoir (à définir selon STD et conductivité thermique du sous-sol) : 1500 ml (soit **10 sondes à 150m**) → **120 k€**

## Dimensionnement à 60%

Puissance PAC : 60 kW  
 Puissance soutirée du sous-sol (COP de 4) : 45 kW  
 Production de chaleur PAC : 180 MWh  
 Production de chaleur appoint gaz : 20 MWh  
 Energie soutirée du sous-sol : 135 MWh  
 Linéaire de sondes à prévoir (à définir selon STD et conductivité thermique du sous-sol) : 1200 ml (soit **8 sondes à 150 ml**) → **96 k€**

# DIMENSIONNEMENT PAC ET PERFORMANCES

## Moyens de résolution

En cas de sous-dimensionnement

- Ajout appoint ou relève
- PAC complémentaire (si la source le permet)

En cas de surdimensionnement

- Optimisation de la régulation

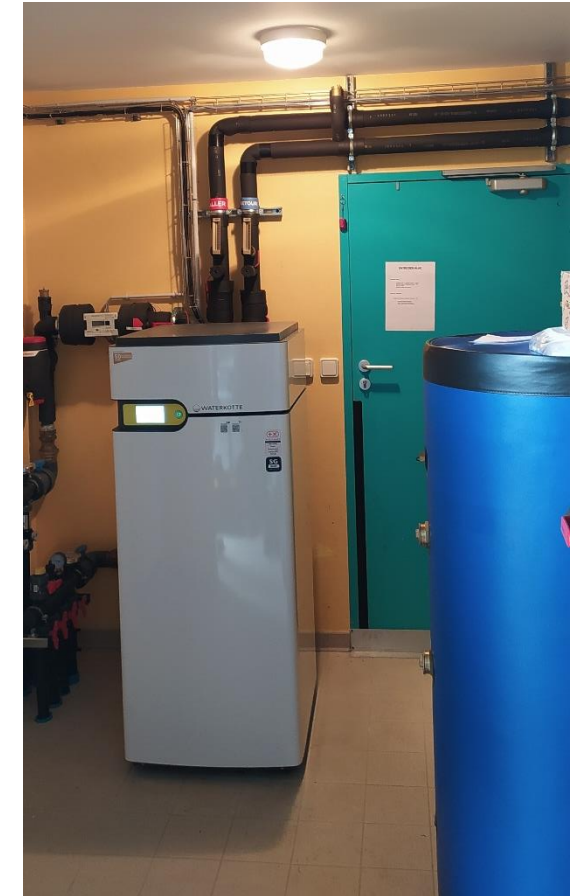
- Modification régime de fonctionnement

En cas de PAC inadaptée

- Reconfiguration hydraulique / thermique
- Remplacement PAC plus adaptée

## Bonnes pratiques

Optimiser le **choix de la PAC la plus performante** (COP, COP global, EER, EER global), pour **coller au mieux aux besoins thermiques** (chaud, froid, ECS) et aux **caractéristiques du projet et de la source** (température ressource sous-sol, température émetteurs), en **évitant les surinvestissements**



# ASSERVISSEMENT DES AUXILIAIRES A LA PAC

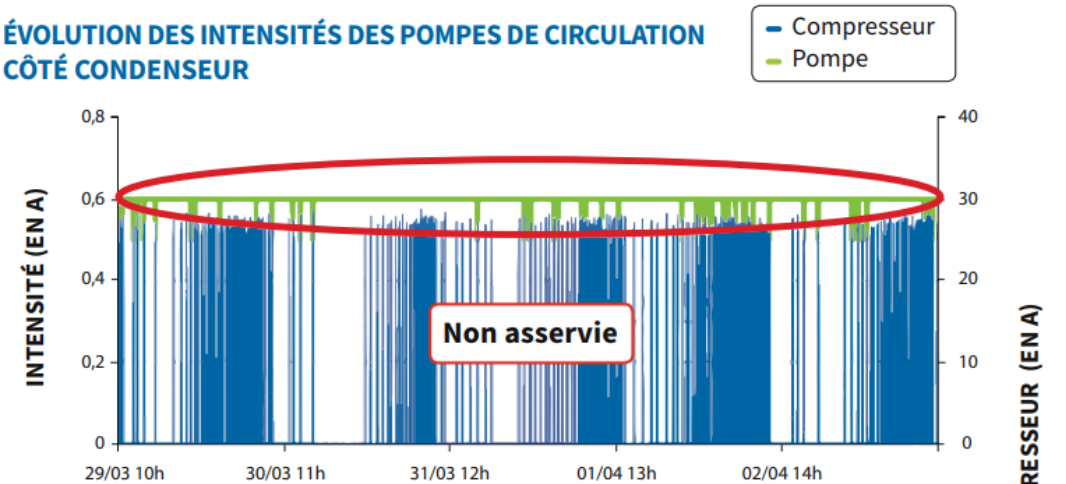
## Défauts courants / Anomalie

- Absence ou mauvais asservissement des auxiliaires à la PAC

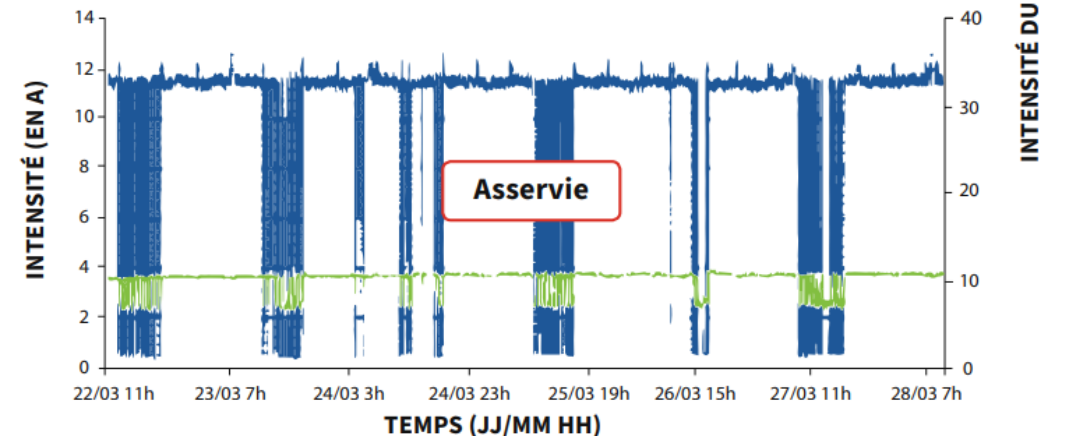
## Conséquences / Impacts

- Surconsommation d'électricité
- Usure prématurée des pompes de circulation
- Baisse du rendement annuel (COP système)
- Hausse des coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement du matériel

ÉVOLUTION DES INTENSITÉS DES POMPES DE CIRCULATION  
CÔTÉ CONDENSEUR



CÔTÉ ÉVAPORATEUR



# ASSERVISSEMENT DES AUXILIAIRES A LA PAC

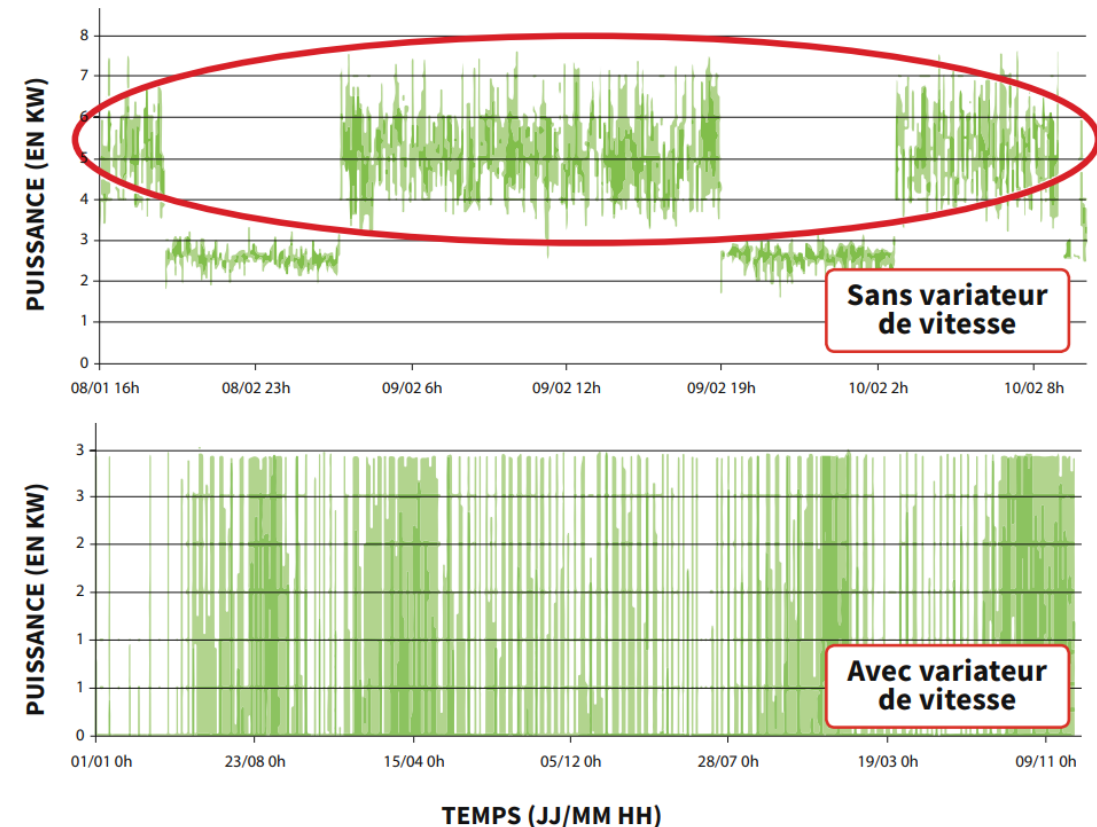
## Défauts courants / Anomalie

- Absence ou mauvais asservissement des auxiliaires à la PAC

## Conséquences / Impacts

- Surconsommation d'électricité
- Usure prématurée des pompes de circulation
- Baisse du rendement annuel (COP système)
- Hausse des coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement du matériel

ÉVOLUTION DE LA PUISSANCE DE LA POMPE DE FORAGE



# ASSERVISSEMENT DES AUXILIAIRES A LA PAC

## Défauts courants / Anomalie

- Absence ou mauvais asservissement des auxiliaires à la PAC

## Conséquences / Impacts

- Surconsommation d'électricité
- Usure prématurée des pompes de circulation
- Baisse du rendement annuel (COP système)
- Hausse des coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement du matériel

### Hypothèses de calcul :

Puissance de pompe : 1,5 kW

Fonctionnement : 2050 h/an

Coût de l'électricité : 0,20€/kWh

|  | POMPE<br>NON ASSERVIE | POMPE<br>ASSERVIE | GAIN AVEC<br>L'ASSERVISSEMENT |
|--|-----------------------|-------------------|-------------------------------|
| Temps de fonctionnement en heures            | 4 320 heures          | 2 050 heures      | 2 270 heures                  |
| Énergie annuelle électrique consommée en kWh | 6 480 kWh             | 3 080 kWh         | 3 400 kWh                     |
| Coût annuel en €                             | 1296 €                | 616 €             | 680 €                         |

Exemple pour une installation de PAC géothermique d'une puissance thermique de 120 kW fonctionnant sur une durée de saison de chauffage de 4 320 heures alors que la PAC est en marche seulement 2 050 heures.

# ASSERVISSEMENT DES AUXILIAIRES A LA PAC

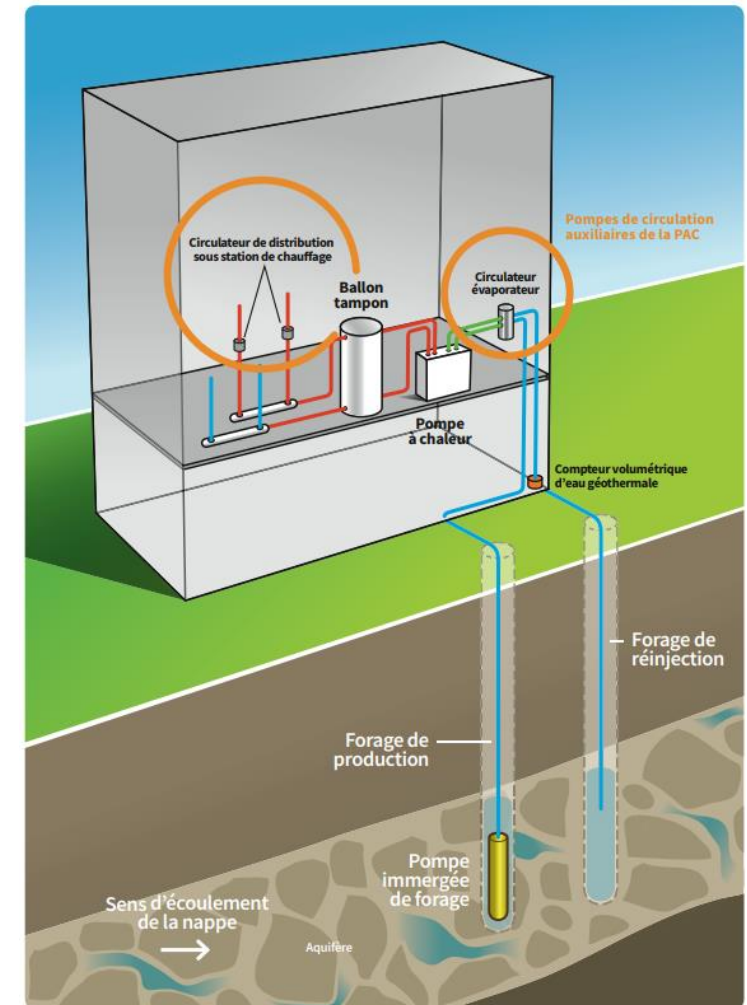
## Moyens de résolution

- Adapter les raccordements électriques dans l'armoire de commande, via un professionnel habilité

## Bonnes pratiques

Veiller à l'asservissement des pompes auxiliaires à la PAC (Mise en place d'une communication électrique entre la PAC et les auxiliaires)

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION DE GÉOTHERMIE SUR NAPPE



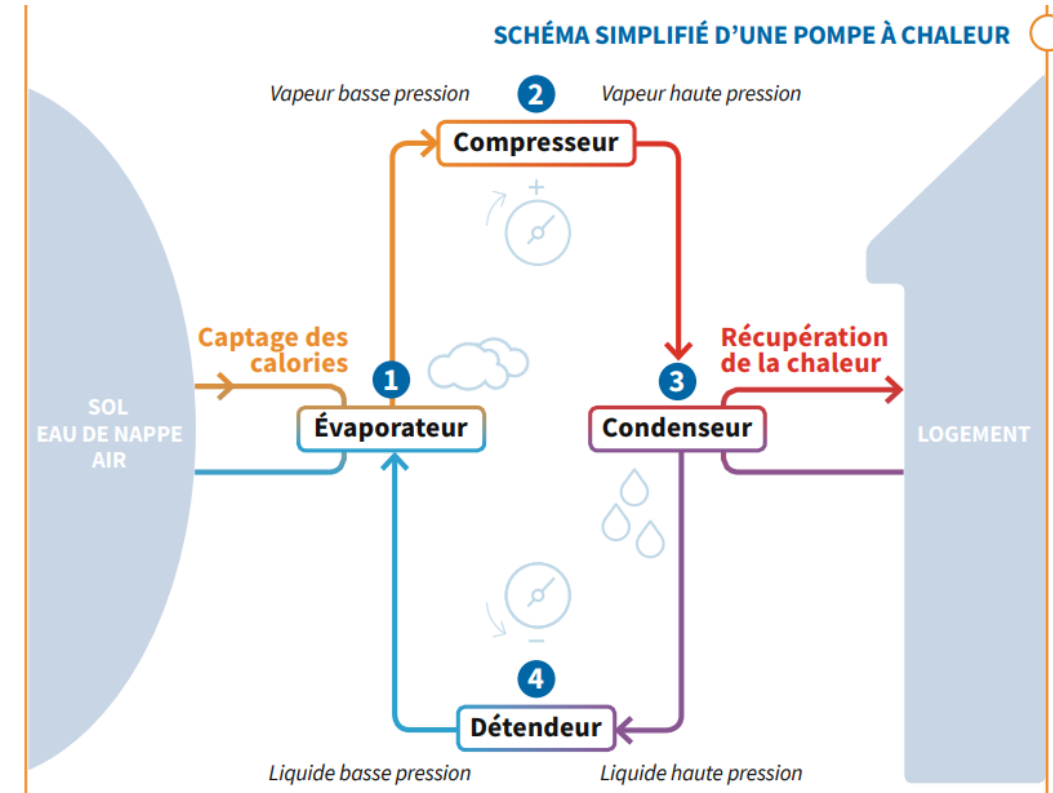
# DEBITS D'IRRIGATION PAC : SOURCE ET SECONDAIRE

## Défauts courants / Anomalie

- Débit d'irrigation insuffisant côté évaporateur/condenseur : circulateurs inadaptés ou filtres trop encrassés

## Conséquences / Impacts

- Dégradation des performances de la PAC
- Usures prématurées de certains organes de la PAC
- Augmentation des consommations électriques et des coûts d'exploitation.



# DEBITS D'IRRIGATION PAC : SOURCE ET SECONDAIRE

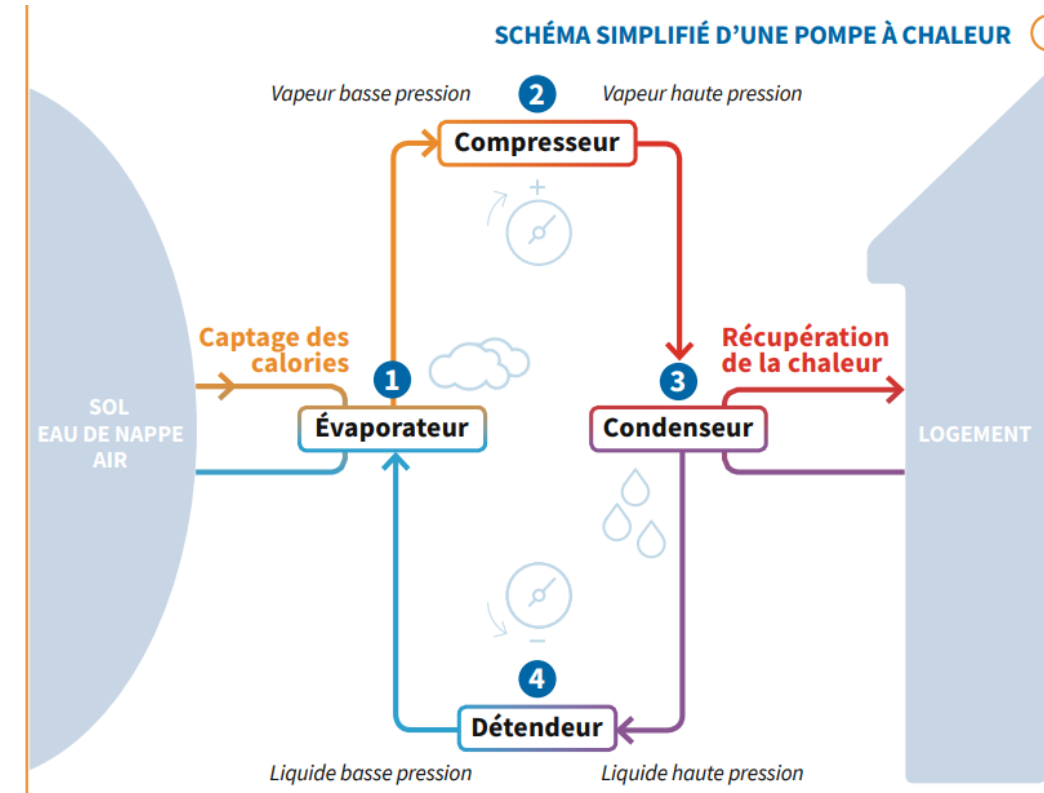
## Moyens de résolution

- Nettoyage régulier des filtres des circuits évaporateur et condenseur
- Ajustement ou remplacement des circulateurs inadaptés
- Réduction des pertes de charge excessives (par un rééquilibrage hydraulique)

## Bonnes pratiques

Dimensionnement précis pour avoir des **écarts de températures optimaux** (4-5°C côté évaporateur, 5-7°C côté condenseur)

Pour cela : bon dimensionnement des équipements hydrauliques pour limiter les pertes de charges





# Réalisation

---



**Edouard CHESNEL**

Animateur géothermie Nouvelle-Aquitaine



# LE SCHEMA HYDRAULIQUE

## Bonnes pratiques

- Afficher le schéma de principe dans le local technique
- Représentation du circuit complet de chauffage (côté condenseur) et de captage (côté évaporateur)
- faire apparaître les valeurs caractéristiques du système (Puissance, débits, températures...)

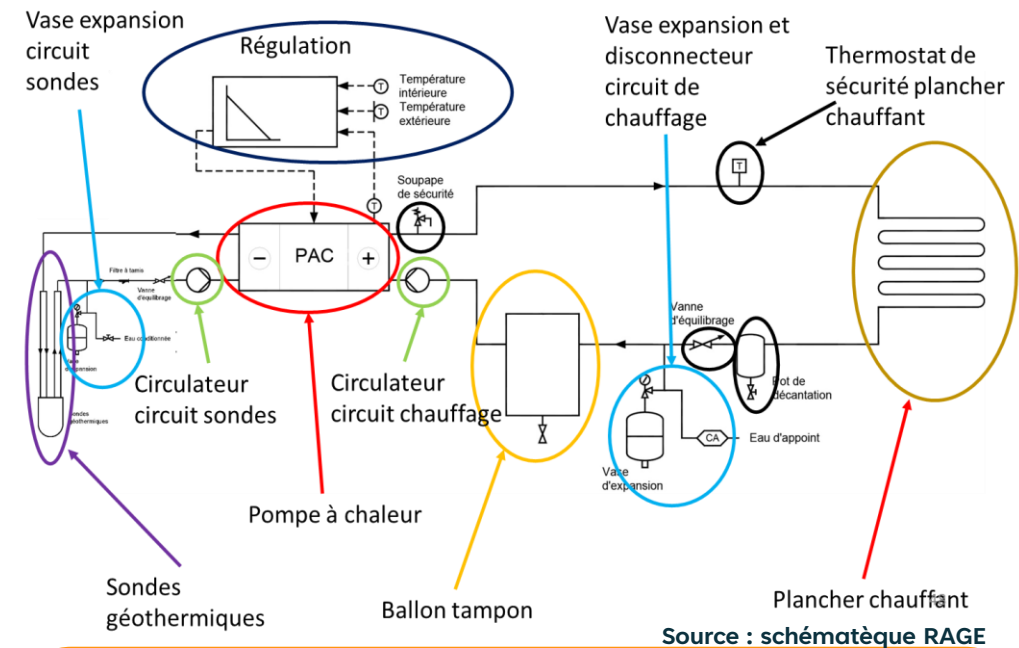
## Défauts courants / Anomalie

- **Absence du schéma de principe**
- **Schéma hydraulique incomplet ou non mis à jour**

## Conséquences / Impacts

- Mauvais réglages lors des opérations de maintenance
- Diagnostics erronés en cas de dysfonctionnements

## C'est la grille de lecture de l'installation



## Moyens de résolution

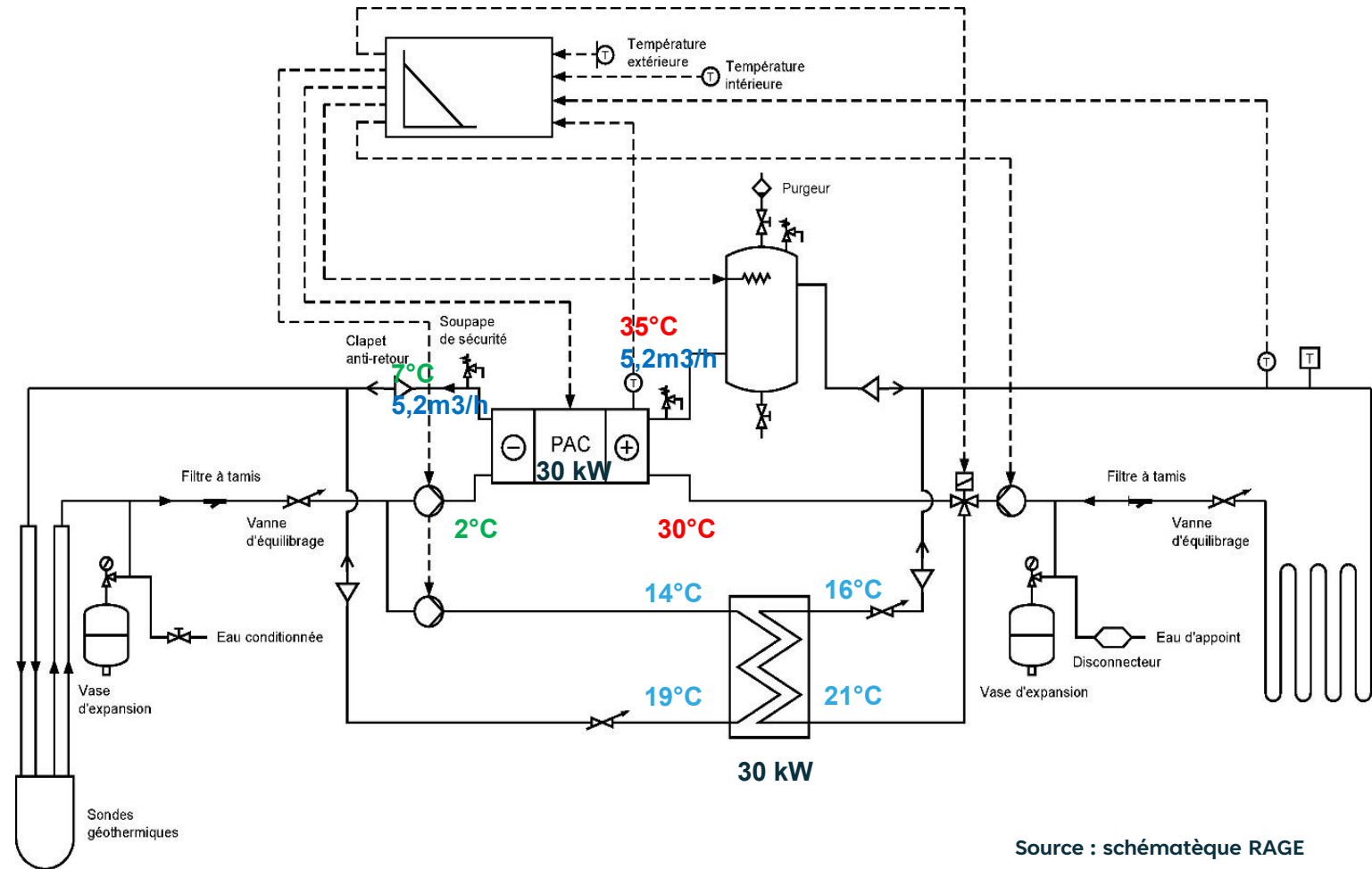
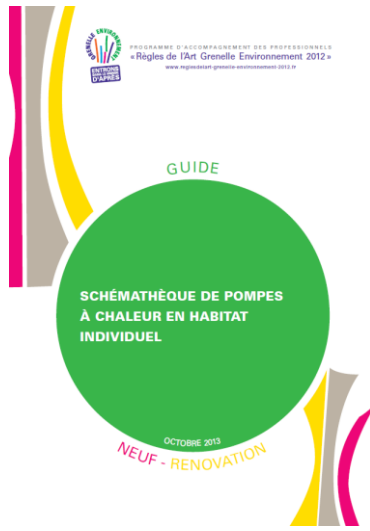
- Mise à jour du schéma de principe après toute modification de l'installation
- Afficher le schéma de principe à jour dans le local technique

# LE SCHEMA HYDRAULIQUE

Exemple de schéma de principe sur plancher chauffant avec geocooling

Une schématisation issue des règles de l'art RAGE présente une série de schémas de principe possibles pour les pompes à chaleur.

Elle est disponible sur [geothermies.fr](http://geothermies.fr)



Source : schématisation RAGE

# LE CALORIFUGEAGE DES INSTALLATIONS

## Bonnes pratiques

- Isoler les tuyauteries du circuit de chauffage et du circuit de captage

## Défauts courants / Anomalie

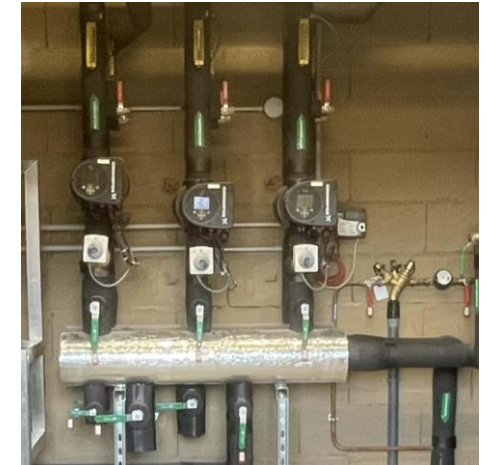
- **Tuyauteries non isolées partiellement ou totalement**

## Conséquences / Impacts

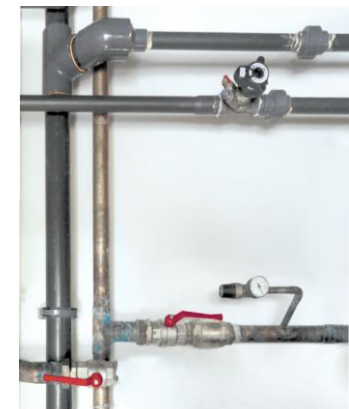
- Consommation d'énergie
- Condensation
- Vieillessement prématuré

## Moyens de résolution

- Isoler l'ensemble des circuits (y compris vannes et circulateurs)
- Remplacer les calorifuges dégradés lors de la maintenance annuelle

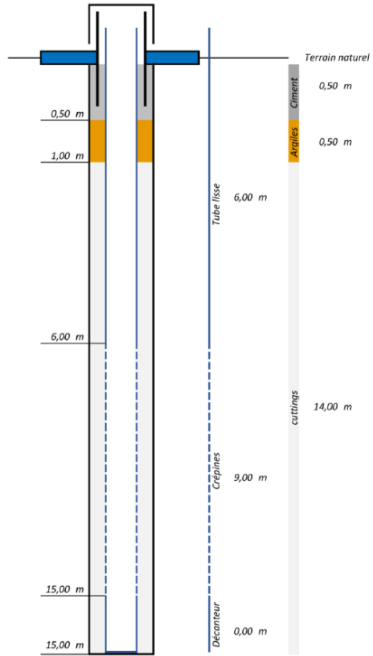


Calorifugeage des tuyauteries sur l'installation de géothermie de l'école de Truyes



Exemple d'installation non calorifugée – source : Ademe –réussir un projet de qualité en géothermie de surface

# LE CONTENU DU RAPPORT DES OUVRAGES SOUTERRAINS



Source : coupe technique – Hydro Invest

**Réglementation : Déclaration BSS (Banque des données sous-sol / BRGM) obligatoire**



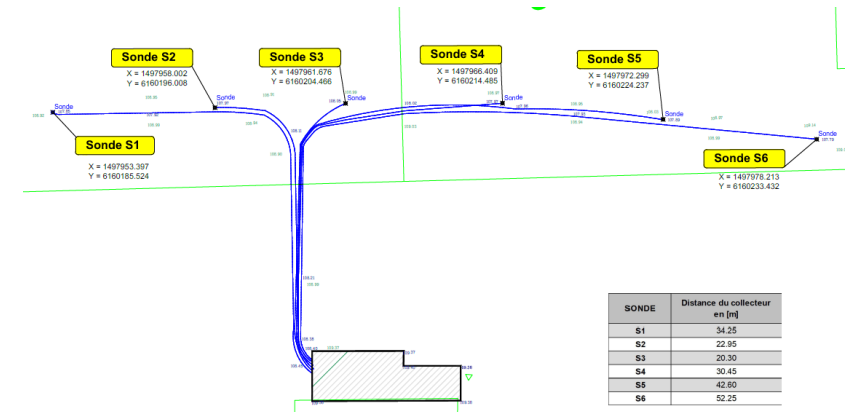
Mise en place de la bride fermée en tête de forage

## Bonnes pratiques

- Télédéclaration en ligne et rapport de fin de forage à réaliser par le foreur Certiforage
- Plan de recollement avec implantation des sondes
- Coupe technique des ouvrages
- Cahier matériel (sondes, collecteur, coulis géothermique)

**Défauts courants / Anomalie**

- Rapport de fin de forage non réalisé
- Rapport des ouvrages souterrains incomplet ou manquant



PLAN DE RECOLLEMENT AVEC IMPLANTATION PRECISE DES SONDES GEOTHERMIQUES ET LIAISONS (Ecole de Buxerolles)

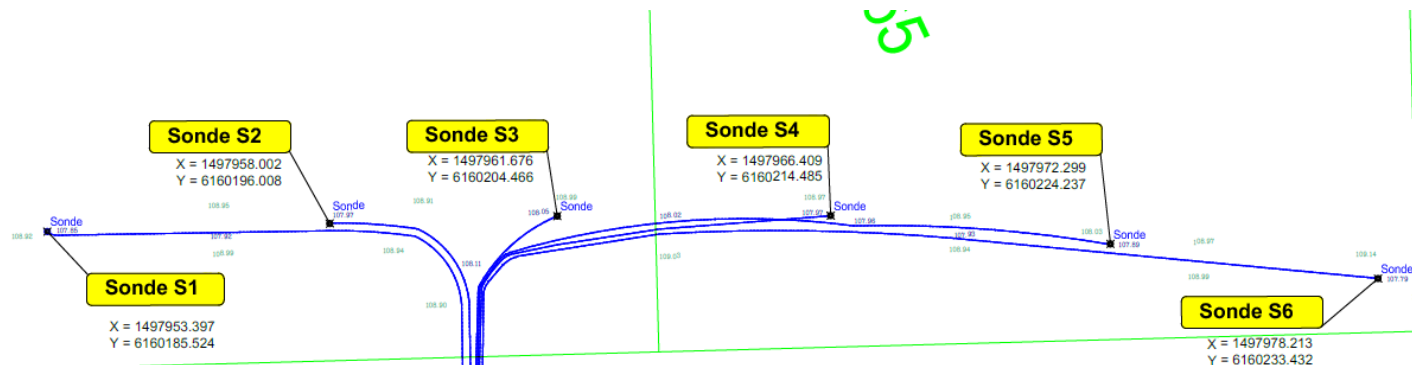
# LE CONTENU DU RAPPORT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

## Conséquences / Impacts

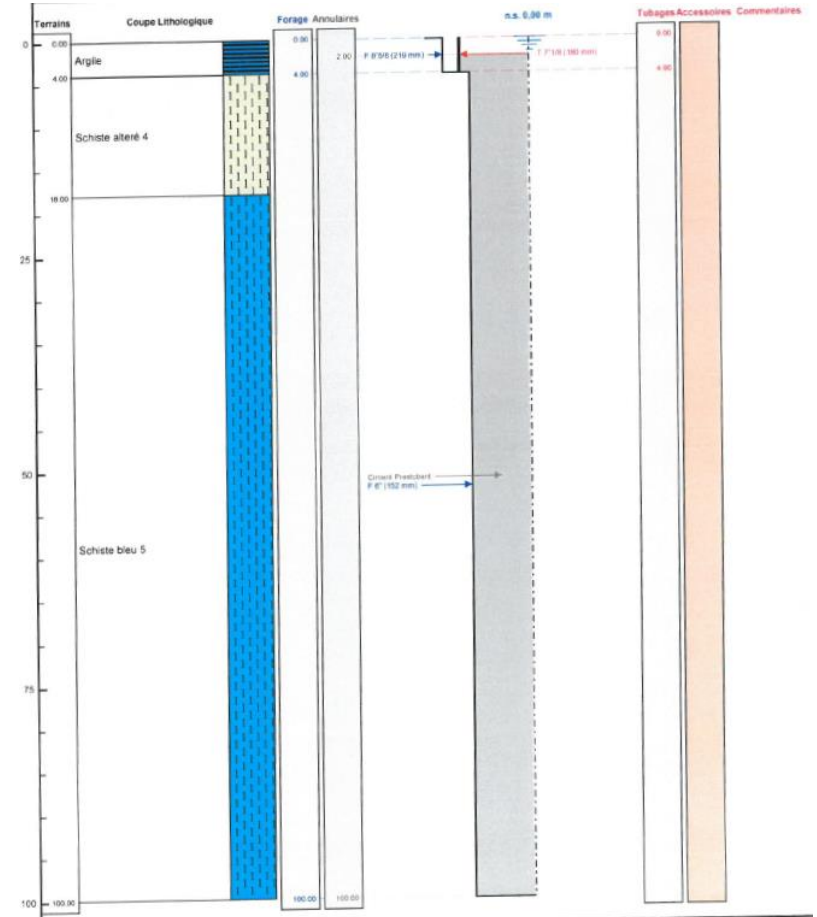
- Interactions possibles avec de futures installations dans un voisinage immédiat
- Impossibilité de neutraliser de manière sûre les ouvrages en cas d'abandon
- Risque de détérioration des ouvrages lors de travaux ultérieurs

## Moyens de résolution

- Imposer le rapport des ouvrages souterrains dans le DCE
- Ne réceptionner l'installation qu'après obtention du rapport complet



PLAN DE RECOLLEMENT AVEC IMPLANTATION PRECISE DES SONDES  
GÉOTHERMIQUES ET LIAISONS (Ecole de Buxerolles)



COUPE GÉOLOGIQUE



# Suivi et maintenance

---



**Edouard CHESNEL**

Animateur géothermie Nouvelle-Aquitaine

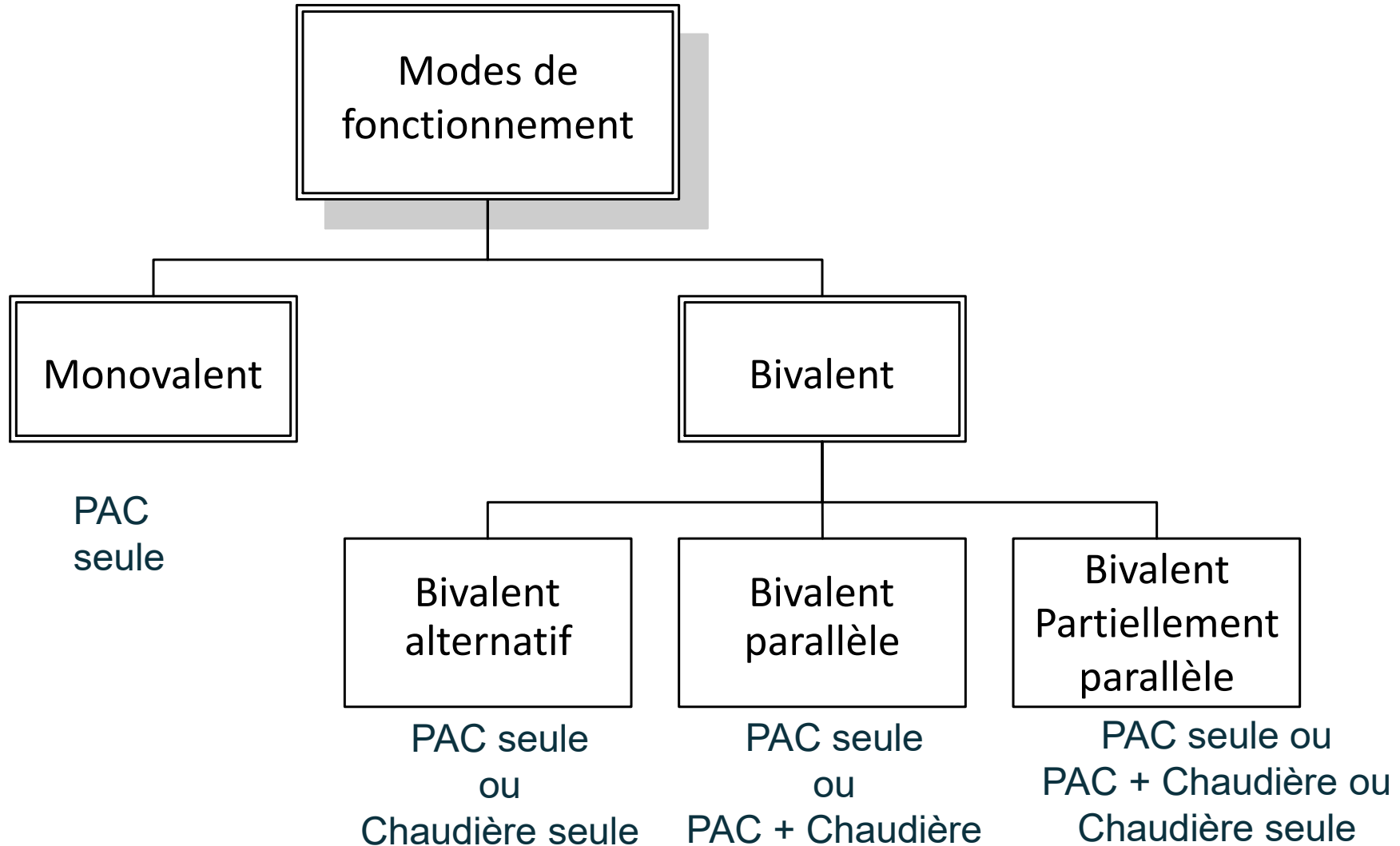


**Noé IMPERADORI**

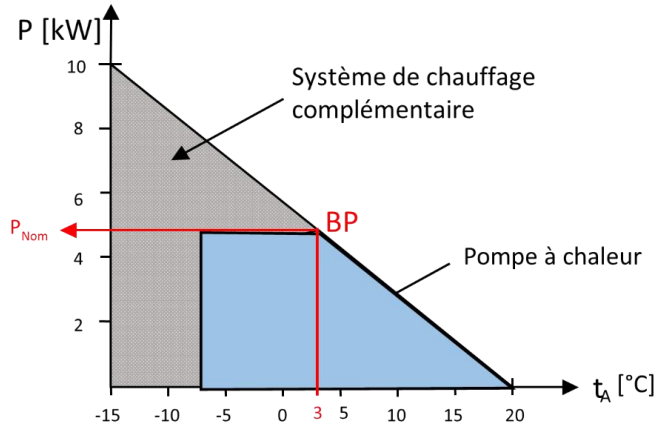
Animateur géothermie Grand Est



# Mode de fonctionnement



# Fonctionnement bivalent partiellement parallèle



Source : Formation EUCERT – EHPA/AFPAC/Qualit'EnR

## Bonnes pratiques

Adapter la température de bivalence selon le dimensionnement de l'installation et le régime d'eau des émetteurs

### Défauts courants / Anomalie

**Température de bivalence réglée trop haute ou trop basse**

### Conséquences / Impacts

- Température de bivalence réglée trop haute → Consommation d'énergie excessive
- Température de bivalence réglée trop basse → inconfort

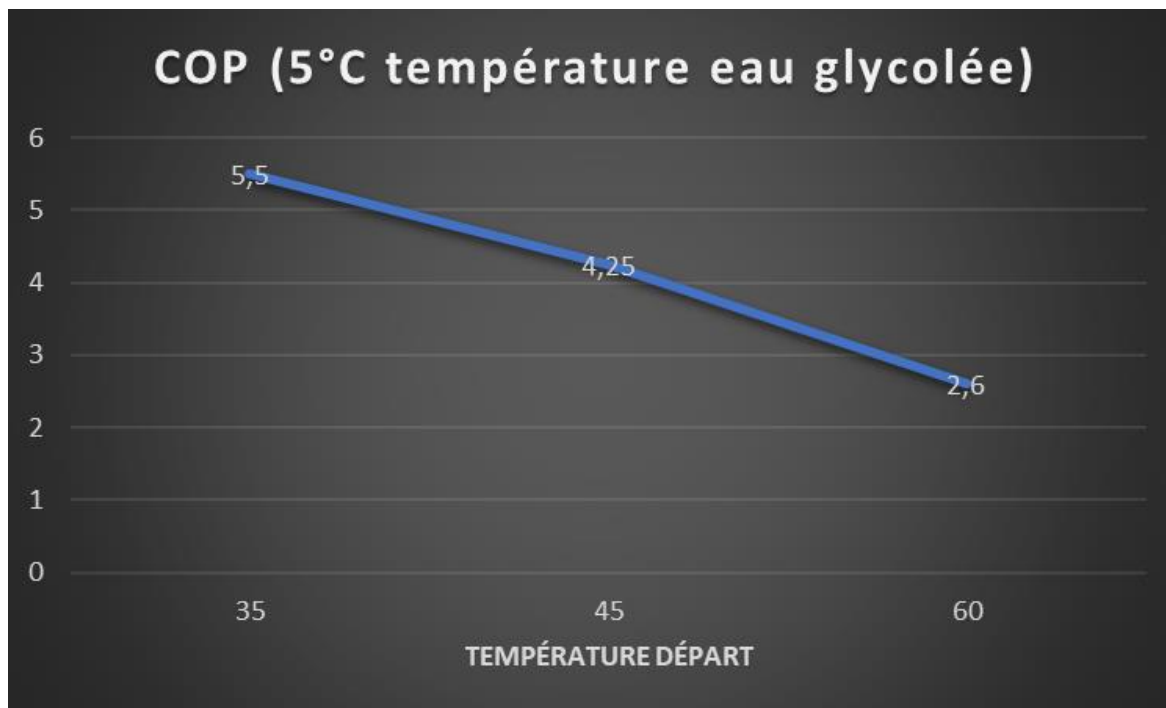
### Moyens de résolution

- Vérifier à quelle température extérieure l'appoint se met en fonction
- Modifier le réglage de la température de bivalence si non adapté



# Régulation par loi d'eau

- Pour optimiser le COP, la loi d'eau doit être gérée par la PAC (départ à température constante + V3V à proscrire)

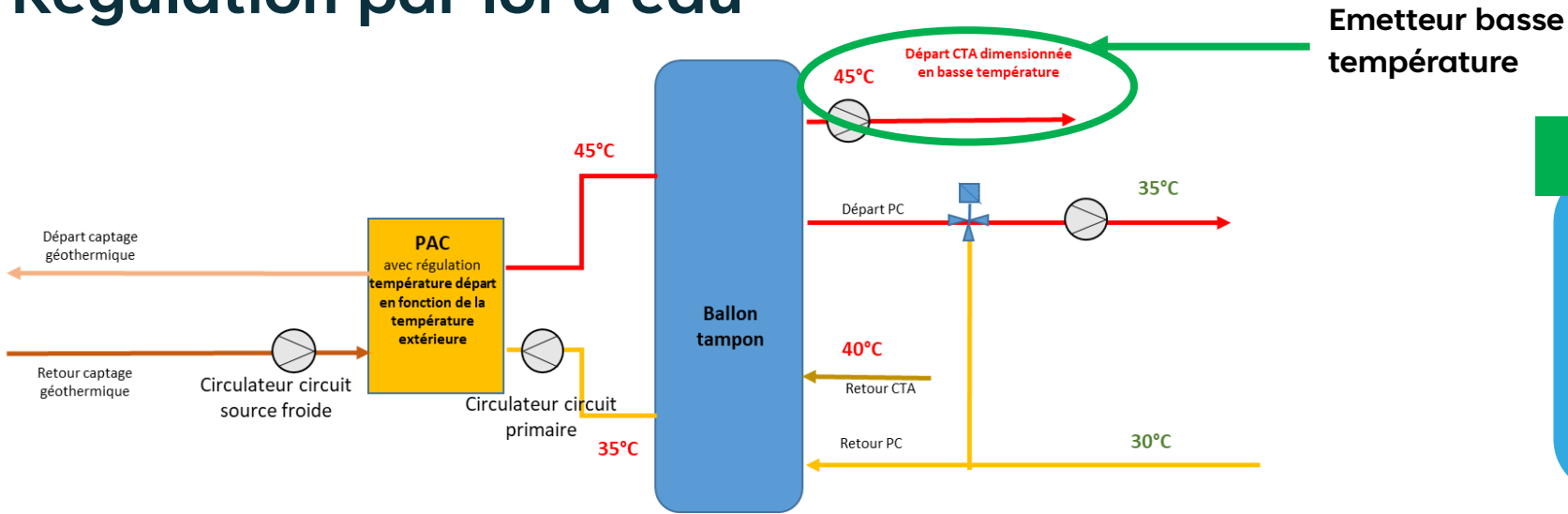


## Bonnes pratiques

- Dimensionnement préalable des émetteurs à basse température
- Température d'eau sortie PAC régulée par loi d'eau selon la température extérieure

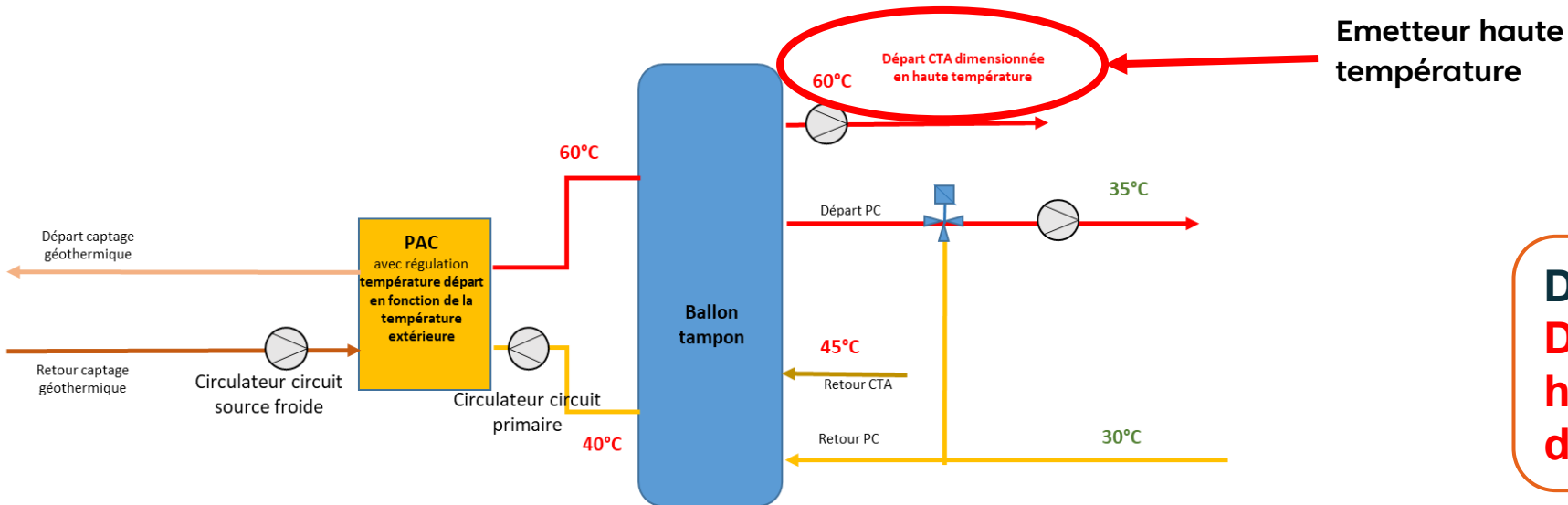
➔ COP optimisé

# Régulation par loi d'eau



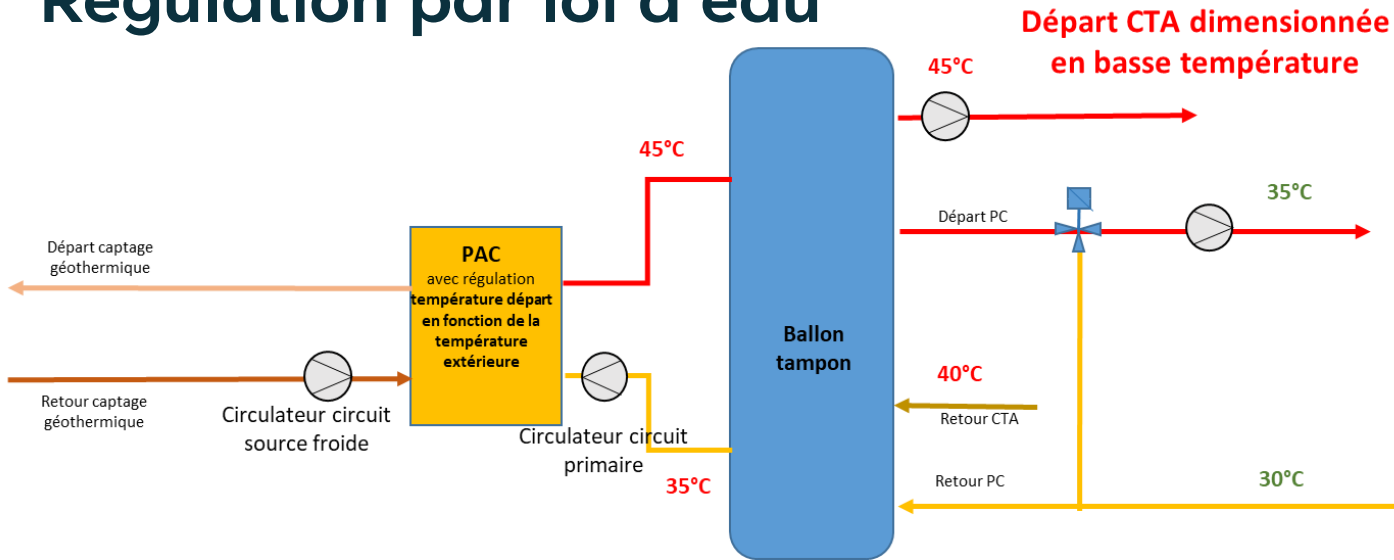
## Bonnes pratiques

- Réglage adapté de la loi d'eau en sortie PAC
  - Départ CTA dimensionné en basse température
- ➔ COP optimisé



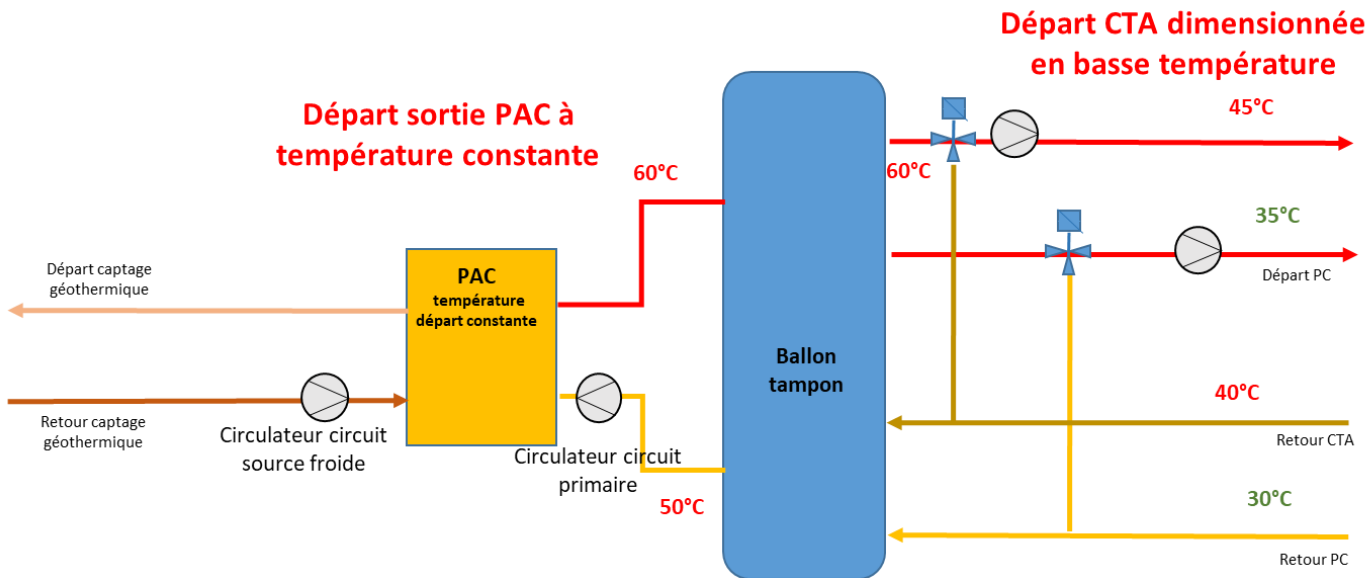
**Défauts courants / Anomalie**  
**Départ CTA dimensionné en haute température ➔ Chute du COP**

# Régulation par loi d'eau



## Bonnes pratiques

- Réglage adapté de la loi d'eau en sortie PAC
  - Départ CTA dimensionné en basse température
- ➔ COP optimisé

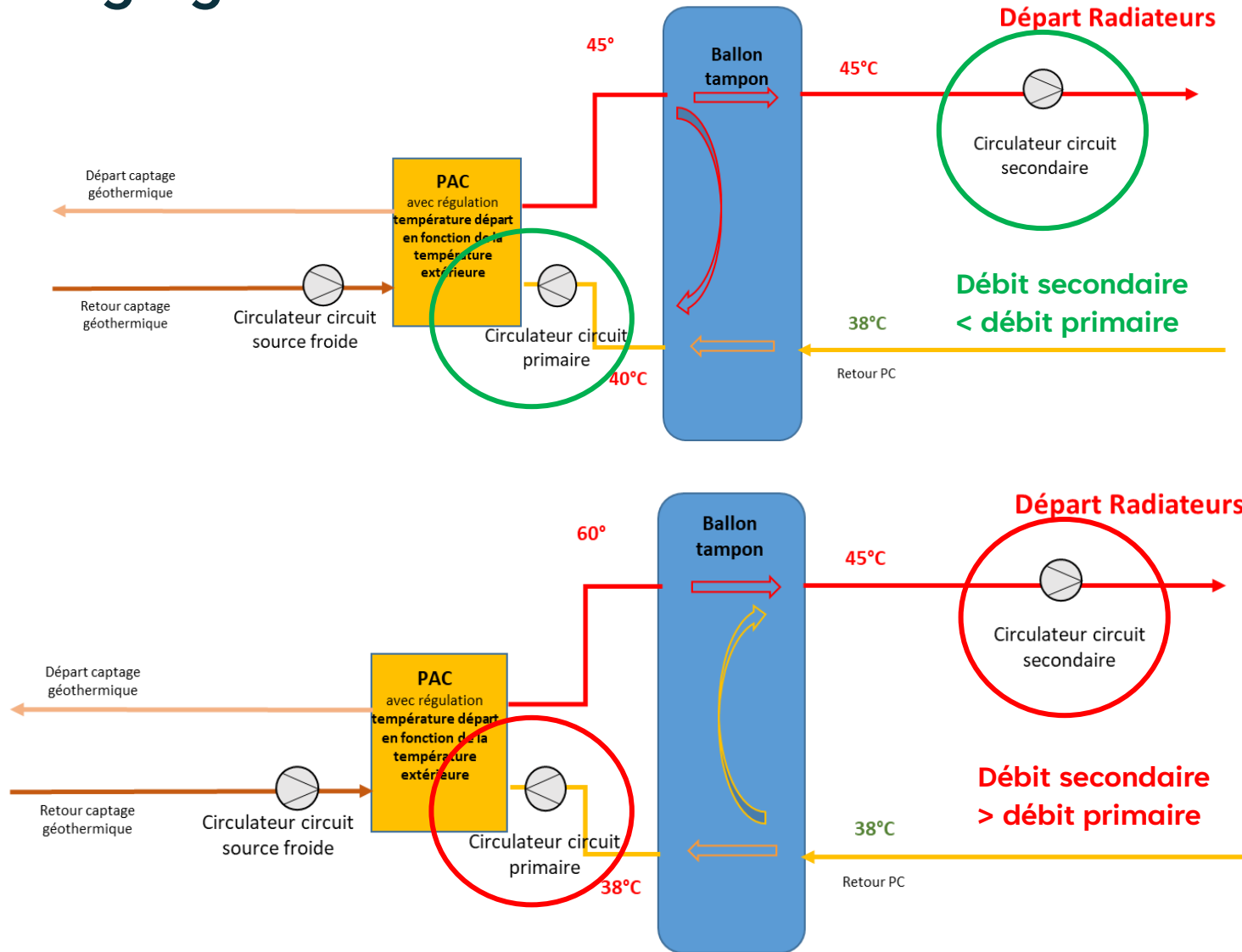


**Défauts courants / Anomalie**

**CTA dimensionnée en basse température mais départ à température constante élevée au niveau de la PAC**

➔ Chute du COP

# Réglage des débits



## Bonnes pratiques

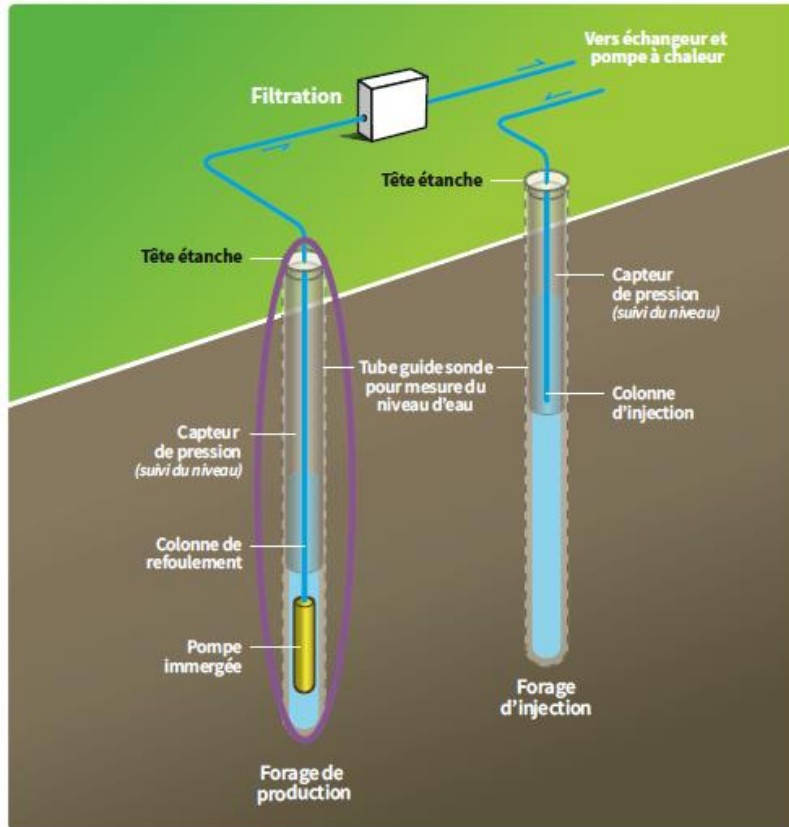
Débit secondaire < débit primaire  
→ Température sortie PAC adaptée à la température des émetteurs  
→ COP optimisé

## Défauts courants / Anomalie

Débit secondaire > débit primaire  
→ Fonctionnement du ballon en « mélange »  
→ La température sortie PAC doit être plus élevée pour respecter la température d'eau dans les émetteurs  
→ Chute du COP

# Régulation des auxiliaires (pompe immergée)

SCHÉMA DE PRINCIPE SIMPLIFIÉ D'UN DOUBLET DE FORAGE SUR NAPPE



Source : Ademe –réussir un projet de qualité en géothermie de surface

- La pompe immergée doit avoir la puissance nécessaire pour remonter l'eau jusqu'à la surface
- Le débit nécessaire est proportionnel à la puissance prélevée du sous-sol
  - 1 m<sup>3</sup> d'eau = 1 tonne d'eau

## Bonnes pratiques

Asservissement de la pompe immergée à la pompe à chaleur

→ Consommation pompe optimisée

# Régulation des auxiliaires (pompe immergée)

## Bonnes pratiques

### Asservissement de la pompe immergée à la PAC

#### Défauts courants / Anomalie

**Pompe non asservie à la pompe à chaleur  
(fonctionnement en continu sur la saison de chauffe)**

#### Conséquences / Impacts

- Surconsommation de la pompe
- Chute de la performance globale

Ex: Consommation PAC = 30 MWh

Consommation pompe 5568h = 11,14MWh

SPF = 3,65

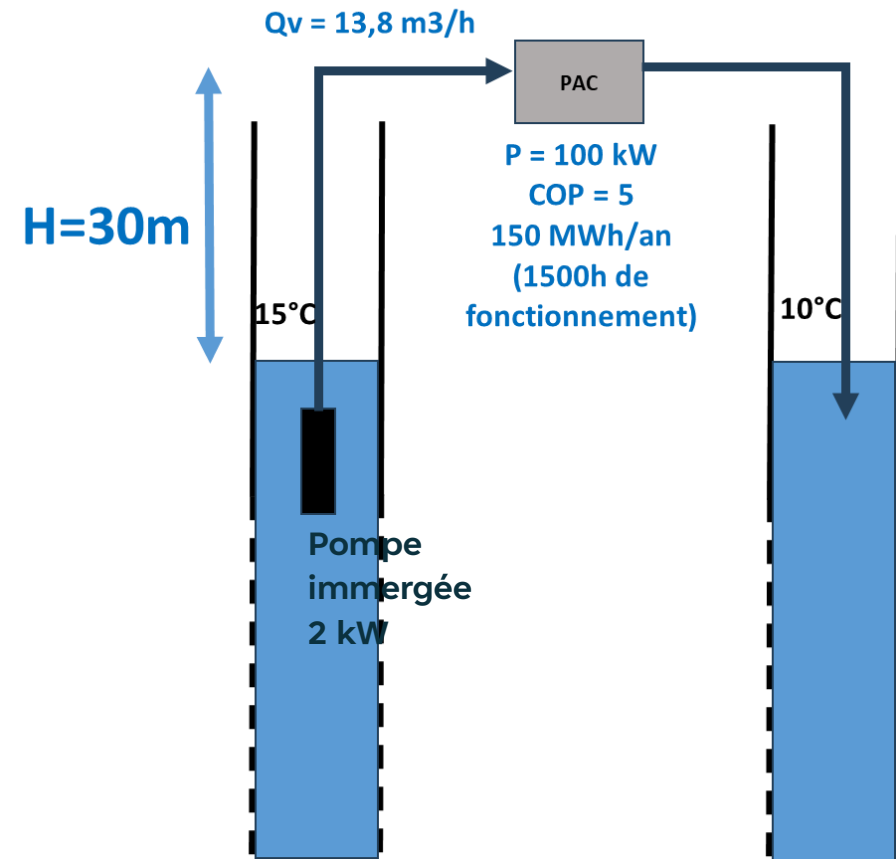
#### Moyens de résolution

- Asservir la pompe immergée à la PAC
- Optimisation de la performance

Ex : Consommation PAC = 30 MWh

Consommation pompe 1500h = 3MWh

SPF = 4,55



# Suivi des performances

Le suivi des performances est une obligation pour l'octroi des aides du Fonds Chaleur

## Bonnes pratiques

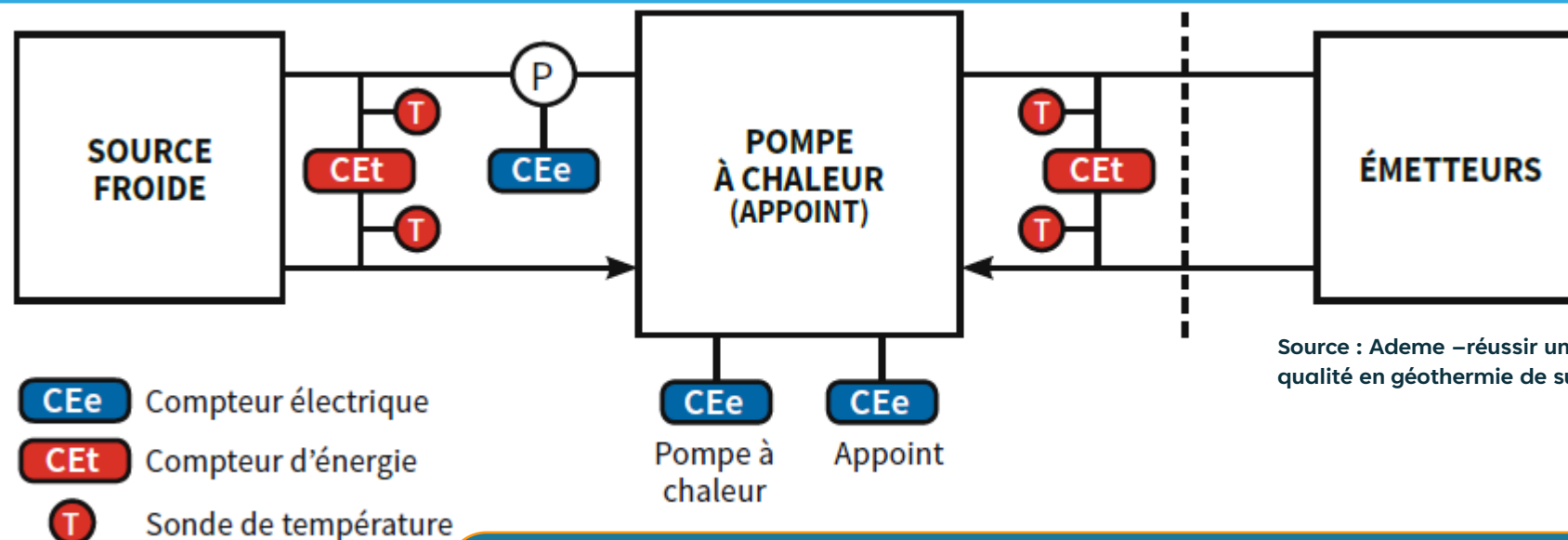
- Instrumentation de l'installation (pose de compteurs d'énergie et compteurs électriques)
- Vérifier le bon fonctionnement, le bon paramétrage et le bon branchement des compteurs

### Défauts courants / Anomalie

- **Compteurs mal positionnés ou manquants**

### Conséquences / Impacts

- Relevé impossible
- Non détection des surconsommations éventuelles

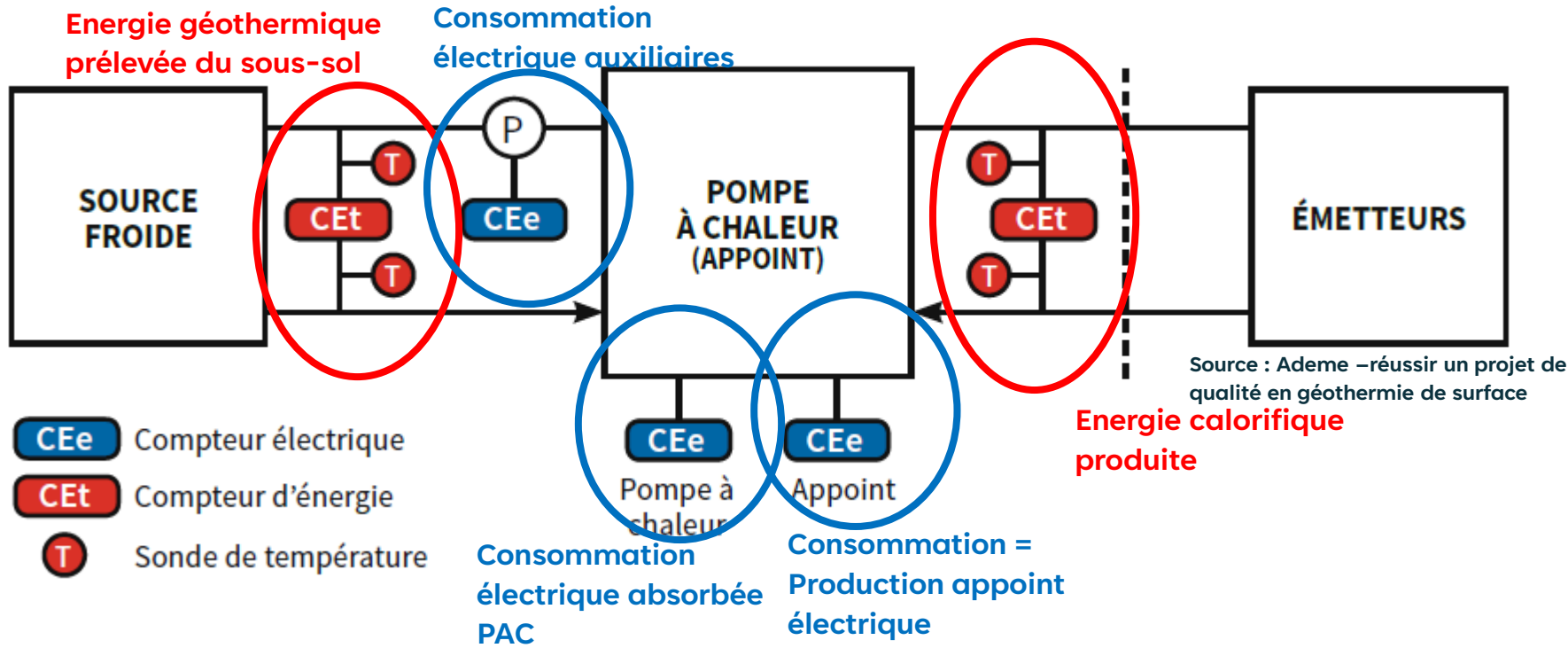


Source : Ademe –réussir un projet de qualité en géothermie de surface

### Moyens de résolution

- Intégrer le monitoring dans le DCE
- Ajouter les compteurs manquants si nécessaire

# Suivi des performances



## Relevé de consommation

| Année :                     | 2019       | 2019       | 2019       |
|-----------------------------|------------|------------|------------|
| Mois :                      | Octobre    | Novembre   | Décembre   |
| Date :                      | 30/10/2019 | 30/11/2019 | 31/12/2019 |
| Heure :                     | 16:30      | 16:30      | 16:30      |
| Consommation prévue (kWh) : | 10 330 kWh | 21 135 kWh | 26 938 kWh |
| Relève :                    | relève gaz | relève gaz | relève gaz |

## Consommation d'énergie :

|                                       |           |            |            |
|---------------------------------------|-----------|------------|------------|
| Index compteur électrique PAC (kWh) : | 9 500 kWh | 32 000 kWh | 60 000 kWh |
| Index précédent (kWh) :               | 0 kWh     | 9 500 kWh  | 32 000 kWh |
| Consommation électrique (kWh) :       | 9 500 kWh | 22 500 kWh | 28 000 kWh |

|   |         |         |           |
|---|---------|---------|-----------|
| Index compteur électrique auxiliaires (kWh) : | 254 kWh | 809 kWh | 1 463 kWh |
| Index précédent (kWh) :                       | 0 kWh   | 254 kWh | 809 kWh   |
| Consommation électrique (kWh) :               | 254 kWh | 555 kWh | 654 kWh   |

|                          |        |         |          |
|--------------------------|--------|---------|----------|
| Index gaz (m3) :         | 0,0 m3 | 86,0 m3 | 195,6 m3 |
| Index précédent (m3) :   | 0,0 m3 | 0,0 m3  | 86,0 m3  |
| Consommation gaz (m3) :  | 0,0 m3 | 86,0 m3 | 109,6 m3 |
| Consommation gaz (kWh) : | 0 kWh  | 980 kWh | 1250 kWh |

## Production de chaleur :

|  |            |             |             |
|--|------------|-------------|-------------|
| Index production chaleur PAC (kWh) :       | 47 500 kWh | 148 750 kWh | 274 750 kWh |
| Index précédent (kWh) :                    | 0 kWh      | 47 500 kWh  | 148 750 kWh |
| Production d'énergie PAC + appoint (kWh) : | 47 500 kWh | 101 250 kWh | 126 000 kWh |

|   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|
| Index production chaleur appoint électrique (kWh) = index compteur appoint électrique : | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| Index précédent (kWh) :   | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |
| Production d'énergie appoint élec (kWh) :   | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh |

|                                  |            |             |             |
|----------------------------------|------------|-------------|-------------|
| Production d'énergie PAC (kWh) : | 47 500 kWh | 101 250 kWh | 126 000 kWh |
|----------------------------------|------------|-------------|-------------|

|  |       |         |           |
|--|-------|---------|-----------|
| Index production chaleur chaudière (kWh) : | 0 kWh | 784 kWh | 1 784 kWh |
| Index précédent (kWh) :                    | 0 kWh | 0 kWh   | 784 kWh   |
| Production de chaleur chaudière (kWh) :    | 0 kWh | 784 kWh | 1 000 kWh |

|       |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|
| SPF = | 4,9 | 4,2 | 4,2 |
|-------|-----|-----|-----|

|                      |        |       |       |
|----------------------|--------|-------|-------|
| Taux de couverture = | 100,0% | 99,2% | 99,2% |
|----------------------|--------|-------|-------|

## Bonnes pratiques

- Relevé mensuellement la production d'énergie et les consommations électriques
- Calculer et contrôler le COP
- Contacter le mainteneur en cas de déviation des performances pour engager les actions correctives

# Maintenance des ouvrages souterrains

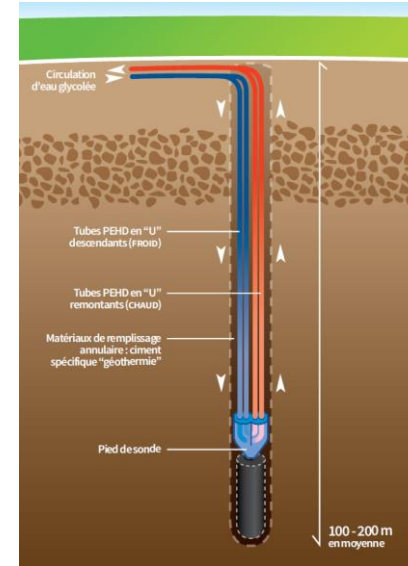
## Cas des sondes géothermiques verticales

### Défauts courants et anomalies rencontrés :

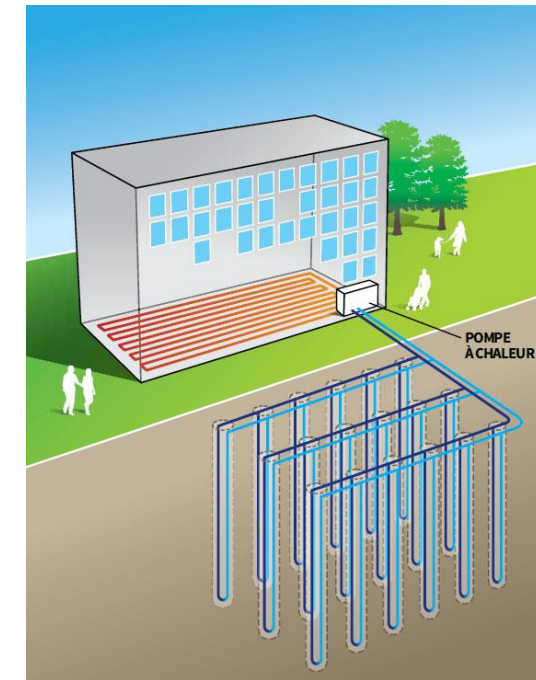
- Perte de pression dans le circuit des sondes
- Fuites de fluide caloporteur (souvent au niveau du collecteur)
- Présence d'air dans le circuit
- Vitesse de circulation insuffisante
- Dérive thermique du sous-sol
- Dégradation du fluide caloporteur

### Conséquences / Impacts

- Baisse de la performance de l'installation due à une surconsommation électrique
- Risque de gel du champ de sondes
- Dégradation du champ de sondes
- Mise en défaut de la pompe à chaleur



Source : ADEME



Source : ADEME

# Maintenance des ouvrages souterrains

## Cas des sondes géothermiques verticales

### Résolution des désordres

- Localisation des fuites, réparation puis remise en pression de l'installation
- Purge et dégazage de l'installation
- Effectuer un rééquilibrage hydraulique du champ de sondes au niveau du collecteur
- Vidange et remplacement du fluide caloporteur (tous les 10 ans environ)
- Ajustement de la régulation



Source : IPTIC

### Bonnes pratiques

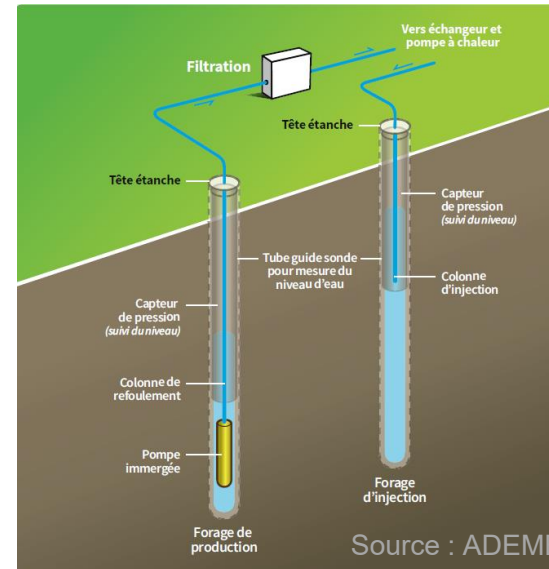
- En phase de conception : Dimensionnement au plus juste le champ de sondes et choix d'un fluide caloporteur adapté
- En phase travaux : Travailler soigneusement (tests, rinçage...)
- Effectuer un suivi annuel de la pression dans le circuit, de la température et de la qualité du fluide caloporteur (teneur et qualité du glycol)

# Maintenance des ouvrages souterrains

## Cas des forages sur nappe

### Défauts courants et anomalies rencontrés :

- Baisse de débit pompé
- Abaissement du niveau de la nappe
- Colmatage des forages
- Usure ou panne de la pompe de puits
- Entrée de sable ou de particules
- Difficultés de réinjection



### Conséquences / Impacts

- Baisse de la performance de l'installation due à une surconsommation électrique
- Arrêt complet de l'installation
- Dégradation irréversible des forages
- Risques environnementaux
- Augmentation des coûts d'entretien / de réhabilitation



# Maintenance des ouvrages souterrains

## Cas des forages sur nappe

### Résolution des désordres

- Pour les forages :
  - Réhabilitation mécanique (Brossage ou air lift)
  - Traitement chimique (Acide, dispersant, biocide)
- Pour les pompes :
  - Ajustement du point de fonctionnement
  - Remplacement ou maintenance
- Pour la réinjection :
  - Nettoyage du forage
  - Réduction du débit



Source : BURGEAP



# Maintenance des ouvrages souterrains

## Cas des forages sur nappe

### Bonnes pratiques

#### Les ouvrages (forages) :

- Contrôle du fond du forage
- Contrôle du sommet du massif de gravier
- Auscultation de l'état intérieur du forage via un passage caméra (1x/10ans)

#### Les équipements du forage :

- Vérification visuelle de l'état de la tête de puits et du regard
- Vérification du bon fonctionnement de la pompe de vide cave
- Vérification de l'état de la pompe immergée
- Vérification du bon fonctionnement des électrodes hautes et basses
- Vérification de la métrologie (compteur débit/volume, sonde de température...)

#### La ressource en eau :

- Pour le forage de production :
  - Réalisation 1x/an d'un test par paliers de débits et le comparer avec celui réalisé initialement
  - Effectuer une analyse physico-chimique de l'eau
- Pour le forage d'injection :
  - Réalisation 1x/an d'un test par paliers en injection (en même temps que celui fait sur la production)

# Maintenance des installations de surface

## Défauts courants et anomalies rencontrés :

- Surconsommation électrique
- Panne de la pompe à chaleur
- Panne des organes auxiliaires
- Débits non adaptés
- Filtres encrassés
- Surchauffe des composants électriques



## Conséquences / Impacts

- Diminution de la durée de vie des installations
- Risque de provoquer des pannes et donc des arrêts intempestifs en saison de chauffe et/ou de refroidissement
- Diminution de la performance du système par une surconsommation électrique

Source : Animation Grand Est

# Maintenance des installations de surface



Source : Pixabay

## Résolution des désordres

- Contrôler et adapter les débits de circulation dans les différents circuits
- Contrôler la pression du fluide frigorigène dans la PAC et adapter en fonction
- Resserrer les connexions électriques
- Adapter la loi d'eau et les différentes consignes de fonctionnement
- Vérifier la cohérence des différentes sondes de mesure

# Maintenance des installations de surface

## Bonnes pratiques

### En amont de la pompe à chaleur :

- Vérification et nettoyage mensuels de la filtration
- Vérification mensuelle des pressions et des températures entrée-sortie de l'échangeur

### Pour la pompe à chaleur :

Vérifier :

- L'état d'encrassement des filtres, de l'évaporateur et du condenseur
- Le fonctionnement des voyants et des dispositifs de sécurité
- Le niveau d'huile, la pression de fonctionnement, les intensités de démarrage et nominale
- La charge de fluide frigorigène et l'étanchéité du circuit
- Le réglage du détendeur
- Le réglage des sécurités
- L'état des connexions électriques

### Pour les autres composants (Pompes, ballons, instrumentations...) :

- Contrôles visuels et remplacement des pièces d'étanchéité si nécessaire
- Les vannes de maintien de pression.
- Plus largement, l'exploitant devra se conformer aux prescriptions d'entretien spécifique de chaque fournisseur de matériel

**Durant toute la durée de vie de l'installation, ces entretiens doivent être réalisés par un exploitant qualifié et faire l'objet d'un suivi (rapports, photos...) dans le carnet de chaufferie.**



# Pour aller plus loin : liens utiles



<https://librairie.ademe.fr/energies/997-reussir-un-projet-de-qualite-en-geothermie-de-surface-9791029712807.html>

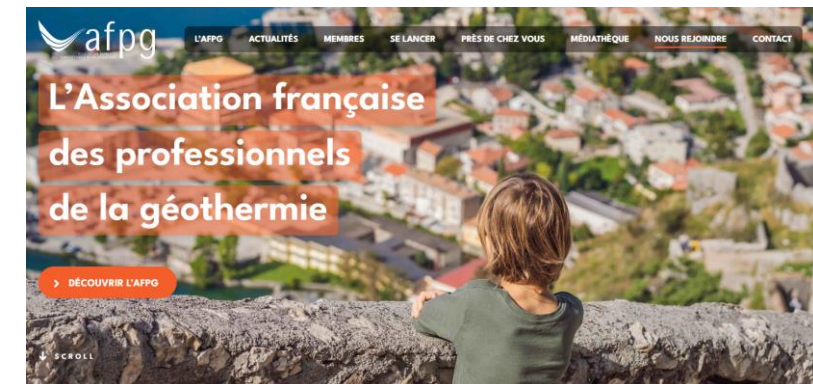
# Liens utiles

Le site <https://www.geothermies.fr/>

- La boîte à outils géothermie assistée par pompes à chaleur : <https://www.geothermies.fr/outils/guides/boite-outils-la-geothermie-assistee-par-pompe-chaaleur-ademe-afpg>
- La boîte à outils technique de l'ADEME : <https://www.geothermies.fr/actualites/news/une-nouvelle-boite-outils-techniques-de-lademe-pour-la-geothermie-de-surface-dans>

Le site <http://www.afpg.asso.fr/>

- Guide méthodologique sur la géothermie de surface : [https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2022/11/APFG\\_GUIDE\\_METHO\\_GS\\_web.pdf](https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2022/11/APFG_GUIDE_METHO_GS_web.pdf)
- Étude sur la durée de vie des installations de géothermie de surface: [https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2024/10/Etude-duree-de-vie-PAC\\_AFPG\\_2024-nouvelle-version\\_compressed\\_compressed.pdf](https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2024/10/Etude-duree-de-vie-PAC_AFPG_2024-nouvelle-version_compressed_compressed.pdf)
- La FAQ de l'AFPG : <http://www.afpg.asso.fr/faq-geothermie-de-surface/>
- Étude de filière 2025 : [https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2025/12/Etude-de-filiere-2025\\_Version-web.pdf](https://www.afpg.asso.fr/wp-content/uploads/2025/12/Etude-de-filiere-2025_Version-web.pdf)





# Merci pour votre attention

---

## À vos questions

Partenaires :

