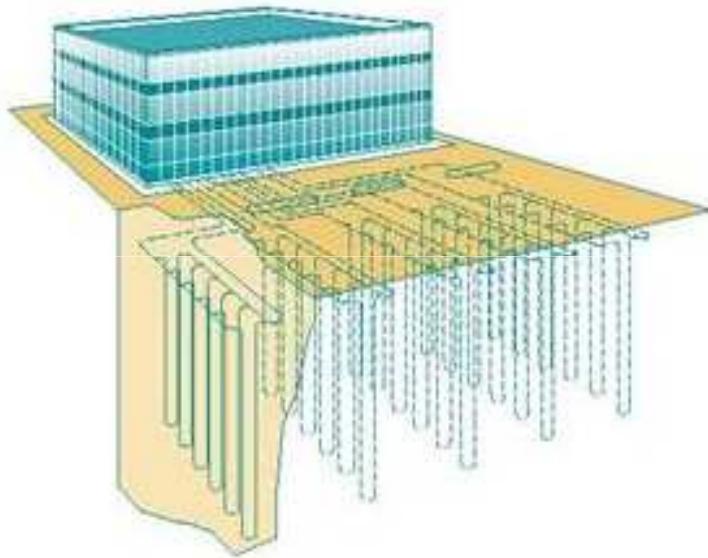


Dimensionnement de champs de sondes géothermiques



Sommaire

- 1: géothermie et ENR
- 2: la sonde géothermique
- 3: dimensionnement d'une sonde simple
- 4: dimensionnement d'un champ de sondes
- 5: TRT

Source: EED (Earth Energy Designer, Thomas Blomberg)

1. Géothermie et ENR

- Sources d'énergie renouvelable

- Soleil
- Eau
- Vent
- Biomasse
- **Géothermie**

Haute température (>150 °C) :

→ Production d'électricité

Moyenne température (90-150°C):

→ Production d'électricité et réseaux de chaleur

Basse température (30-90°C):

→ Réseaux de chaleur

Très basse température (<30°C):

→ **Pompe à chaleur, chauffage et climatisation, stockage énergétique, différents systèmes!**



→ Potentiel très important!

→ Continue (>< éolien, solaire)

→ Production locale pour consommation locale

→ Solution aux exigences de PEB (RT 2012)

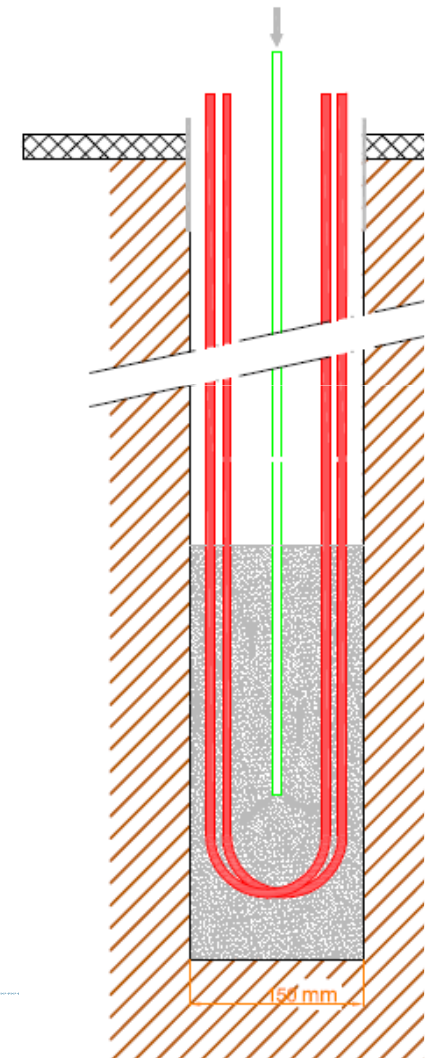
→ Permet stockage énergétique: décalage saisonnier entre demande et disponibilité de chaleur!!

2. La sonde géothermique

En quoi consiste une sonde géothermique verticale ?

- forage équipé pour permettre l'échange de chaleur avec le sous-sol
- diamètre faible (115-150 mm)
- profondeur comprise entre 100 et max 350 m
- équipé de 2 boucles de tuyaux PE
- cimenté par le bas sur toute sa hauteur
- avec circulation de fluide caloporteur jusqu'à la pompe à chaleur (PAC)

Sonde + PAC → système géothermique

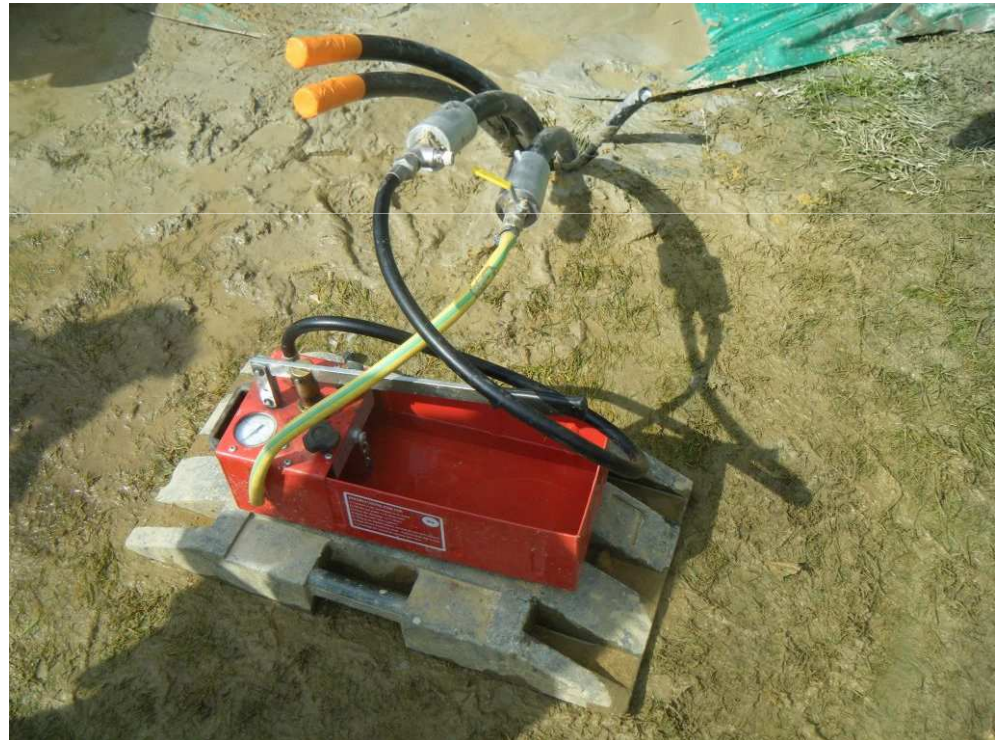


2. La sonde géothermique



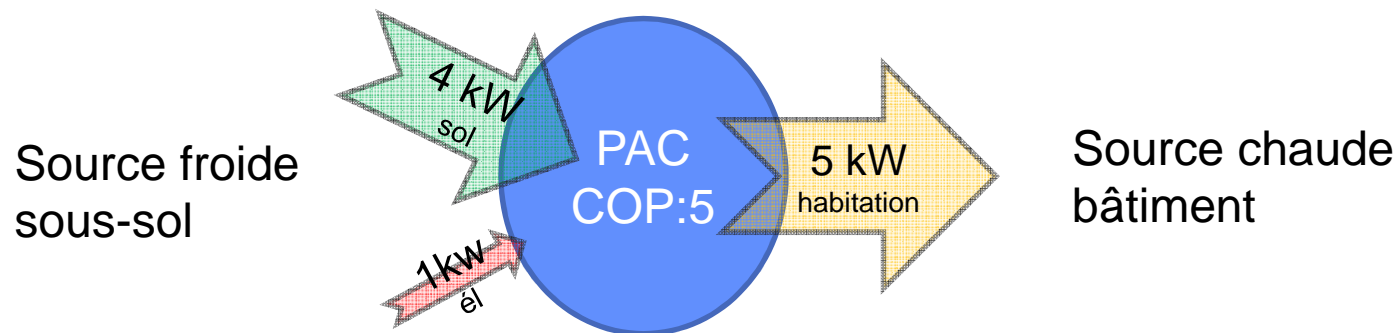
2. La sonde géothermique

- Particularités techniques pour l'installation
- Attention au contexte géologique
 - Artésianisme
 - Karst
 - Anhydrite
 - Aquifères superposés
 - ...
- Sonde testée pour réception
 - Rinçage
 - Circulation
 - Mise en pression (étanchéité)



3. Dimensionnement d'une sonde simple

- Pour petits systèmes (< 30 kW chauffage)
→ clé de dimensionnement couramment utilisée : 50 W/m extraits
- PAC et COP:



COP: doit être au minimum de 3,5 (! ↓ avec T° SF)

3. Dimensionnement d'une sonde simple

- Exemple :

Besoin de chauffage (puissance PAC):	7,5 kW
Durée de pleine charge (avec ECS):	2 400 h
Besoin énergétiques annuels:	18 MWh/an

Lithologie :	sol saturé
--------------	------------

Puissance d'extraction spécifique:	50 W/m
------------------------------------	--------

COP PAC (Q bât. / P él.):	4
---------------------------	---

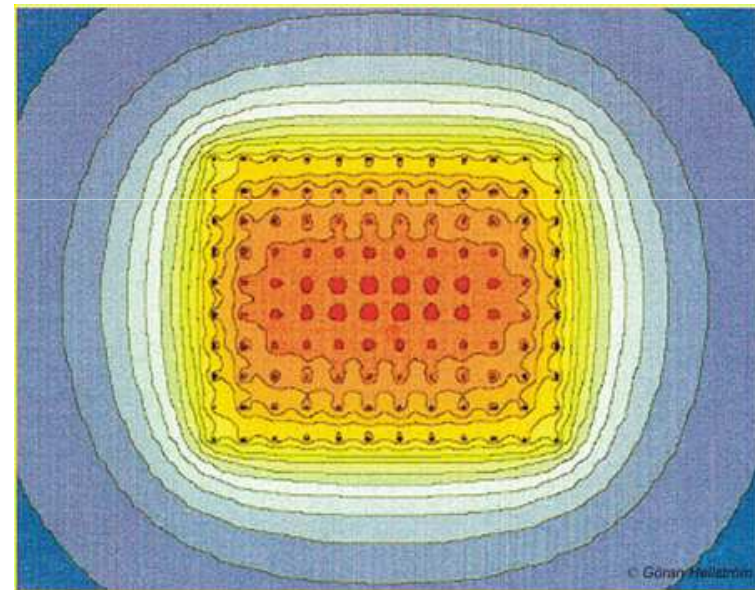
Puissance à l'évaporateur (ce qui est extrait au fluide caloporteur de la sonde) : $5,62 \text{ kW} = \text{besoin} \times (\text{COP}-1) / \text{COP}$

Longueur de sonde nécessaire:	$112,5 \text{ m} = \text{Puissance à l'évaporateur} / \text{Puissance d'extraction spécifique}$
-------------------------------	---

« Système géothermique mal dimensionné peut conduire à un rendement faible lié à des températures non souhaitées du fluide caloporteur »

4. Champ de sondes

- Méthode simplifiée non valable si:
 - Puissance de chauffage nécessaire > 30kW (+/- 5 sondes de 100m)
 - Sondes géothermiques rapprochées sur un lotissement
 - Système avec durée de fonctionnement de pleine charge anormale (> 2 400 h)
 - Système avec des apports/retraits additionnels de chaleur
- Champ de sondes:
 - Permet le stockage énergétique!
 - COP chauffage: ~4-5
 - Possibilité de natural geocooling (COP >>>)



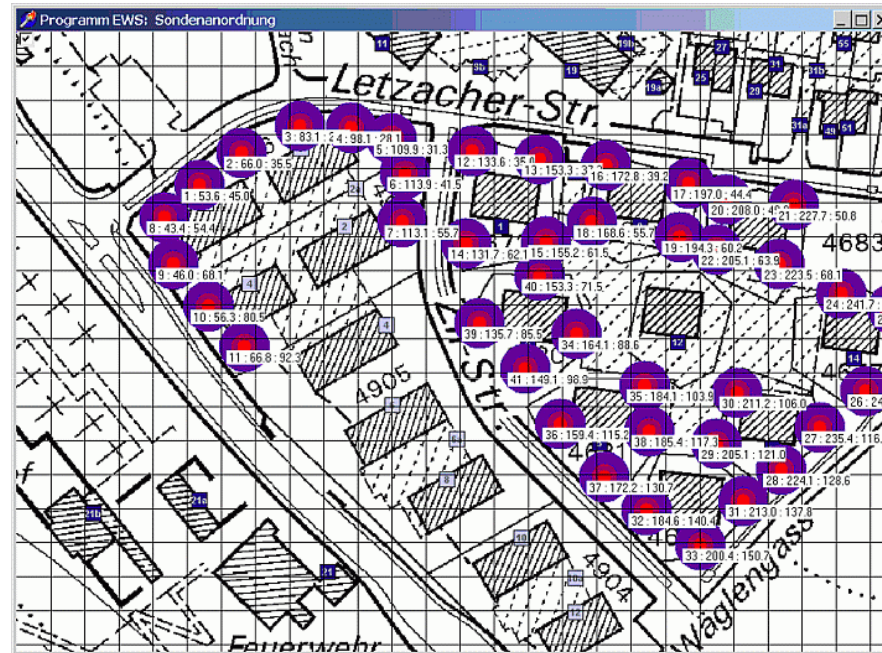
Source: G. Hellström

- !! Interférences entre sondes: **dimensionnement pour garantir efficacité**
50 W/m plus valable!

4. Dimensionnement champ de sondes

- Dimensionnement doit être validé par calcul numérique: EED, Pilesim, EWS... évolution de la température du fluide caloporteur → **assurer la rentabilité/efficacité du système**

- besoins én. à satisfaire
- caract. thermique sous-sol
 - Nombre
 - Longueur
 - Disposition
 - Ecarteme



Source: EWS

- Point de dimensionnement sur la température du fluide caloporteur
 - Température moyenne mensuelle du fluide caloporteur : 0 °C après 50 ans
 - Température minimale du fluide caloporteur : -5 °C après 50 ans
 - ! Sous un bâtiment → températures négatives non souhaitées
 - Geocooling: $T_{\text{fluide}} < 14-15 \text{ °C}$

4. Dimensionnement champ de sondes

- Optimisation pour satisfaire le point de dimensionnement
 - Paramètres fixes:
 - Propriétés thermiques du sous-sol → TRT
 - T° initiale → TRT
 - Eau souterraine
 - Paramètres variables pour le dimensionnement :
 - Besoins énergétiques du bâtiment (à « équilibrer » : enveloppe, système chauff. / clim)
 - Longueur des sondes
 - Résistance thermique de la sonde → TRT
 - Espacement entre sondes
 - Géométrie du champ de sonde
 - Nombre de sondes



4. Exemple dimensionnement de champ de sondes

Annexe dans une maison de repos (3 000 m²):

Champ de sondes bivalent

Chauffage: 184 MWh/an

Clim: 55 MWh/an

P_{chauffage}: 90 kW

P_{clim}: 28 kW

Résultat de la simulation:

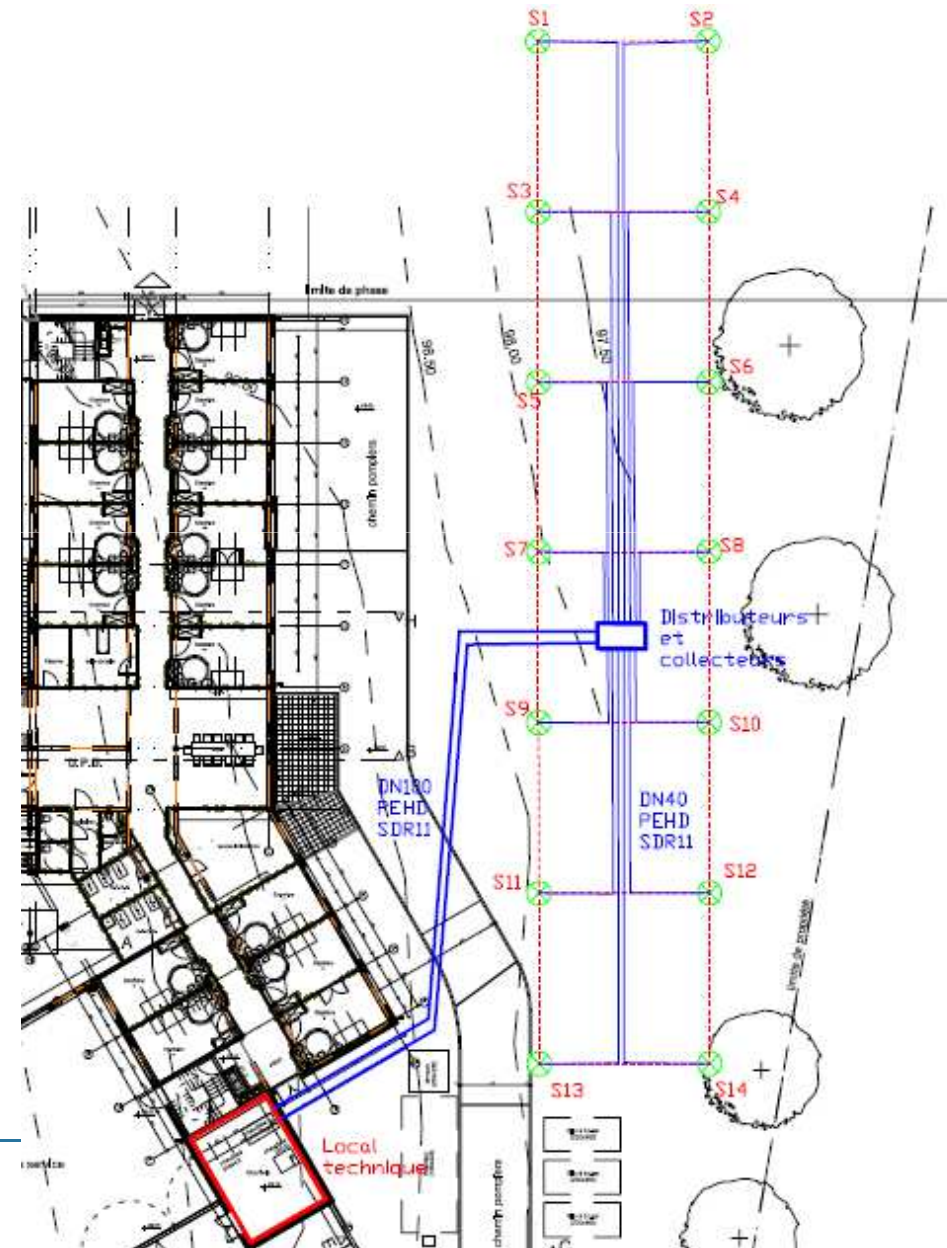
Sur base de la littérature

14 sondes à 125 m espacées de 10 m

Disposition linéaire (2 rangées, dissipatif)

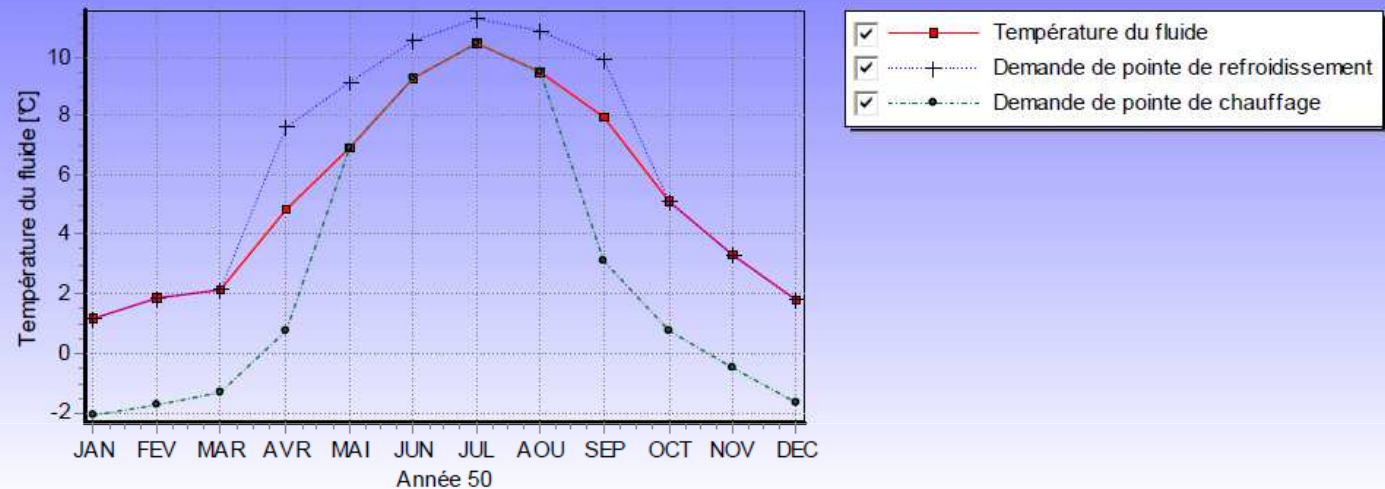
Puiss. extraction spécifique chauff. : 39 W/m

Puiss. injection spécifique clim. : 16 W/m

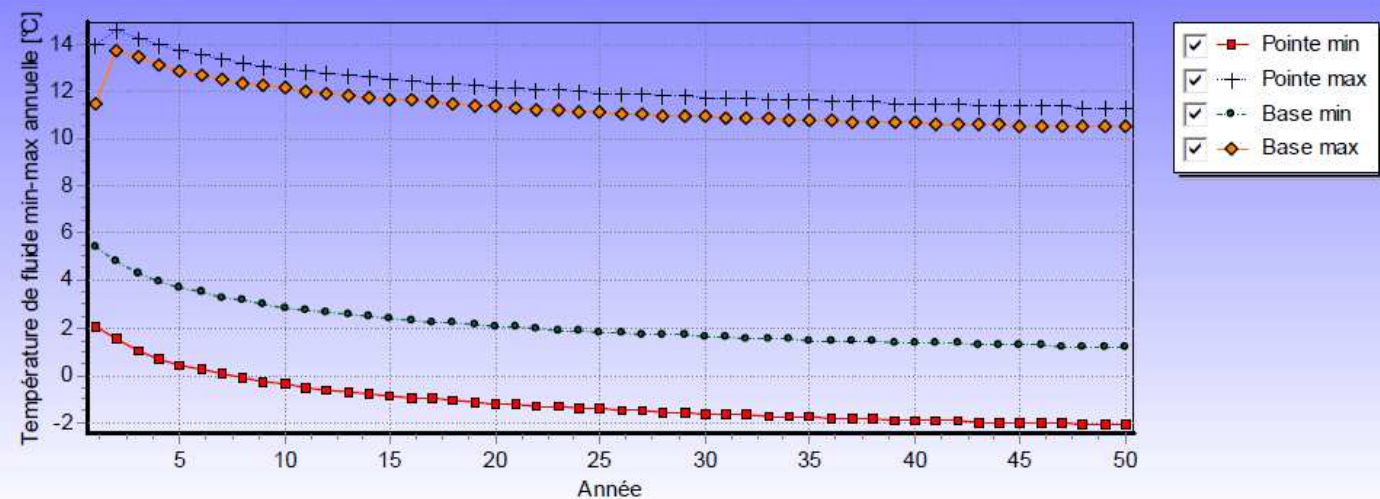


4. Exemple dimensionnement de champ de sondes

Température
mensuelle année
50
(moyenne et pointe)



Evolution des
températures en
cours d'exploitation
du champ de sondes
(demandes de base et
de pointe)



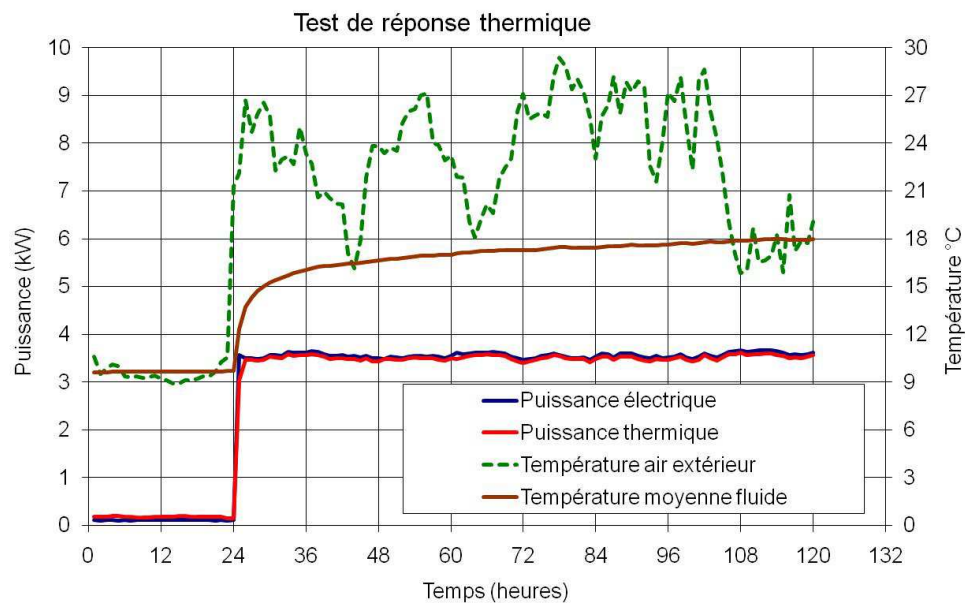
5. TRT

- TRT mesure:
 - La conductivité thermique effective moyenne (λ en W/mK)
 - La température initiale moyenne (T en $^{\circ}\text{C}$)
 - La résistance thermique de la sonde (R_b en K/(W/m))
- Permet optimisation champ de sondes!
- Module TRT:
 - Chaudière électrique 1-12kW
 - Circulateur
 - Débitmètre
 - Vase d'expansion
 - Compteur de puissance et d'énergie
 - Capteur de T° (ext, int, aller, retour)
 - Capteur de pression (aller, retour)
 - Pompe de remplissage + vannes/purges
 - Datalogger + télétransmission



5. Déroulement d'un TRT

- Installation du module sur 1^{ère} sonde
- Période sans chauffage (<24h)
- Période avec chauffage (min 4 jours)



Champ de sondes géothermiques

CCL: pour système efficace

→ dimensionnement correct!

→ respect des bonnes pratiques

