

Demi-journée technique : la maintenance en géothermie

Le 11 décembre 2020 à UniLaSalle, Beauvais



VIESSMANN



Introduction

Rappel de fonctionnement de la géothermie sur sondes et sur nappe (prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de géothermie et régulation

Nappe : maintenance et conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Animation géothermie

Veille et diffusion → **appropriation de la géothermie**

Comment?

Présentation des technologies

Centralisation des études et outils (Geothermies.fr) => nouveauté cartes et fiches des coûts

Echanges entre les acteurs

Convaincre et accompagner → **augmenter le nombre de projets**

Comment?

Accompagner les différents acteurs du secteur et être à l'interface

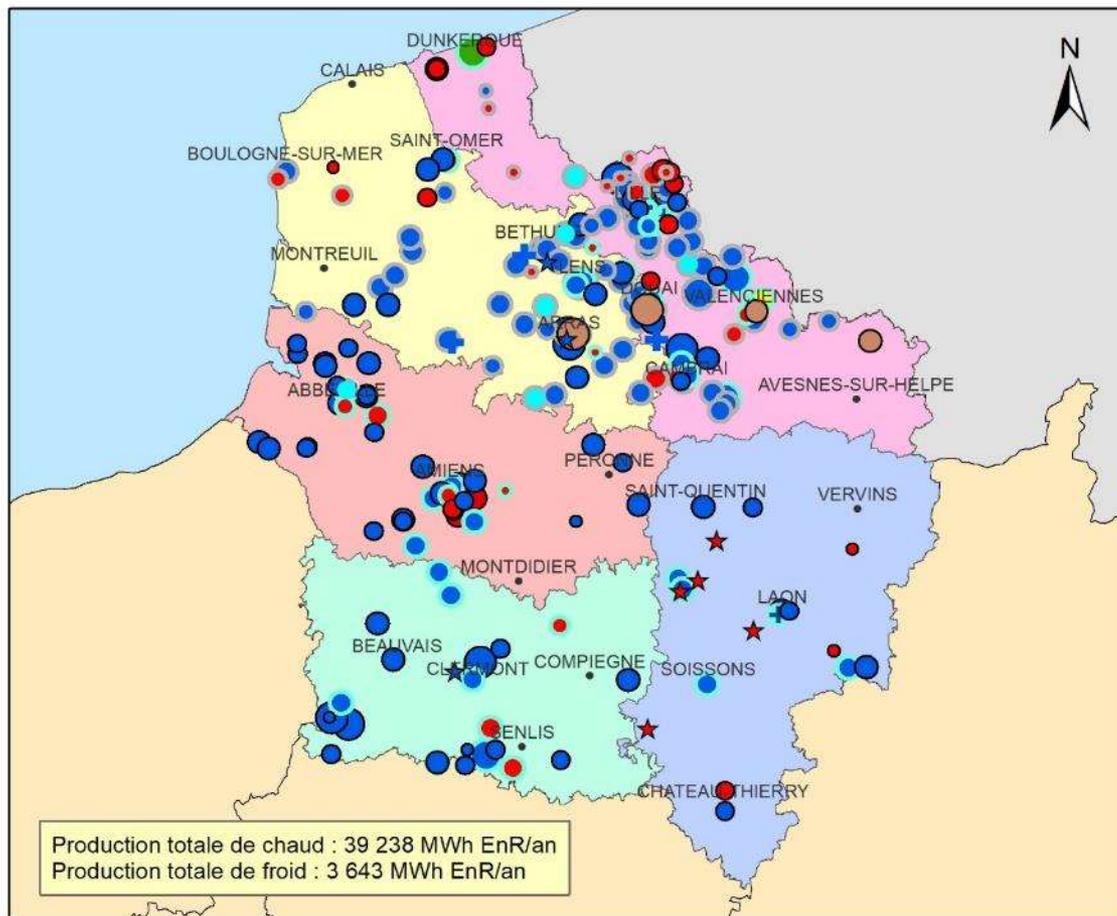
Etudes opportunité

Organisation d'évènements possibles dans le cadre de la mission



Installations de géothermie de minime importance exploitées au 1 janvier 2019 (Hauts-de-France, hors particuliers)

Les données s'étendent de 1980 à 2018



Production totale de chaud : 39 238 MWh EnR/an
Production totale de froid : 3 643 MWh EnR/an

Système de coordonnées : RGF93 projection Lambert-93

0 20 40 80 Kilomètres

Avec le concours financier du Fonds Régional d'Amplification de la Troisième Révolution Industrielle (FRATRI)



Données sur les installations exploitées

Type de géothermie

- Echangeurs ouverts (sur nappe) (167)
- Echangeurs fermés (sur sondes) (51)
- Fondations thermoactives (1)
- Echangeurs sur eau de mer (1)
- Echangeur sur eaux usées (4)
- Inconnu (6)

Production de chaud et de froid

Production de chaud en MWh EnR/an

- 0,1 - 25 (17)
- 25 - 70 (56)
- 70,1 - 500 (123)
- 500 - 1250 (17)
- ⊕ Inconnu (8)

Type de production (le froid désigne le froid actif comme le géocooling)

- Chaud seul (92)
- ☆ Froid seul (9)
- Chaud + Froid (48)
- Inconnu (81)

Données administratives

- Préfectures et sous-préfectures

- Aisne
- Nord
- Oise
- Pas-de-Calais
- Somme

Sources :

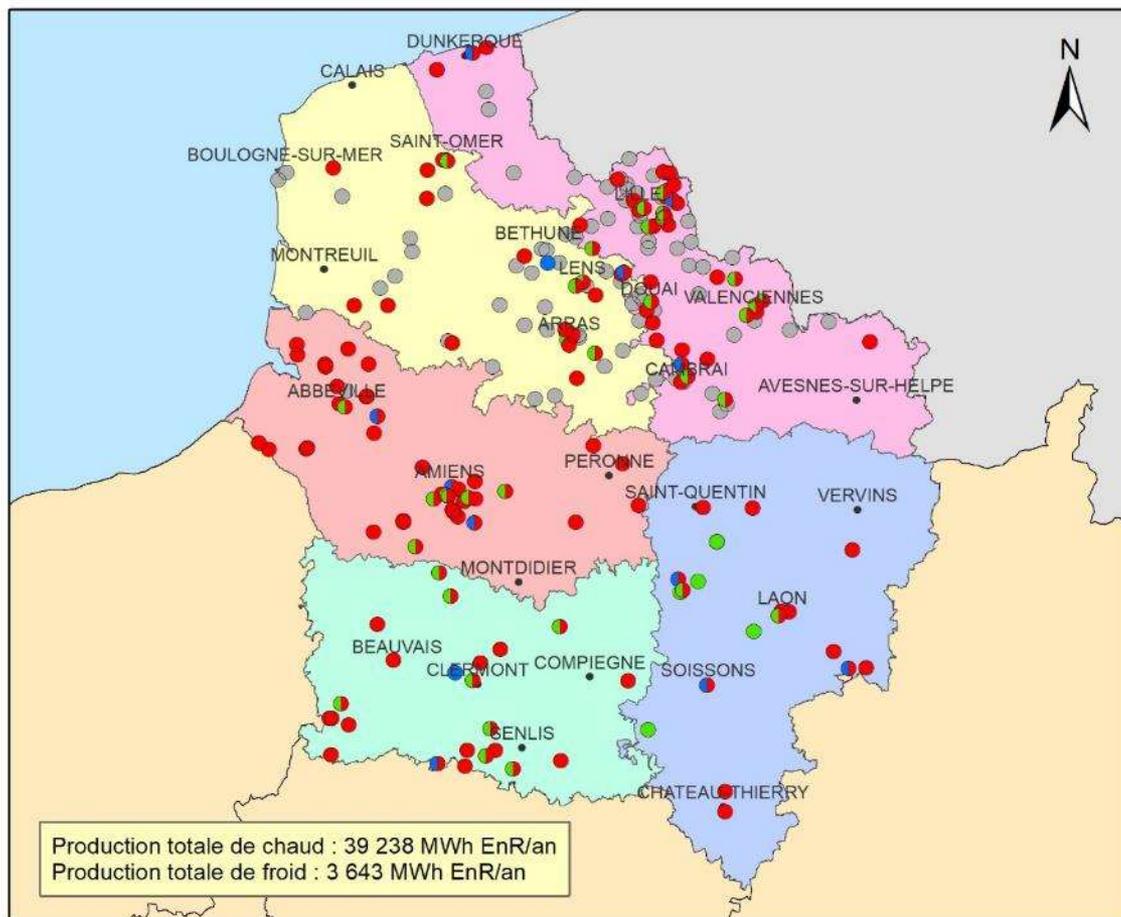
- Données sur les installations :
 - + Recensement des installations effectué par GEOTHER sur l'ex-Picardie (2015),
 - + Recensement des installations effectué par EGEE Développement sur les Hauts-de-France (2019),
- Données administratives :
 - + Communes : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière
 - + Départements : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière

Plus d'informations :

Estelle Dourlat, chargée de mission animation géothermie
Mail : estelle.dourlat@unilasalle.fr

Usage détaillé des installations de géothermie de minime importance exploitées au 1 janvier 2019 (Hauts-de-France, hors particuliers)

Les données s'étendent de 1980 à 2018



Production totale de chaud : 39 238 MWh EnR/an
Production totale de froid : 3 643 MWh EnR/an

Système de coordonnées : RGF93 projection Lambert-93



Données sur les installations exploitées

Usage de la géothermie

- Chauffage (92)
- Froid actif (2)
- Chauffage + Géocooling (35)
- Chauffage + Froid actif (13)
- Géocooling (7)
- Inconnu (81)

Données administratives

- Préfectures et sous-préfectures
- | | |
|-------|---------------|
| Aisne | Pas-de-Calais |
| Nord | Somme |
| Oise | |

Sources :

- Données sur les installations :
 - + Recensement des installations effectué par GEOTHER sur l'ex-Picardie (2015),
 - + Recensement des installations effectué par EGEE Développement sur les Hauts-de-France (2019),
- Données administratives :
 - + Communes : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière
 - + Départements : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière

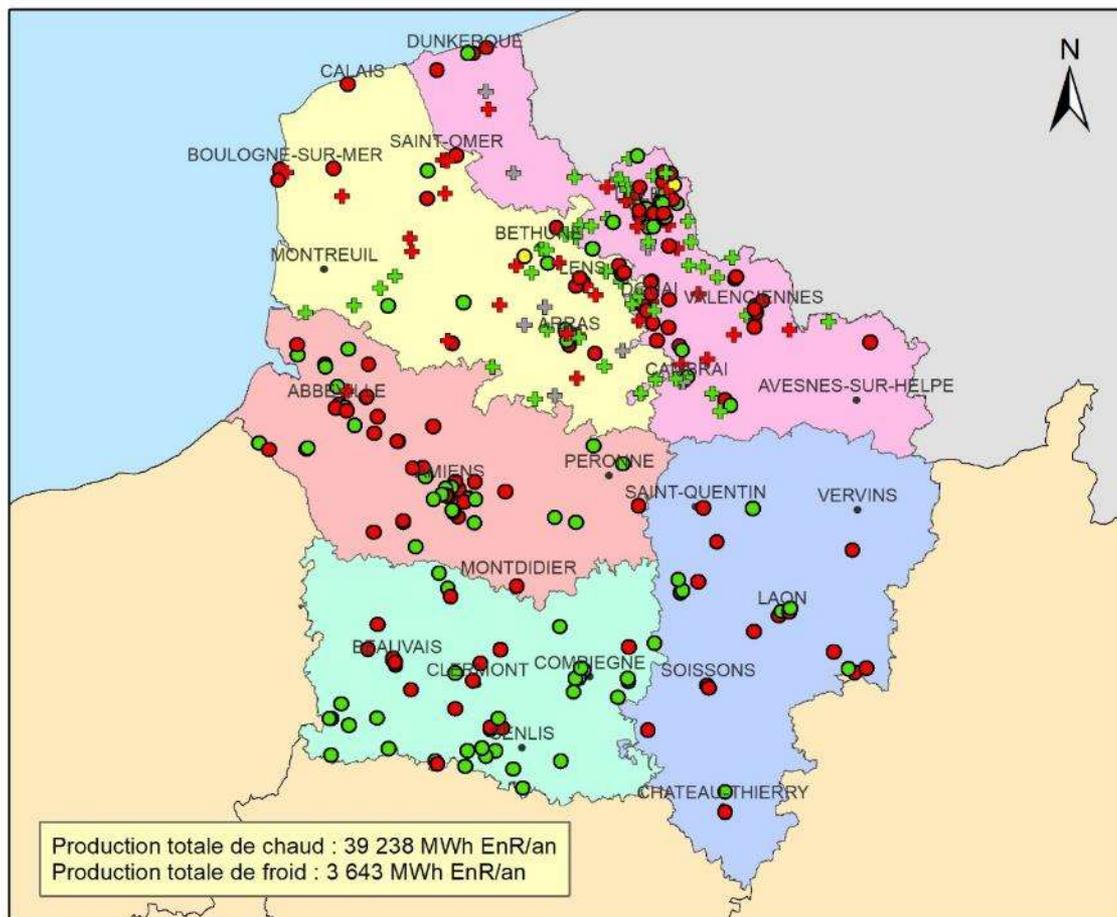
Avec le concours financier du Fonds Régional d'Amplification de la Troisième Révolution Industrielle (FRATRI)



Plus d'informations :
Estelle Dourlat, chargée de mission animation géothermie
Mail : estelle.dourlat@unilasalle.fr

Propriétaires et état des installations de géothermie de minime importance au 1 janvier 2019 (Hauts-de-France, hors particuliers)

Les données s'étendent de 1980 à 2018



Propriétaire de l'installation de géothermie

- Public (159)
- Privé (138)
- Association (2)
- Inconnu (9)

Etat de l'installation

Toutes les installations ont été prises en compte (états possibles : exploité, dysfonctionnant, en construction, en projet, projet abandonné, en panne, fermé, inconnu)

- Connu (215)
- ⊕ Inconnu (93)

Données administratives

- Préfectures et sous-préfectures

- Aisne
- Pas-de-Calais
- Nord
- Somme
- Oise

Sources :

- Données sur les installations :
 - + Recensement des installations effectué par GEOTHER sur l'ex-Picardie (2015),
 - + Recensement des installations effectué par EGEE Développement sur les Hauts-de-France (2019),
- Données administratives :
 - + Communes : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière
 - + Départements : ADMIN-EXPRESS édition Juillet 2020 France entière

Système de coordonnées : RGF93 projection Lambert-93



Avec le concours financier du Fonds Régional d'Amplification de la Troisième Révolution Industrielle (FRATRI)



Plus d'informations :

Estelle Dourlat, chargée de mission animation géothermie
Mail : estelle.dourlat@unilasalle.fr

Animation géothermie

Articles

- [Geothermies.fr](https://www.geothermies.fr) : [Articles](#) sur la page Hauts-de-France

EXEMPLES D'OPÉRATIONS DANS VOTRE RÉGION

- Société Vanheede France à Billy-Berclau (Pas-de-Calais)
- Entreprise Cornilleau à Bonneuil-lès-Eaux (Oise)
- Salle de sport Gaspard Malu de Dunkerque (Nord)

LA PAGE DES EXEMPLES D'OPÉRATIONS DANS VOTRE RÉGION >



La carte régionale & ses données >



Les acteurs dans votre région >

SPÉCIFICITÉS RÉGIONALES

- Cartes des installations de géothermie en Hauts-de-France 2019
- Fiche des coûts de la géothermie très basse énergie assistée par pompe à chaleur en Hauts-de-France (données 2015-2019)
- Synthèse des résultats du recensement des installations de géothermie dans les Hauts-de-France 2020

DISPOSITIFS DE SOUTIEN EN RÉGION

- Appel à Projets de Recherche Energies Durables (APRED) de l'ADEME
- MaPrimeRénov nouvelle version, déjà disponible !
- Investissements d'avenir : ag
Territoires Durables*

LA PAGE DES DISPOSITIFS DE SOL

ACTUALITÉS RÉGIONALES

AGENDA EN RÉGION [PLUS D'ÉVÉNEMENTS >](#)

11/12/2020 - 11/12/2020

Demi-journée technique sur la maintenance
en géothermie dans les Hauts-de-France

[Continuer](#) En ligne

18/12/2020 - 18/12/2020

Webinaire Geo3EN "Multiplicateur de projets"

[Continuer](#) En ligne

NEWS EN RÉGION [PLUS DE NEWS >](#)

26/11/2020

Projet Geo3EN, pour une formation
d'ingénieur 100 % spécialisée en géothermie

6/11/2020

Des nouvelles cartes pour recenser les
installations de géothermie dans les Hauts-de-
France

15/06/2020

Résultats du recensement des installations de
géothermie en Hauts-de-France 2020

Perspectives

Objectifs à atteindre : SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires)



Géothermie BE et TBE : 1000 GWh/an de chaleur contre les 17,7 GWh/an actuels **identifiés**

- Fort potentiel régional, ressource disponible
- Alternative à étudier
- Nombreux avantages
- Technologie aujourd'hui mature
- Peu développée
- Plus complexe à appréhender



Besoin de massifier les projets et de changer d'échelle grâce aux actions ADEME / Région / Animation

Introduction

Rappel de fonctionnement de la géothermie sur sondes et sur nappe (prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de géothermie et régulation

Nappe : maintenance et conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

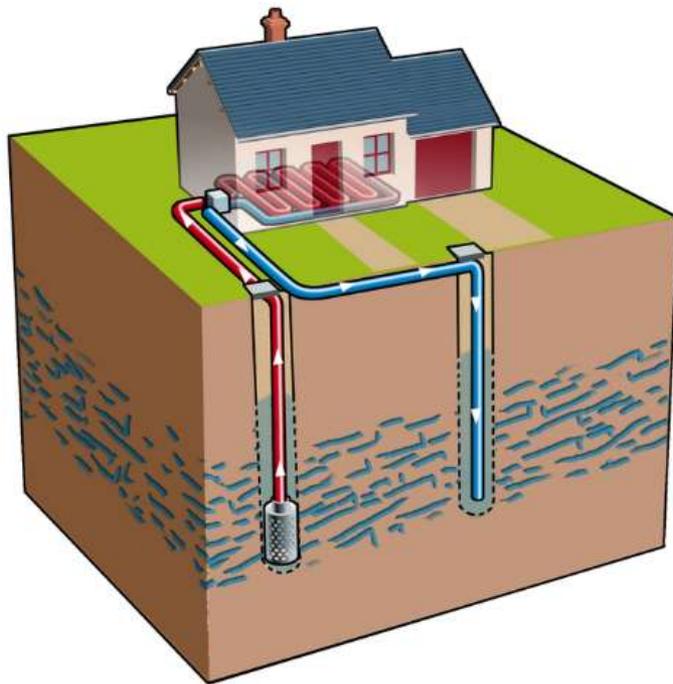
Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Rappel de fonctionnement de la géothermie

La Géothermie sur nappe / PAC sur eau/eau



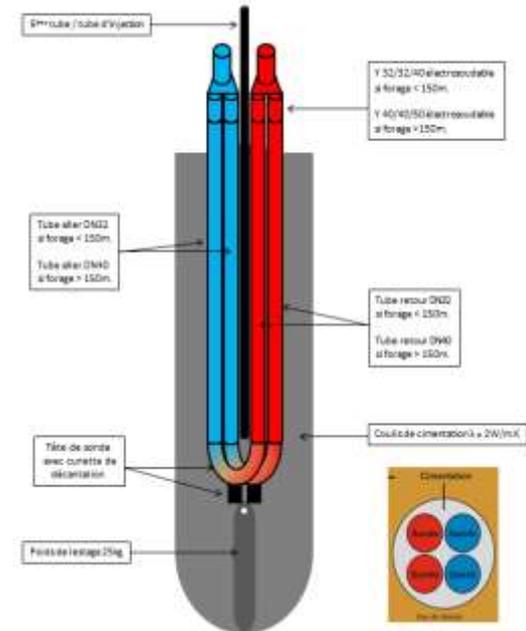
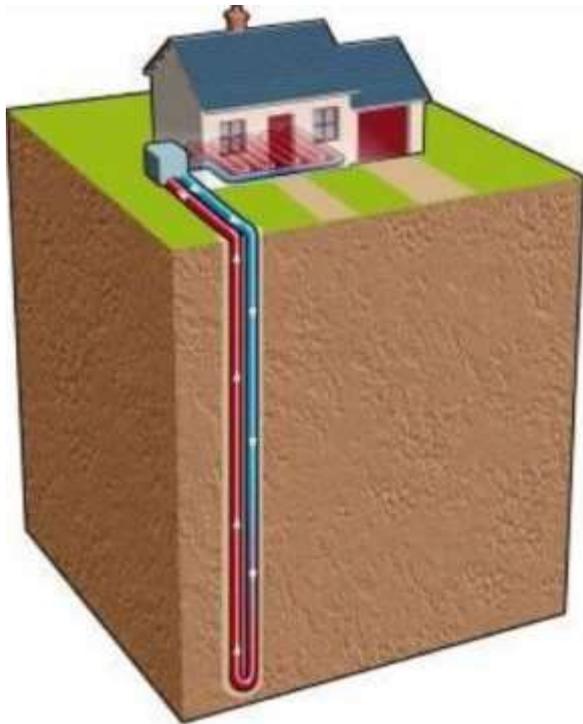
Le doublet sur aquifère, **circuit ouvert**, consiste à pomper l'eau d'une nappe souterraine au travers d'un forage de production et de faire passer cette eau dans un échangeur thermique à plaques pour y puiser des calories avant de réinjecter via un second forage.



Rappel de fonctionnement de la géothermie

La Géothermie sur sondes / PAC sur eau glycolée

Le principe consiste à faire circuler un fluide caloporteur en **circuit fermé** dans un échangeur vertical. Le transfert de calories se fait avec le sol sans sollicitation d'une nappe souterraine.



Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

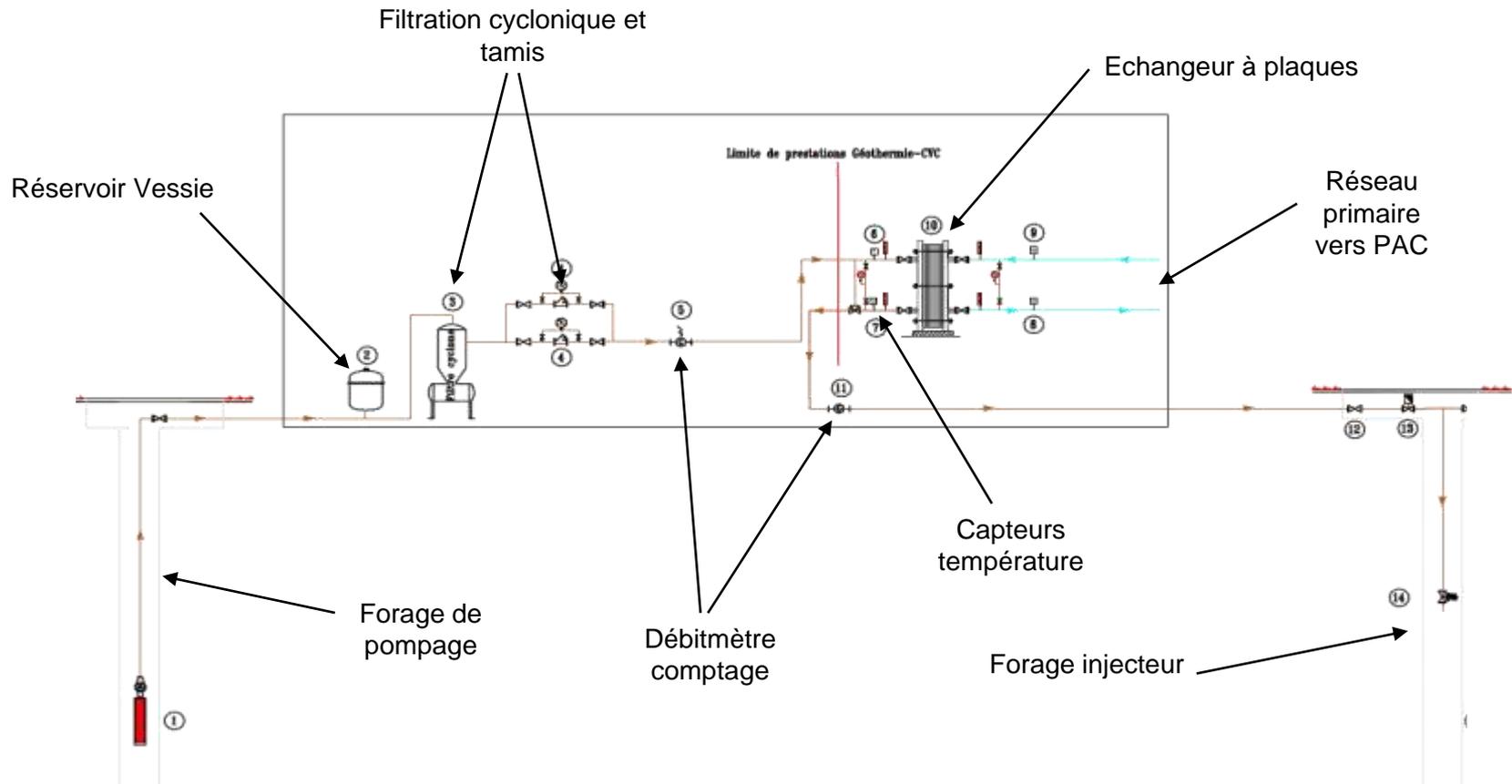
Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Descriptif d'une installation de géothermie

- ✓ Schéma hydraulique du local géothermique sur nappe



Descriptif d'une installation de géothermie

- ✓ Schéma hydraulique du local géothermique sur nappe



2 Pompes à chaleur de 75 kW



Dispositif de filtration pour 50 m³/h



Echangeur à plaques géothermique

Descriptif d'une installation de géothermie

- ✓ Schéma hydraulique du local géothermique sur nappe



Tampon Fibrelite carrossable d'un doublet géothermique



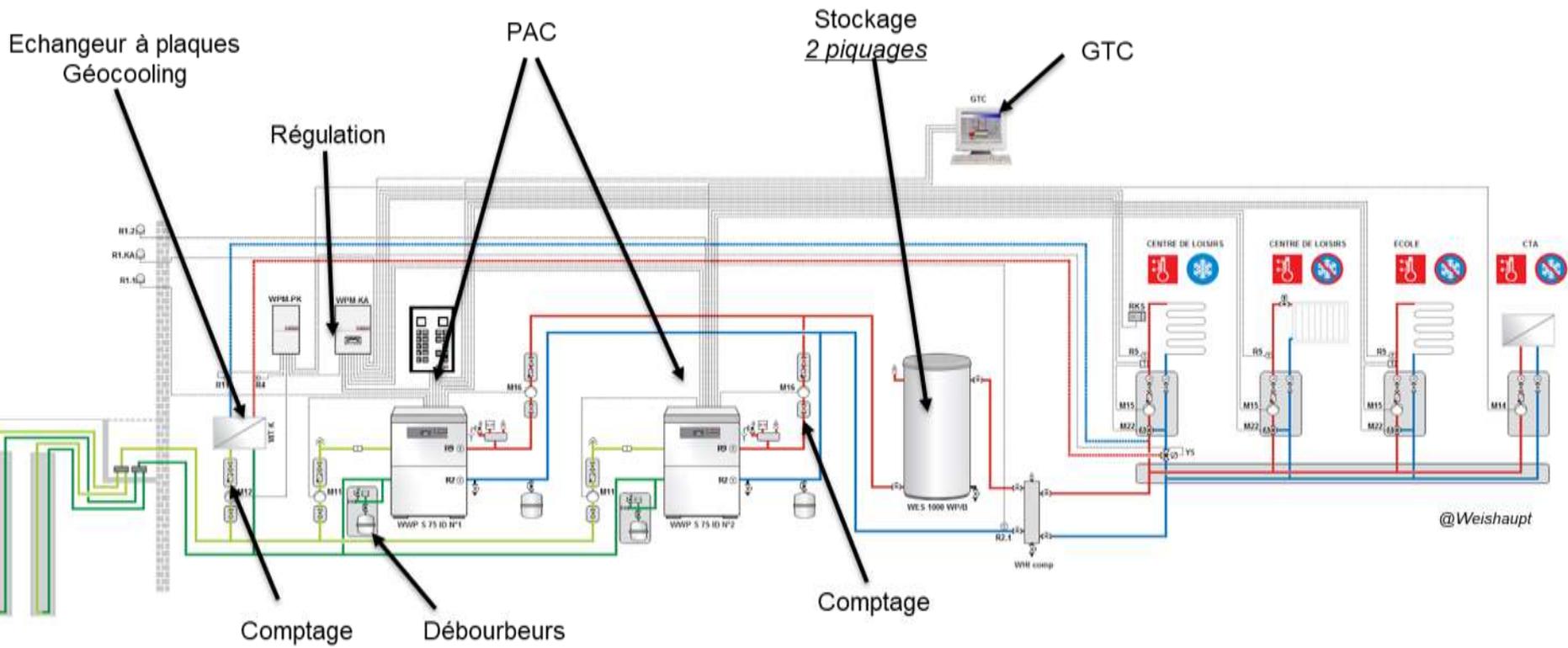
Tampon alu d'un doublet géothermique



Bride étanche d'une tête de forage

Descriptif d'une installation de géothermie

- ✓ Schéma hydraulique du local géothermique sur sondes



Descriptif d'une installation de géothermie

- ✓ Schéma hydraulique du local géothermique sur sondes



Pompes à chaleur de 75 kW



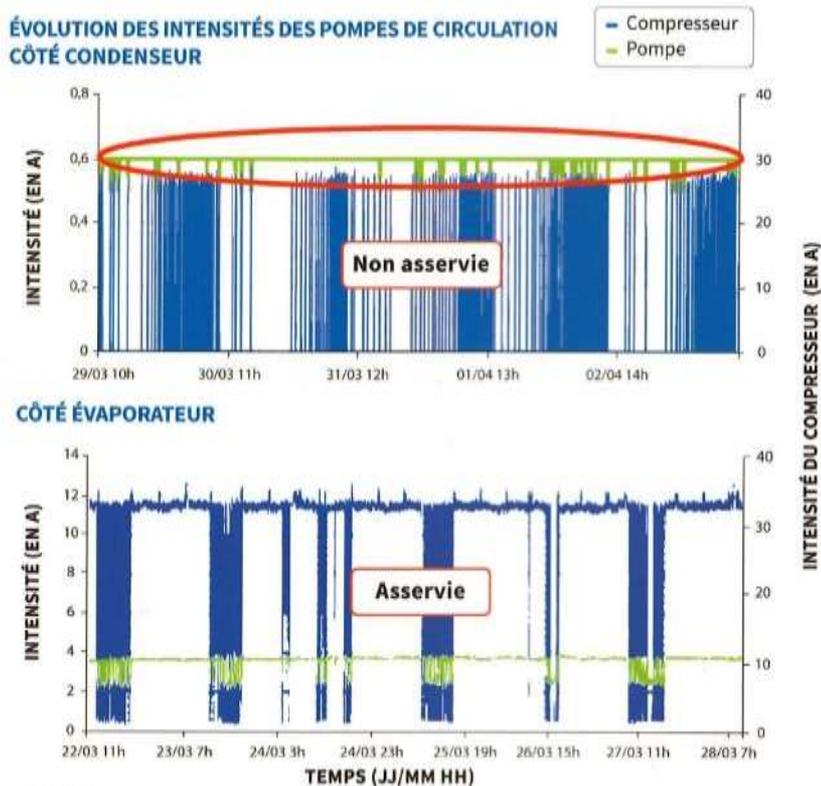
Champ de 10 sondes verticales avec
tampon du collecteur



Collecteur de 14 sondes verticales

La régulation – Les points importants

- ✓ Points importants dans la géothermie – Asservissement de la PAC et des forages



@ADEME

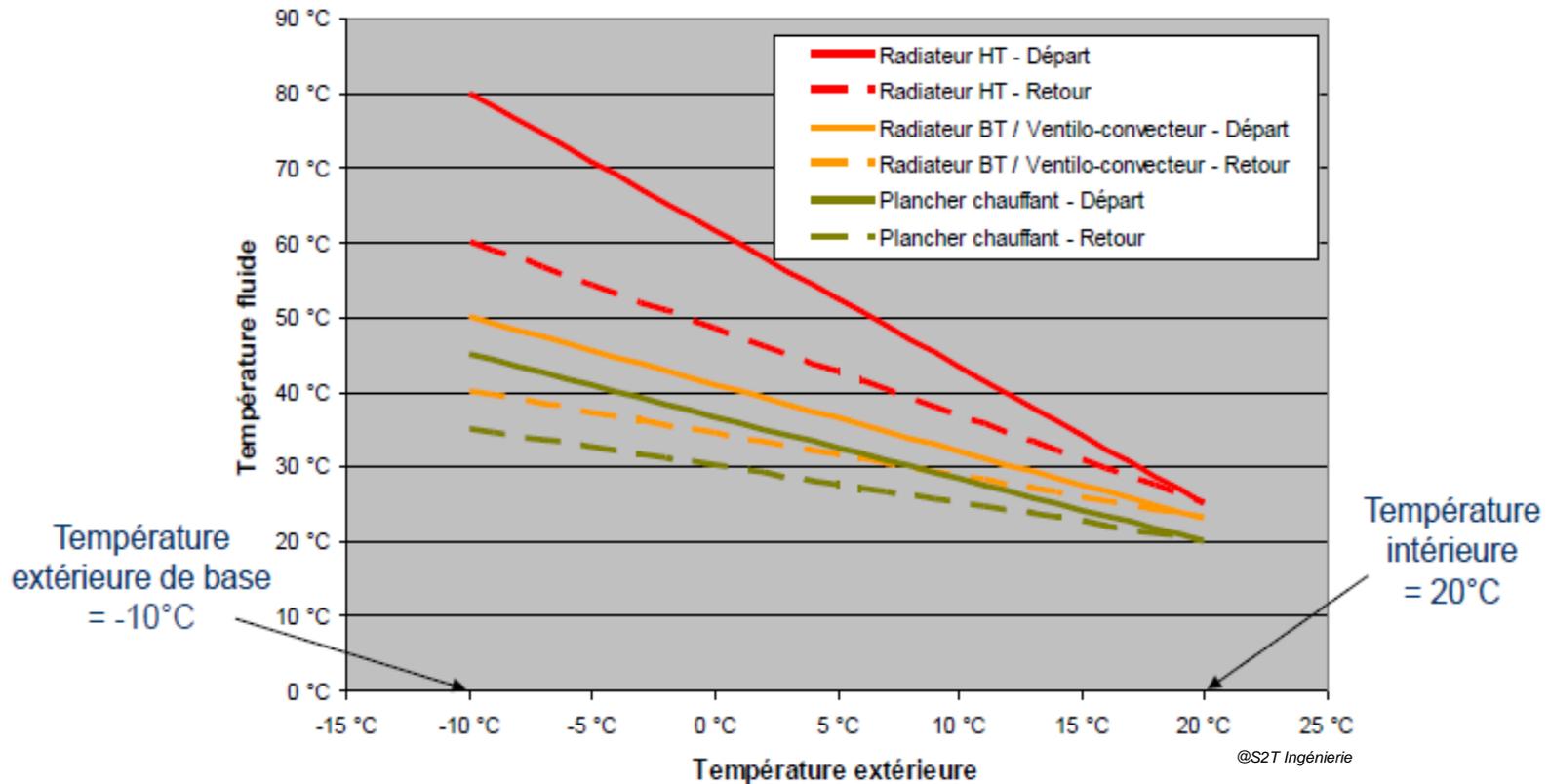
Suivi des fonctionnements avec ou sans asservissement

Intérêt de l'asservissement :

- ✓ En calant le fonctionnement des auxiliaires sur celui de la PAC, on peut réduire de près de 30 à 50 % les consommations électriques des auxiliaires.
- ✓ La mise en place d'un variateur de fréquence permet de réduire significativement les consommations électriques en s'adaptant au mieux au besoin réel.

La régulation – Les points importants

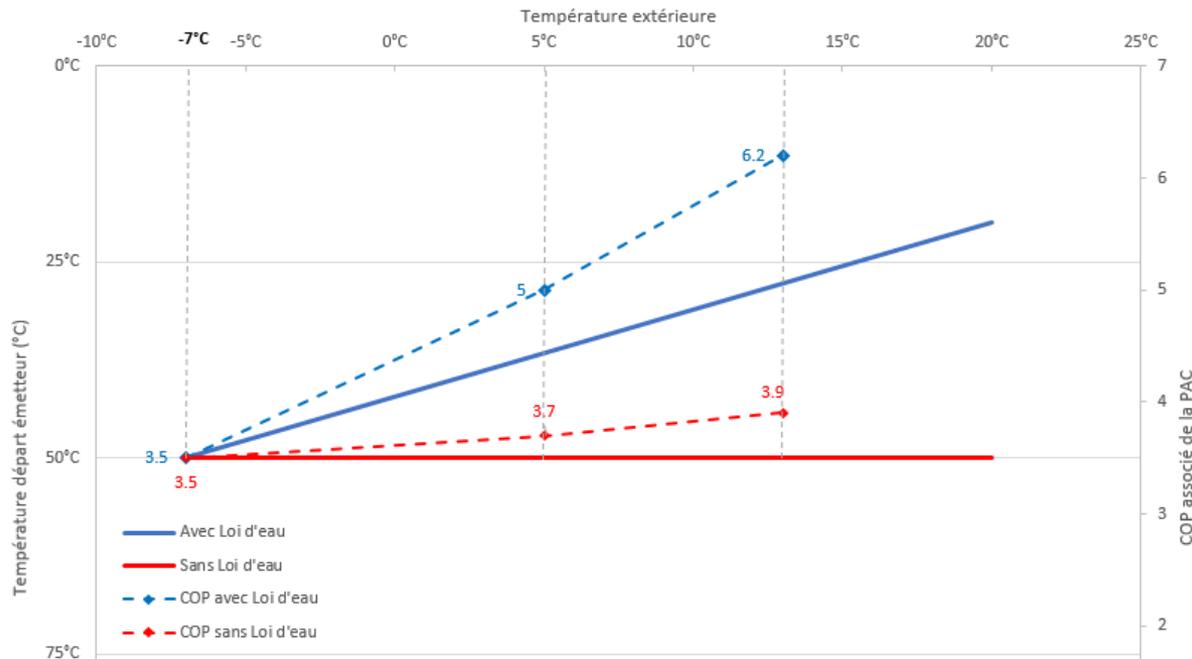
- ✓ Points importants dans la géothermie – Prévoir une loi d'eau côté émetteur bâtiment



La régulation – Les points importants

- ✓ Points importants dans la géothermie – Prévoir une loi d'eau côté émetteur

Régime de température Emetteurs et COP associés



Intérêt de la loi d'eau :

- ✓ Le COP augmente fortement en fonction de la température extérieure ce qui réduit fortement la consommation électrique.
- ✓ Sans loi d'eau, il augmente légèrement car la température du sous-sol évolue aussi au cours du temps.

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Maintenance et entretien – Les points importants

- ✓ Points importants dans la maintenance et l'entretien – Géothermie sur nappe



Pour la géothermie sur nappe, il faut faire une surveillance régulière :

- ✓ Paramètres de productivité : Suivre l'évolution du débit sur nappe, rabatement pour anticiper tout vieillissement de l'ouvrage.
- ✓ Colmatage de l'ouvrage : L'eau étant minéralisée il est nécessaire de surveiller l'encrassement des filtres.
- ✓ Consommation électrique : Vérifier que l'installation est bien réglée en limitant la consommation électrique (variateur).



Entretien préventif et régénération (nettoyage) des forages tous les 7 à 10 ans

Colmatage des forages anticipé VS normal - Nappe

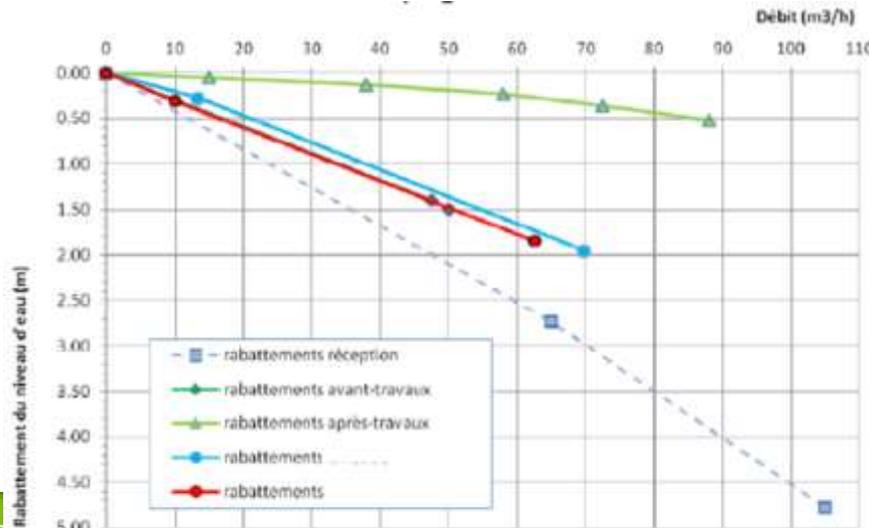
✓ Cas d'un colmatage d'un forage à cause d'une mauvaise régulation – Température/débit



Inspection vidéo d'un encrassement des crépines – Mauvaise régulation



Crépine en bon état sans dépôt



Colmatage des forages anticipé VS normal - Nappe

- ✓ Cas d'un colmatage d'un forage à cause d'une mauvaise régulation – Qualité d'eau



Echangeur à plaques avec oxyde de Fer (ADEME)



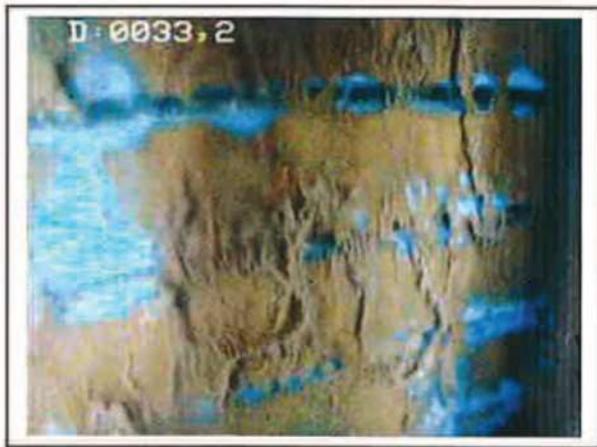
Echangeur à plaques avec oxyde de Fer (Antea)



Filtre colmaté et pompe de forage avec dépôt (Antea)

Colmatage des forages anticipé VS normal - Nappe

- ✓ Colmatage normal d'un forage après 7-10 ans – Travaux de régénération



Crépine PVC légèrement colmatée – usure normale (Sanfor)



Inspection vidéo de l'ouvrage

**Brossage des crépines et Air-Lift
(soufflage à l'air)**



**Développement chimique ou
mécanique par pompage**

Colmatage des forages anticipé VS normal - Nappe

- ✓ Colmatage prématuré – Adaptation de l'exploitation à prévoir

En phase étude :

- ✓ Optimiser les débits d'exploitation de l'installation,
- ✓ Définir l'équilibre chimique de l'eau de nappe,
- ✓ Adapter la régulation et filtration en fonction du retour d'expérience de la nappe,

➔ Bureau d'étude géothermie RGE 1007 et assuré



Vanne de stabilisation pour maintien de pression



Filtre à sable pour 40 m³/h (Antea)

En phase d'exploitation :

- ✓ Suivre la performance de l'installation (débit, température, rabattement...),
- ✓ Prélèvement régulier de l'eau,
- ✓ Nettoyage des filtres et suivi du colmatage,
- ✓ ...

➔ Entreprise de forage ayant la compétence pour entretenir les forages

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Maintenance et entretien – Les points importants

✓ Points importants dans la maintenance et l'entretien – Géothermie sur sondes



Pour la géothermie sur sondes, il faut faire une surveillance régulière :

- ✓ Étanchéité du réseau : Vérifier l'absence de fuite et d'air dans le réseau.
- ✓ Qualité du fluide : Vérifier le taux de glycol dans les sondes pour éviter tout gel.
- ✓ Consommation électrique : Vérifier que l'installation est bien réglée en limitant la consommation électrique (variateur),



Entretien très léger avec un changement du glycol tous les 10 ans.

Vieillesse prématurée des sondes verticales

- ✓ Sonde remplie de boue ferrugineuse



Paroi avec dépôt d'une sonde géothermique

Problématique constatée :

- ✓ Mauvais remplissage des sondes par l'entreprise CVC,
- ✓ Choix de canalisation en chaufferie et ballon en acier → Oxydation des organes



Echantillon d'eau d'une sonde avec dépôt



Lot géothermie à une entreprise de géothermie qualifiée et assurée

Vieillesse prématurée des sondes verticales

- ✓ Détérioration sur les sondes ou raccords



Regard géothermique enterré détérioré

Problématique constatée :

- ✓ Problème d'interface avec les autres travaux sur site,
- ✓ Problème de synthèse des réseaux géothermiques.



Raccordement des sondes verticales coupé

➡ **Avoir une MOE géothermique jusqu'à la réception**

Entretien à prévoir pour les sondes verticales

- ✓ Détérioration sur les sondes ou raccords



Collecteur de 8 sondes géothermiques verticales (3M)

Vérification au niveau du collecteur :

- ✓ Vérification des positions des vannes et débitmètres,
- ✓ Vérification purge à air,
- ✓ Renouvellement de l'eau glycolée tous les 8-10 ans.



Circulateur géothermique (3M)

Vérification au niveau du collecteur :

- ✓ Vérification isolant thermique,
- ✓ Nettoyage/renouvellement circulateur



Contrat de Maintenance avec une entreprise CVC

Introduction

Rappel de fonctionnement de la géothermie sur sondes et sur nappe (prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de géothermie et régulation

Nappe : maintenance et conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

L'entretien une nécessité pour la pérennité, la performance mais aussi une obligation réglementaire

Réglementation applicable pour les installations de pompe à chaleur :

- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement sanitaire départemental
- Arrêté du 23 juin 1978 modifié relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation et de bureaux ou recevant du public.
- Décret du 31 mars 2010 relatif à l'inspection de climatisation et des pompes à chaleur réversibles si la puissance frigorifique nominale est supérieure à 12 kW.
- Articles R. 224N41N4 à R. 224N41N9 du code de l'environnement relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW.
- Arrêté du 15 septembre 2009 relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW.
- Articles R543N75 à R543N123 du code de l'environnement relatifs aux conditions de mise sur le marché, d'utilisation et de récupération des fluides frigorigènes utilisés dans les équipements frigorifiques et climatiques.

Pour commencer un entretien, quelques vérifications à effectuer

Livret ou carnet d'entretien de la pompe à chaleur

- Présence du plan de l'installation état des isolants
- Absence de fuite d'eau
- Etc.

Pompe à chaleur

- Accessibilité et dégagement autour de l'appareil
- Présence d'un interrupteur de proximité état des échangeurs
- Etc.

Circulateurs

- Conformité du sens de montage
- Présence d'une mesure de pression différentielle
- Présence d'un élément de réglage de débit
- Etc.

Accessoires hydrauliques (vase d'expansion, vannes, disconnecteur...)

- Présence d'un disconnecteur
- Présence d'une soupape de sécurité
- Bonne pression des vases d'expansion (circuit chauffage et circuit capteurs enterrés)
- Présence d'un compteur d'appoint d'eau
- Présence d'un filtre ou d'un pot à boues sur le circuit chauffage
- Présence d'un filtre ou d'un pot à boues sur le circuit capteurs enterrés
- Présence de purgeurs automatiques en points hauts
- Présence de vannes de vidanges en points bas
- Présence de vannes de réglage et d'équilibrage de débit, éventuellement avec prises de pression
- Etc.

Pour commencer un entretien, quelques vérifications à effectuer

Emetteurs

- Présence d'organes de réglage
- Présence de vannes de régulation terminale
- Présence de pompe(s) de relevage de condensats
- Etc.

Equipements électriques et de régulation

- Présence de disjoncteur différentiel
- Présence de compteur d'énergie électrique
- Type de régulation
- Présence d'une horloge
- Présence et bon positionnement de la sonde extérieure
- Présence et bon positionnement d'une sonde d'ambiance
- Etc.

Au moins une fois par an

Au moins une fois par an, le technicien de la maintenance s'assure du bon fonctionnement général et effectue les opérations suivantes :

- vérification du bon fonctionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint électrique éventuel ;
- vérification des connexions électriques ;
- vérification du boîtier de régulation ;
- contrôle visuel et auditif de l'ensemble (bruit anormal, panneau détaché, calorifuge, trace d'eau...) ;
- vérification de toutes les vis et écrous (capot, support...) ;
- vérification de la hauteur manométrique des circulateurs (si présence d'un manomètre associé à deux robinets d'isolement) ;
- contrôle régulier du liquide antigel (tous les 2 ans voire même chaque année) ;
- contrôle du pot à boues et/ou du filtre et contrôle d'absence d'air en points hauts, ajout si nécessaire de produit de traitement d'eau ;
- contrôle d'étanchéité des installations contenant plus de 2 kg de fluide frigorigène, conformément à la réglementation (articles R543N75 à R543N123 du code de l'environnement) ;
- maintenance réglementaire annuelle dans le cas d'un disconnecteur de type BR. R

Au moins une fois par an

Au moins une fois par an, le technicien de la maintenance s'assure du bon fonctionnement général et effectue les opérations suivantes :

A cette liste peut s'ajouter, le cas échéant, l'entretien de la chaudière.

Le technicien effectue un relevé de fonctionnement de l'installation.

Le relevé est reporté sur le carnet d'entretien et comparé avec la fiche de mise en service. Toute anomalie est signalée.

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Le contrat de maintenance

L'établissement d'un contrat d'entretien ou d'un contrat de maintenance est nécessaire. Il fixe le cadre des prestations et les obligations des parties.

Les clauses doivent être rédigées de façon claire et compréhensible pour éviter tout problème d'interprétation.

Le contrat permet également de **définir les conditions dans lesquelles s'effectue la maintenance de l'installation** avec notamment les points suivants :

- La fréquence annuelle des visites ;
- La liste des opérations qui sont effectuées à chaque visite ;
- Les obligations auxquelles est soumis le propriétaire de l'installation.
- La fréquence des visites, il convient de prévoir au moins une visite en période de chauffage pour vérifier en particulier le réglage des thermostats et des sécurités ainsi que la puissance thermique par mesure de l'écart des températures entre le départ et le retour.
- Les opérations effectuées à chaque visite

La définition de l'objet du contrat prend la forme suivante :

- La nature des opérations à effectuer par l'entreprise de maintenance, elle est généralement définie par son contenu (exécution d'une, de plusieurs, ou de l'ensemble des opérations de maintenance nécessaire sur un certain bien pendant une période de temps donnée) ;

Le contrat de maintenance

Éléments de contrat

- définition des fournitures et charges pour les deux parties ont définies les responsabilités et les modalités de déclenchement des commandes entre les deux parties concernant les pièces à changer, l'outillage individuel et les matières consommables... ;
- désignation et localisation des installations sur lesquels sont effectuées les opérations de maintenance. Il s'agit de la situation géographique, du type d'installation et éventuellement des contraintes d'environnement (contrainte d'accès, de bruit...).

Les obligations auxquelles est soumis le propriétaire de l'installation

- Le prestataire de la maintenance informe le client final, si besoin par écrit, des obligations d'entretien et de maintenance à prendre en compte :
 - le contrôle annuel d'étanchéité obligatoire si la masse de fluide frigorigène est supérieur à 2 kg (arrêté du 7 mai 2007) ;
 - l'entretien annuel d'une chaudière dont la puissance nominale est comprise entre 4 kW et 400 kW (Rrt 1311N14 du code de la santé publique et Rrt R224N41N4 du code de l'environnement).
- Le prestataire de la maintenance informe également le client final, si besoin par écrit, de l'inspection périodique du système obligatoire tous les cinq ans si la pompe à chaleur est réversible et si la puissance frigorifique nominale est supérieure à 12 kW (articles R224N59N1 à R224N59N11 du code de l'environnement).

Le contrat de maintenance

Le contrat comprend également les éléments suivants :

- l'inventaire de départ (selon NN X 60N100) ;
- les plans et documents que peut fournir l'utilisateur à l'entreprise de maintenance (ces documents doivent être fournis par le constructeur ou l'installateur et doivent répondre à certains critères définis dans la norme NN X 60N200) ;
- les documents que doit fournir l'entreprise de maintenance à l'utilisateur (fiches d'intervention, livret d'entretien...) ;
- la composition du personnel qui intervient (qualification, spécialité, horaire...) ;
- les modalités de rémunération de l'entreprise (maintenance à forfait, à dépense contrôlée, à dépense contrôlée plafonnée...) ainsi que les pénalités et bonifications éventuelles ;
- les obligations des parties (prestataire et client) ;
- les conditions de dénonciation, de modification ou de résiliation du contrat ;
- les assurances, les garanties

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

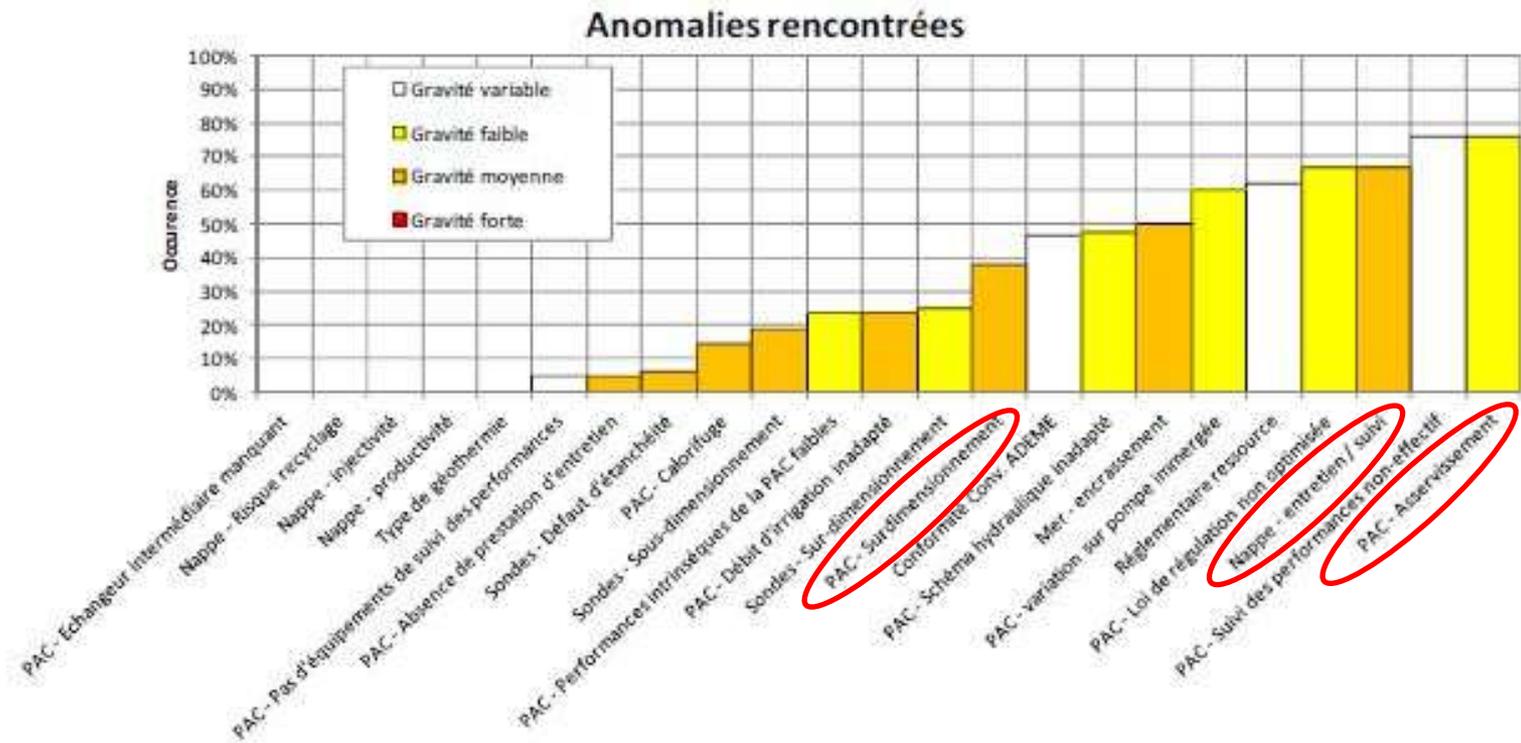
Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

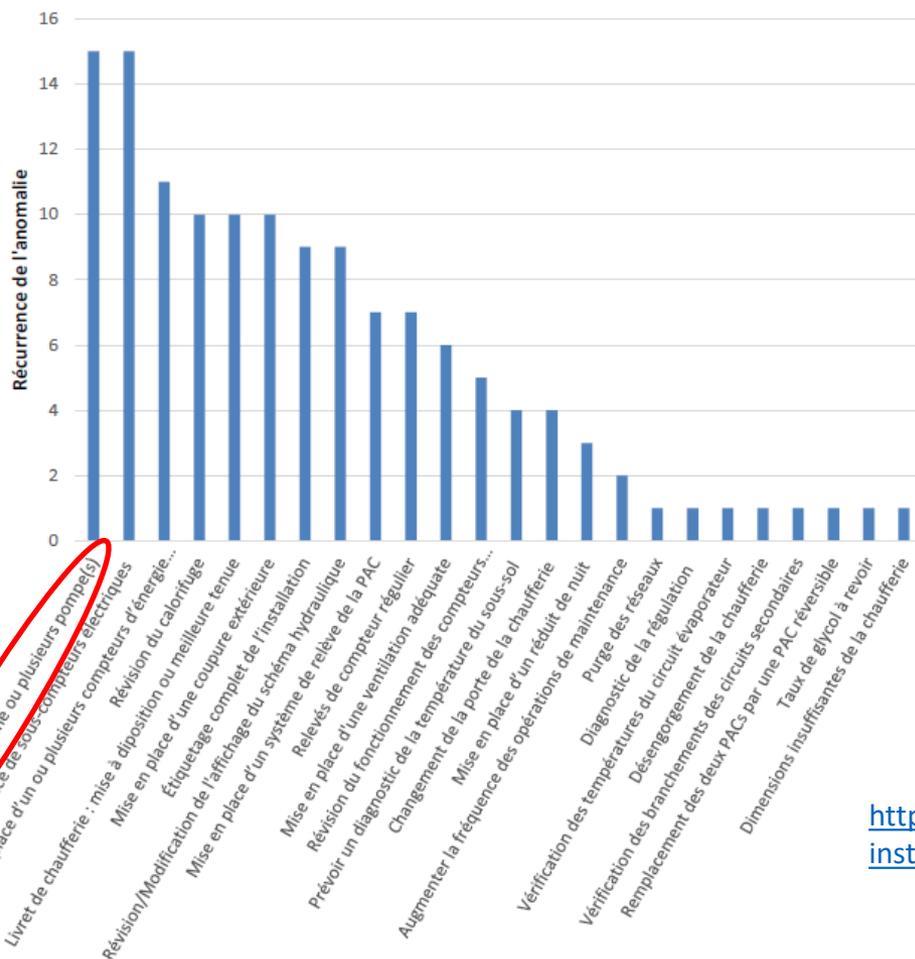
- ✓ Etude ADEME pour répertorier les anomalies rencontrées sur des installations en Occitanie et dans le Grand Est.



Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

✓ Audit de 19 installations en Hauts-de-France en 2017

Identification des anomalies principales



<https://www.geothermies.fr/outils/guides/mission-daudit-de-19-installations-de-geothermie-en-region-haut-de-france-analyse>

Bilan des problématiques rencontrées en géothermie

Fiches point de vigilance

Anomalie de conception

- Asservissement des pompes géothermiques
- Loi de régulation de pompe à chaleur
- Variateur de vitesse et pompe de forage
- Absence ou défaut du monitoring de performance
- Cadre juridique du local chaufferie
- Optimisation du dimensionnement du champs de sondes

Anomalie de mise en œuvre

- Absence ou défaut de calorifuge
- Schéma hydraulique absent ou erroné

Anomalie de maintenance

- Entretien irrégulier d'une installation géothermique sur nappe

ADEME – Direction régionale des Hauts-de-France
Mission d'audit de 19 installations de géothermie en région Hauts-de-France – Fiche anomalie

Fiche anomalie : Anomalie de mise en œuvre
Absence ou défaut de calorifuge

1 Degré de gravité de l'anomalie et récurrence de l'anomalie

L'absence ou le défaut de calorifuge est considéré comme une anomalie de mise en œuvre pouvant diminuer les performances énergétiques et économiques de l'installation, sans pour autant compromettre son fonctionnement technique. Cette anomalie a été relevée dans la moitié des installations visitées. Il s'agit donc d'une problématique fréquemment rencontrée.

2 Description de l'anomalie

Des pertes thermiques au niveau de l'installation géothermique peuvent avoir lieu sur l'ensemble du réseau hydraulique, de la sortie du forage jusqu'à la distribution de l'eau dans les émetteurs, soit sur une distance souvent conséquente. L'absence de calorifugeage se retrouve principalement dans la chaufferie.

Les deux photographies suivantes présentent pour l'une des conduits isolés et pour l'autre des conduits non-isolés. Il est important de noter la présence de corrosion pour le cas des conduits non-isolés.



3 Impacts potentiels

Bien que cette anomalie ne remette pas en cause le bon fonctionnement technique de l'installation, l'absence de calorifugeage peut conduire :

- Du côté « froid » de l'installation (évaporateur et sondes de forage) à des phénomènes de condensation et de corrosion, dégradant à la fois la tuyauterie elle-même mais également l'aspect général de la chaufferie. Selon la NF EN ISO 12944-2 la perte d'épaisseur de l'acier peut alors atteindre 200 µm/an dans des conditions extrêmes et provoquer la rupture de l'acier en une dizaine d'années ;
- Du côté « chaud » de l'installation (condenseur), à des pertes thermiques et par conséquent à une dégradation du rendement de l'installation. Les pertes de chaleur du côté distribution sont dommageables car ce sont des pertes pures. Il faut noter que plus l'installation sera grande, plus les conduites seront longues et plus l'eau sera chauffée à une température importante, plus les pertes

ADEME – Direction régionale des Hauts-de-France
Mission d'audit de 19 installations de géothermie en région Hauts-de-France – Fiche anomalie

thermiques induites seront importantes. De plus, à partir d'un certain niveau de température l'absence de calorifugeage peut mener à un risque de brûlure pour les agents responsables de l'exploitation ou de la maintenance qui doivent alors être équipés de protection adaptées. A titre d'exemple, pour un écart de température de 30°C et une conduite de 50 mm, une épaisseur de calorifuge de 25 mm permet de diviser les pertes thermiques par 5 et de 50 mm par 8 !

4 Moyens de résolution

Pour résoudre cette anomalie, il suffit de réaliser le calorifugeage des parties non isolées de l'installation. Pour cette opération, l'utilisation d'un calorifuge en polystyrène extrudé prévu pour les températures élevées de l'installation est recommandée. Le calorifuge sélectionné doit répondre aux exigences de la norme NF EN12828 : le tableau suivant donne les épaisseurs d'isolant à respecter en fonction du diamètre extérieur du conduit et de la conductivité thermique de l'isolant, pour les classes d'isolation 1 et 2 (6 classes définies par la NF EN12828).

Diamètre extérieur du conduit (en mm)	Classé 1			Classé 2		
	Isolation de 100 (PPH)					
16	5,25	7	8	11	8,25	8
20	5,25	8	10	11	8,25	8
25	5,25	9	11	11	8,25	8
32	5,25	10	12	11	8,25	8
40	5,25	11	13	11	8,25	8
50	5,25	12	14	11	8,25	8
63	5,25	13	15	11	8,25	8
80	5,25	14	16	11	8,25	8
100	5,25	15	17	11	8,25	8
125	5,25	16	18	11	8,25	8
160	5,25	17	19	11	8,25	8
200	5,25	18	20	11	8,25	8
250	5,25	19	21	11	8,25	8
315	5,25	20	22	11	8,25	8
400	5,25	21	23	11	8,25	8
500	5,25	22	24	11	8,25	8
630	5,25	23	25	11	8,25	8
800	5,25	24	26	11	8,25	8
1000	5,25	25	27	11	8,25	8

L'opération peut être réalisée à tout moment, il n'y a en effet pas nécessité d'interrompre le fonctionnement de la chaufferie. Toutefois, pour une intervention plus facile celle-ci devrait avoir lieu lors d'une période d'arrêt et il pourrait être judicieux de l'effectuer en même temps que d'autres travaux afin de réduire les coûts (déplacement, main-d'œuvre...).

Au regard des explications données ci-dessus, l'isolation permet à la fois de pérenniser l'installation du côté froid et d'améliorer les performances énergétiques et la sécurité du côté chaud. Toutefois, en fonction de l'énergie produite au cours de l'année, de l'utilisation annuelle de la PAC et de la partie restant à isoler le temps de retour sur investissement sera plus ou moins long. Le prix au mètre linéaire est lié au diamètre de l'installation, à l'épaisseur d'isolant et à sa résistance thermique, la fourchette allant de 20 à 60 euros pour un DN50.

5 Moyens d'éviter l'anomalie

Cette démarche est à réaliser lors de la phase conception de l'installation, puis lors de la mise en œuvre. Le maître d'œuvre doit veiller à ce que la conception de la chaufferie intègre une isolation de tous les conduits. Le surcoût est environ de 30% par mètre linéaire de conduit.

La réalisation est quant à elle aisée, il suffit que les manchons soient montés sur la tuyauterie. De plus Les techniciens sont déjà sur place pour la mise en œuvre de la chaufferie, il n'y a donc pas de surcoût de déplacement.

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFPG)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Cout d'exploitation et rentabilité

- ✓ Comme tout système, il est nécessaire de prévoir un coût d'entretien de l'installation.
- ✓ La durée de vie d'un forage d'eau ou d'une sonde géothermique est supérieure à la durée de vie du bâtiment.
- ✓ Seule la Pompe à chaleur sera renouvelée tous les 25-30 ans et les pompes/circulateurs tous les 10-15 ans.

Répartition des coûts d'exploitation d'une installation

- ✓ **Cout P1 (électricité/gaz)** : Coût lié à la consommation de la PAC ou de la pompe de forage
- ✓ **Cout P2 (entretien)** : Coût lié au contrat de maintenance et remplacement des petits organes
- ✓ **Cout P3 (renouvellement)** : Coût lié au remplacement d'une pompe à chaleur ou régénération des forages

Cout d'exploitation et rentabilité

✓ Exemple 1 : Réhabilitation d'un immeuble industriel en logements et activités

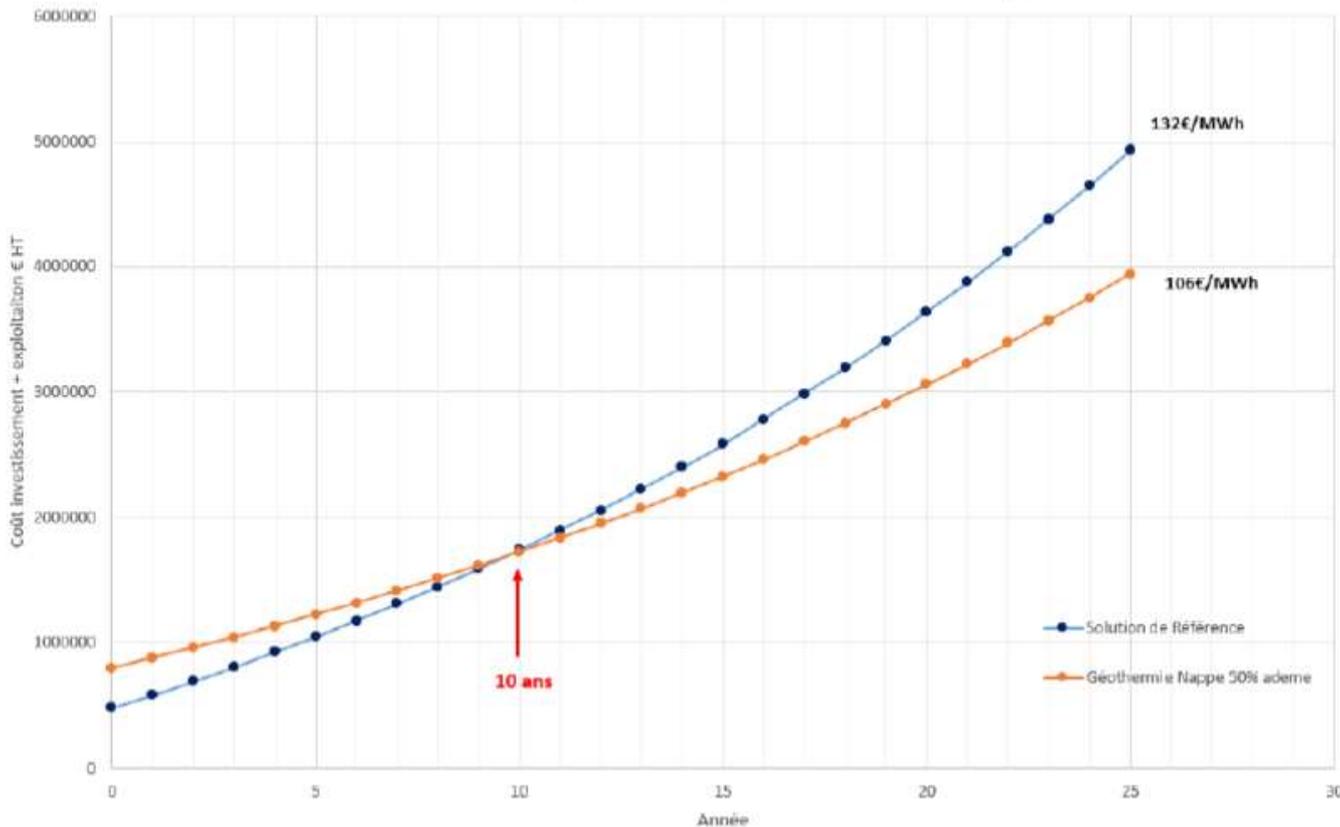
- Surface : 18 000 m²
- BBCA rénov
- Géothermie sur nappe pour 90 % des besoins en chauffage et 80 % en froid

	Solution de référence	Solution de géothermie	
	Chaudière gaz + Aérothermie	Géothermie sur nappe + appoint	
Cout d'investissement de la solution (PAC+forages)	480 900.00 €	870 080.00 €	
Subvention ADEME (Fonds Chaleur)		110 000.00 €	→ 50 % du forfait
Surcout par rapport à la référence	-	279 180.00 €	
Postes de dépenses			
P1 gaz (poste énergétique reseau)	35 802.00 €		
p1 gaz appoint	-	3 580.20 €	
P1 (poste énergétique : électricité PAC)	34 944.00 €	36 219.71 €	
P2 (poste entretien – dépannage) géothermie	-	3 000.00 €	
P2 (2% de la chaudière + PAC)	9 618.00 €	10 401.60 €	
P3 (poste gros entretien – réparation) géothermie	-	4 500.00 €	
P3 (5% de la chaudière + PAC)	24 045.00 €	20 926.40 €	
MONTANT TOTAL ANNUEL	104 409.00 €	78 627.91 €	
Economie annuelle	-	25 781.09 €	

Coût d'exploitation et rentabilité

✓ Exemple 1 : Réhabilitation d'un immeuble industriel en logements et activités

PAQUEBOT seul - Comparatif coût global - Géothermie sur nappe



Bilan économique :

- ✓ Actualisation de 5%
- ✓ TRI = 10 ans
- ✓ Après 25 ans, 1 000 000 € d'économisé sur l'exploitation.

Cout d'exploitation et rentabilité

- ✓ **Exemple 2:** Construction neuf de 11 500 m² de Bureaux
 - Surface : 11 500 m²
 - HQE excellent, BREEAM Very Good, RT 2012-30%
 - Géothermie sur sondes pour 91 % des besoins en chauffage et 75 % en froid



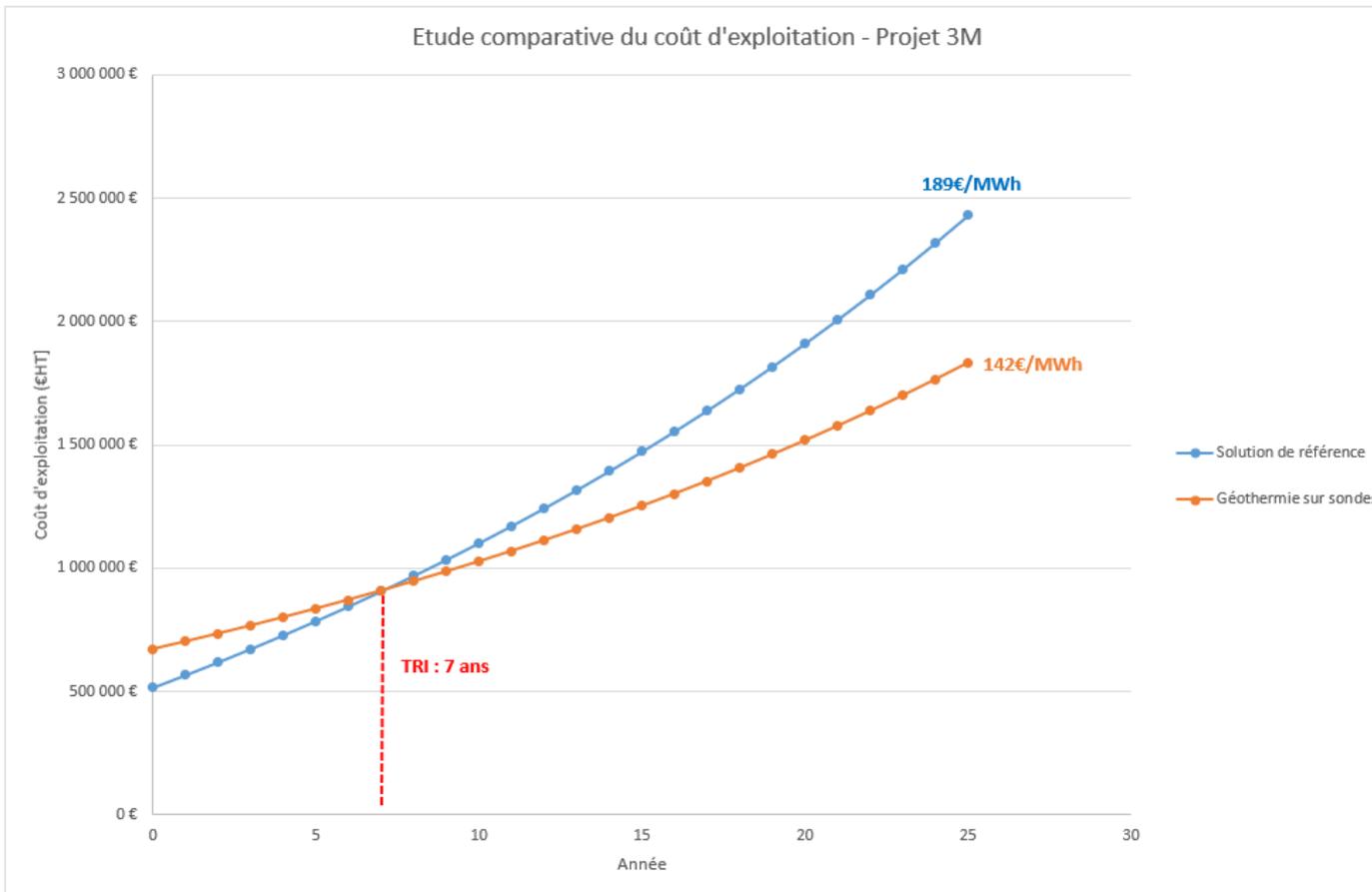
Cout d'exploitation et rentabilité

- ✓ **Exemple 2** : Construction neuf de 11 500 m² de Bureaux Surface : 11 500 m²
 - HQE excellent, BREEAM Very Good, RT 2012-30%
 - Géothermie sur sondes pour 91 % des besoins en chauffage et 75 % en froid

	Solution de référence	Solution de géothermie
	Chaudière gaz + Aérothermie	Géothermie sur nappe + appoint
Cout d'investissement de la solution (PAC+forages)	515 000.00 €	799 000.00 €
Subvention ADEME (Fonds Chaleur)		128 000.00 €
Surcout par rapport à la référence	-	156 000.00 €
<hr/>		
P1 gaz (poste énergétique reseau)	12 159.00 €	
p1 gaz appoint	-	-
P1 (poste énergétique : électricité PAC)	6 150.00 €	11 623.00 €
P2 (poste entretien – dépannage) géothermie	-	400.00 €
P2 (2% de la chaudière + PAC)	9 300.00 €	7 720.00 €
P3 (poste gros entretien – réparation) géothermie	-	1 500.00 €
P3 (5% de la chaudière + PAC)	23 250.00 €	10 120.00 €
MONTANT TOTAL ANNUEL	50 859.00 €	31 363.00 €
Economie annuelle	-	19 496.00 €

Coût d'exploitation et rentabilité

✓ Exemple 2: Construction neuf de 11 500 m² de Bureaux



Bilan économique :

- ✓ Actualisation de 5%
- ✓ TRI = 7 ans
- ✓ Après 25 ans, 590 000 € d'économisé sur l'exploitation.

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Qui contacter ?

STATEC PAC

Série de chiffres

- 1 LC FROID
- 2 Thirion Sas VOUIZERS
- 3 Gobinet
- 4 EURL RD Service
- 5 GL Génie Climatique
- 6 Thirion Sas SUIPPES
- 7 Chauffage Der Energies
- 8 Sarl Morisot Plombier-Chauff...
- 9 LV Clim
- 10 Avenir Pro Clim
- 11 Batichauffe
- 12 TABOR ECO CHAUFFAGE
- 13 DG CLIMATIQUE
- 14 Expert Clim
- 17 PFC
- 18 Ets Legué



Pour les forages :
un foreur agréé.

Pour les PAC : Les
entreprises
doivent être
agréées pour
effectuer les
opérations de
maintenance

Viessmann met à disposition une liste d'entreprises formées et qualifiées.

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges



Comment ça marche ?

Un peu d'histoire

Le principe de la pompe à chaleur n'est pas récent. Dès 1852 Lord KELVIN en établissait les bases.

Les premières réalisations n'ont cependant pas été faites avant le début du vingtième siècle.

Il est pourtant peu probable que ce soit uniquement leur rôle d'économiseur d'énergie qui ait fait que des installations avec pompe à chaleur virent le jour bien avant les années 1950.

En effet avant ces années-là on réalisait des installations frigorifiques qui étaient aussi utilisées pour des besoins de chauffage.

En quelque sorte on utilisait aussi la source de chaleur des condenseurs des groupes frigorifiques.

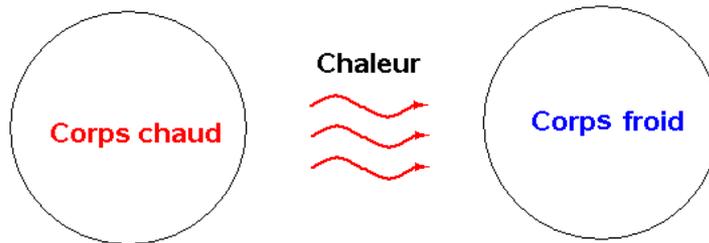
L'utilisation de la chaleur des condenseurs permettant ainsi de faire l'économie d'une chaufferie, le client était gagnant sur les deux tableaux, investissement et exploitation.

Il semble-que les premières installations aient été réalisées en Europe dès 1929.

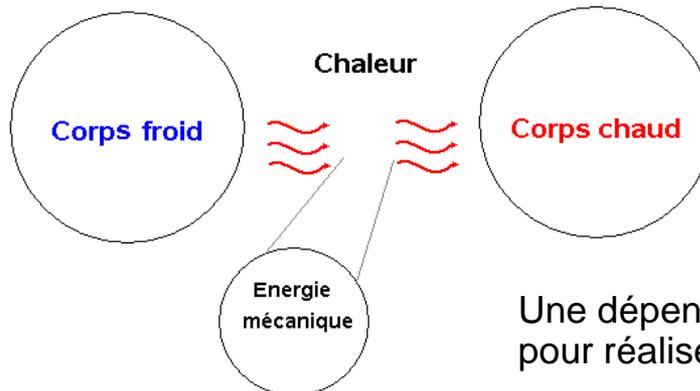
Aux Etats-Unis, les Américains se sont intéressés depuis longtemps au conditionnement d'air et, depuis 1934, des installations comportant des pompes à chaleur sont en service tant pour des applications industrielles que privées.

Comprendre le rôle d'une machine frigorifique

-Une machine frigorifique est un appareil qui permet de refroidir un milieu à une température inférieure à celle de l'ambiance. L'écoulement naturel de la chaleur s'effectuant toujours d'un corps chaud vers un corps froid.



-On peut définir une machine frigorifique comme un matériel permettant de réaliser l'écoulement de chaleur inverse du sens naturel, c'est-à-dire d'un milieu froid vers un milieu chaud.



Une dépense d'énergie sera bien entendu inévitable pour réaliser ce transfert inverse.

But

**Transférer de la
chaleur d'une source
froide à une source
chaude grâce à un
système frigorifique**



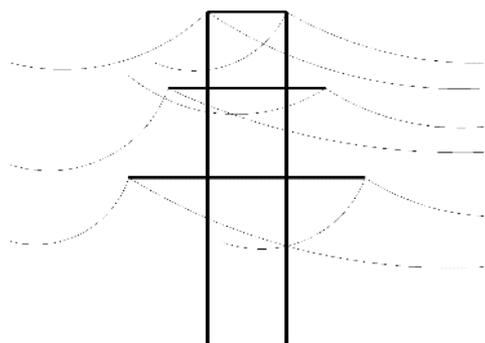
AIR



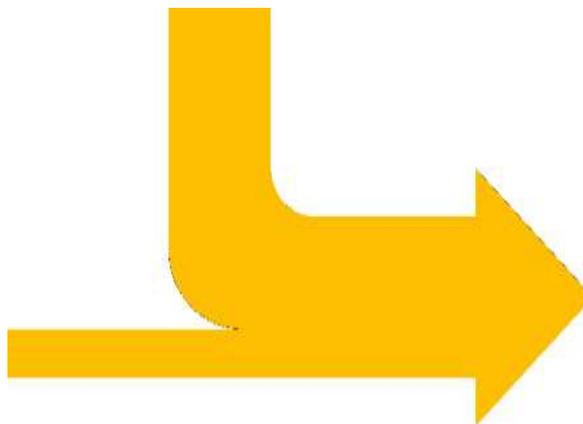
EAU



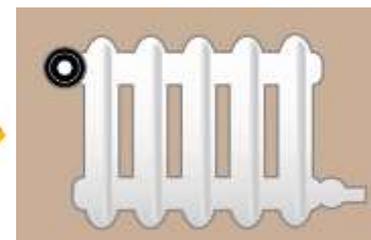
TERRE



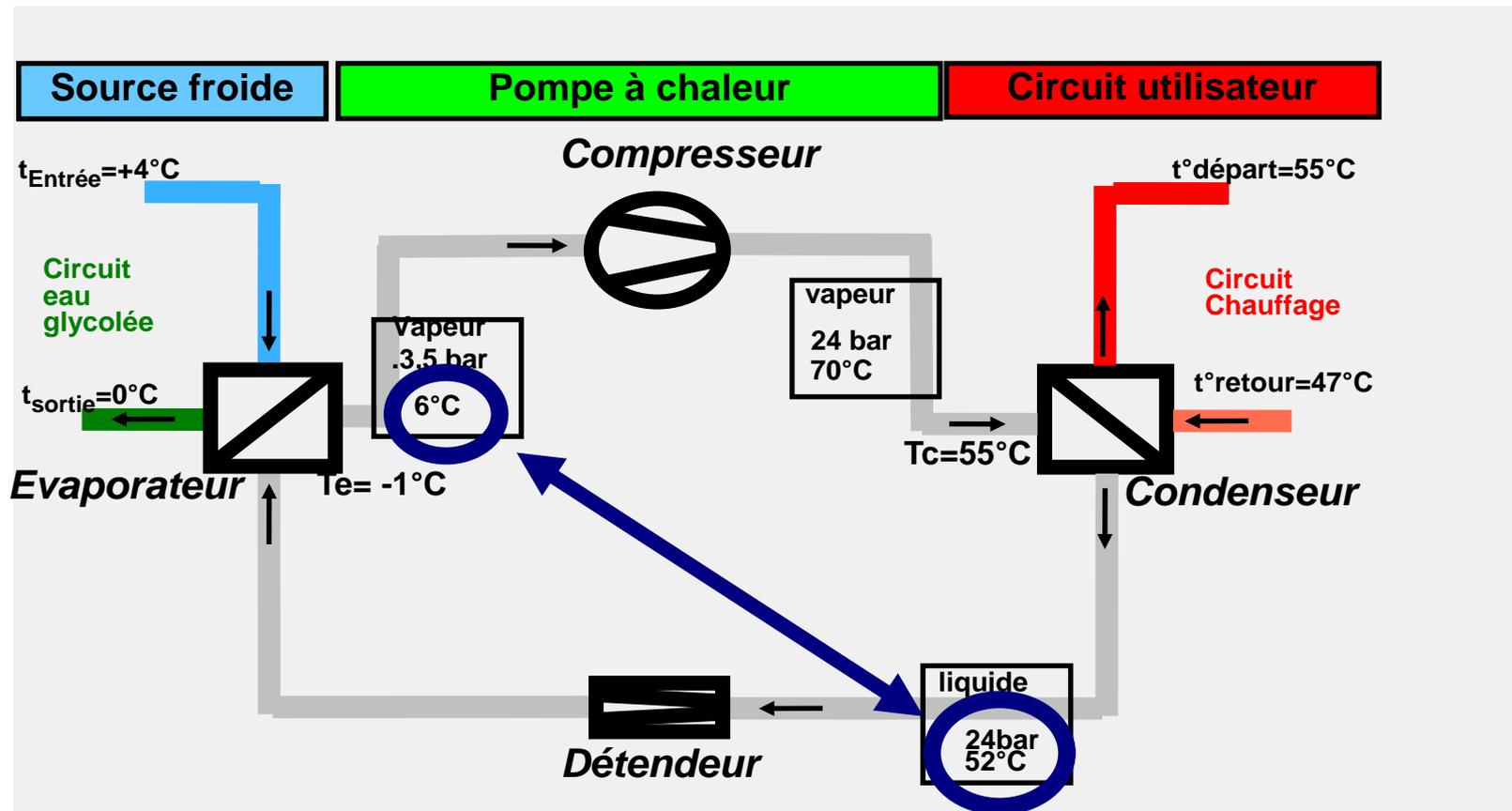
Energie motrice (électricité)



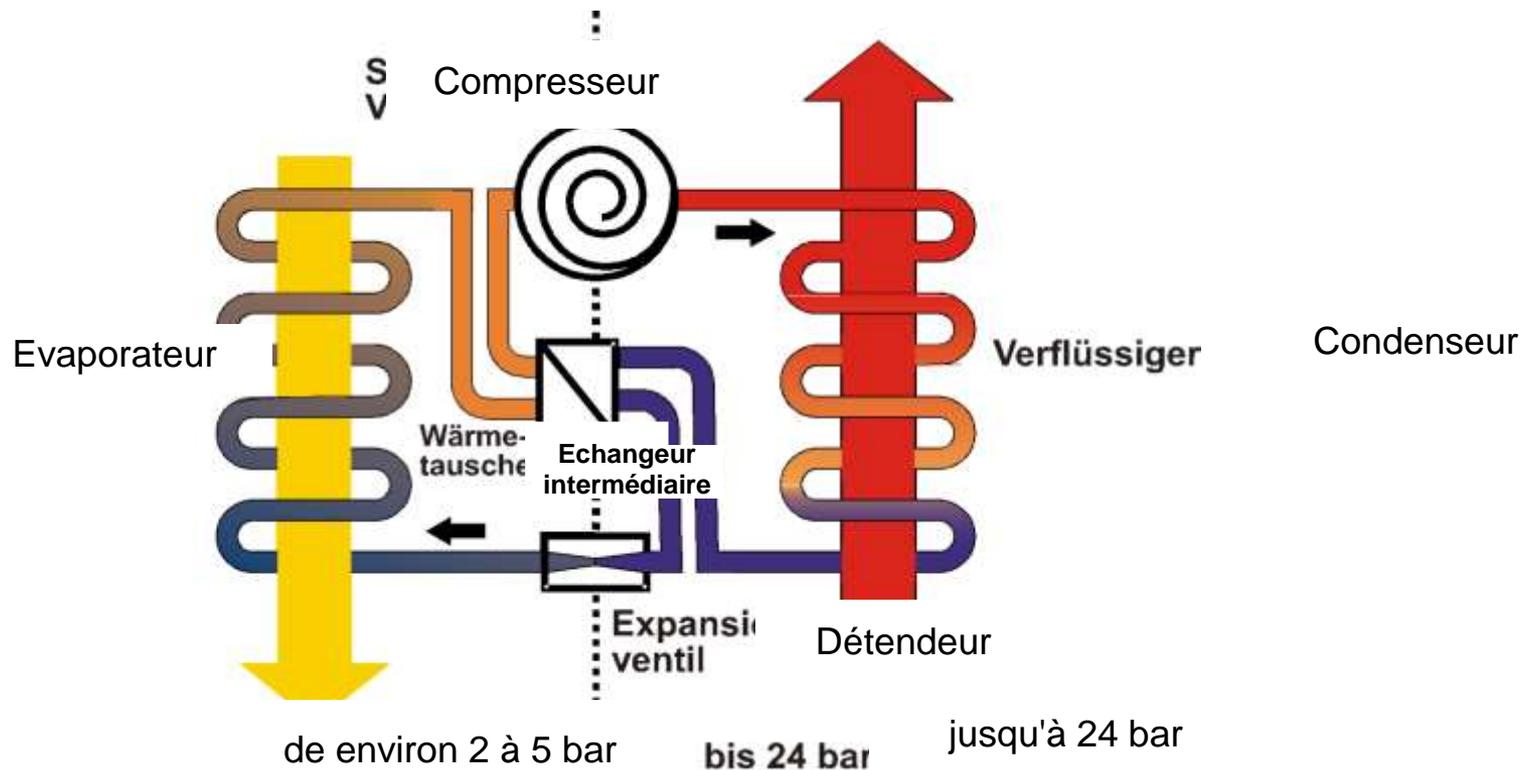
Chaleur disponible pour
le chauffage



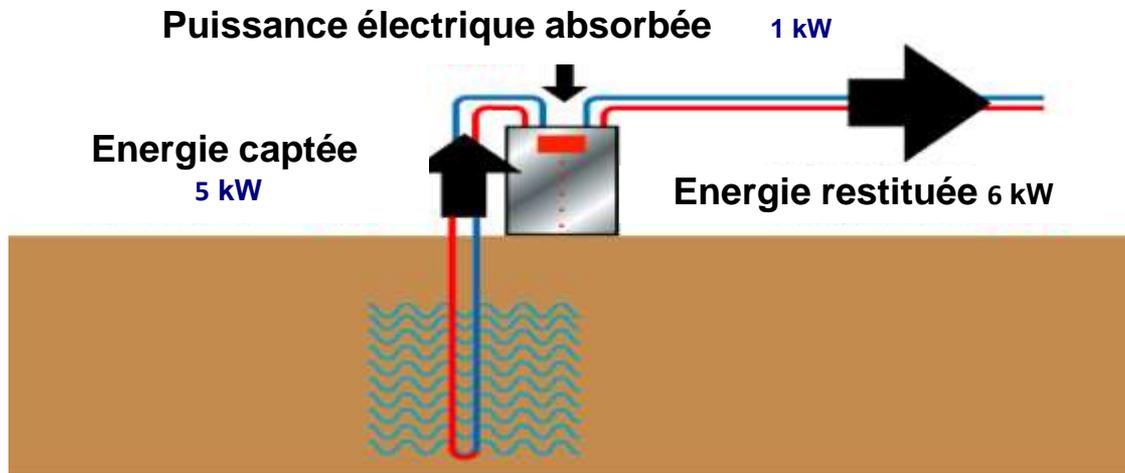
Fonctionnement d'une PAC



Process circuit fluide frigorigère



Performances et coefficient de performance global



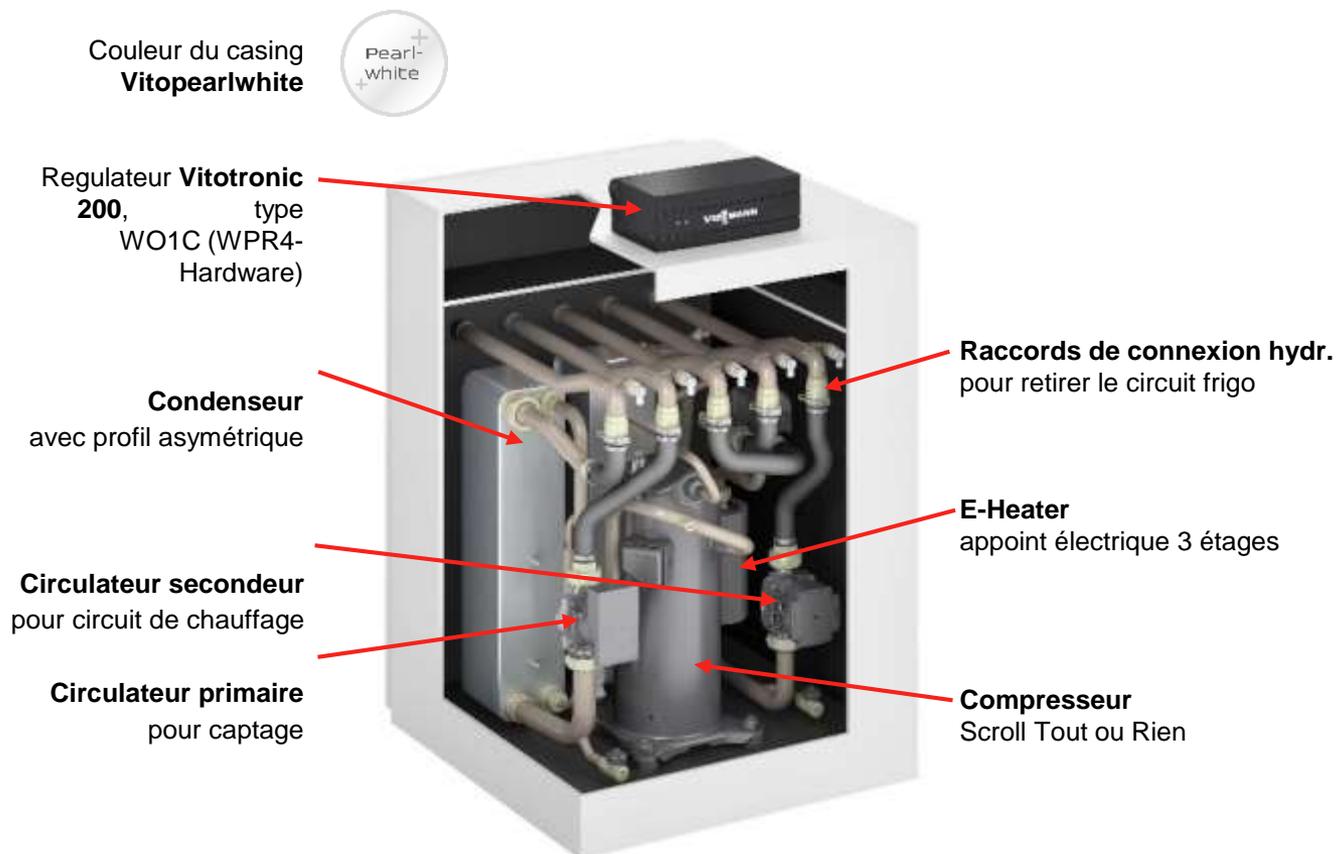
$$\text{Coefficient de performance} = \frac{\text{Puissance calorifique restituée } 6 \text{ kW}}{\text{Puissance électrique absorbée } 1 \text{ kW}} = 6$$

Coefficient de performance instantané : donnée constructeur, valeur centre d'essais

Coefficient de performance global : Energie réellement restituée par rapport à l'énergie consommée sur la saison de chauffe

« Manipulations »

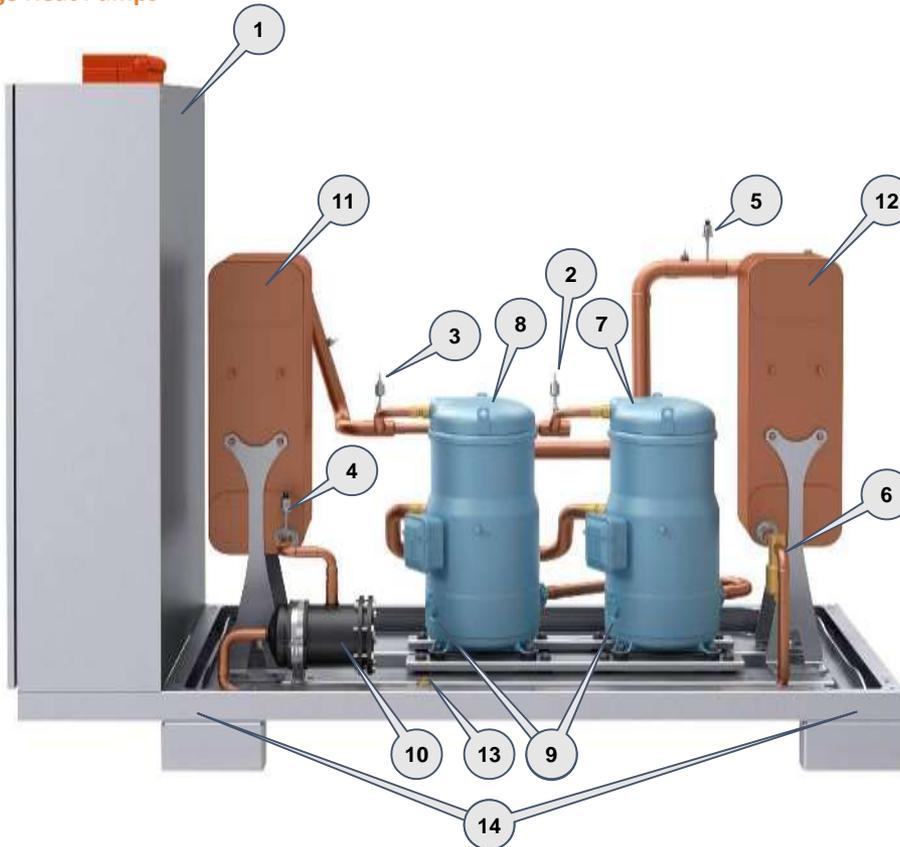
VIESSMANN



« Manipulations »

VITOCAL 200-G PRO

Large Heat Pumps



- 1 Bornier électrique
- 2 Pressostat HP 1er étage
- 3 Pressostat HP 2eme étage
- 4 Capteur HP
- 5 Capteur BP
- 6 Détendeur électronique (EEV)
- 7 Compresseur 1
- 8 Compresseur 2
- 9 Regard de niveau d'huile compresseur 1 et 2
- 10 Filtre déshydrateur
- 11 Echangeur à plaque condenseur
- 12 Echangeur à plaque évaporateur
- 13 Voyant fluide frigorigène
- 14 Silent bloc

Introduction

Rappel de fonctionnement de la
géothermie sur sondes et sur nappe
(prérequis Vidéo AFGP)

Descriptif d'une installation de
géothermie et régulation

Nappe : maintenance et
conséquences

Sondes : maintenance et conséquences

Maintenance à faire sur la PAC

Contrat de maintenance

Bilan des problématiques rencontrées en
géothermie

Coûts d'exploitation et rentabilité

Qui contacter?

Comment ça marche? Zoom sur la PAC

Questions et échanges

Avez-vous des questions ?



?

Contacts

Estelle DOURLAT

Chargée de mission animation
géothermie

Une mission financée par l'ADEME et la
Région Hauts-de-France

Mail : estelle.dourlat@unilasalle.fr

Tél. : +33 (0)3.44.06.00.57

Mob. : +33 (0)6.78.26.81.30

Hugues de Paermentier

Ingénieur d'affaires
Viessmann

phu@viessmann.com

06.85.72.41.15

Agence de Phalempin

agencelille@viessmann.com

09.69.326.326

Jean-Loup LACROIX

Président Directeur Général
Géothermie et Hydrogéologie

Mobile +33 (0)6 18 26 83 65

Tél +33 (0)1 87 53 61 31

jl.lacroix@strategie-conseil.fr