

While waiting for others to come in, here are some rules and reminders to keep in mind..

1

Please mute your microphone unless asked a question.

2

Turn off your cameras.

3

Questions sent via the chatroom will be answered after each presentation.

Geothermal energy: history - challenges and opportunities!

Wouter Peere – ENEAD

The webinar will start at 3,30 PM..

Géothermie - Atic

Géothermie

Histoire, défis et opportunités



ENEAD
Energie-advies

ir. Wouter Peere
Dirigeant de Enead
Fondateur de GHEtool

La guerre est le père de toutes choses, de toutes le roi.

Héraclite (535-475 v. Chr.)



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

La géothermie est le père de toutes choses, de toutes le roi.

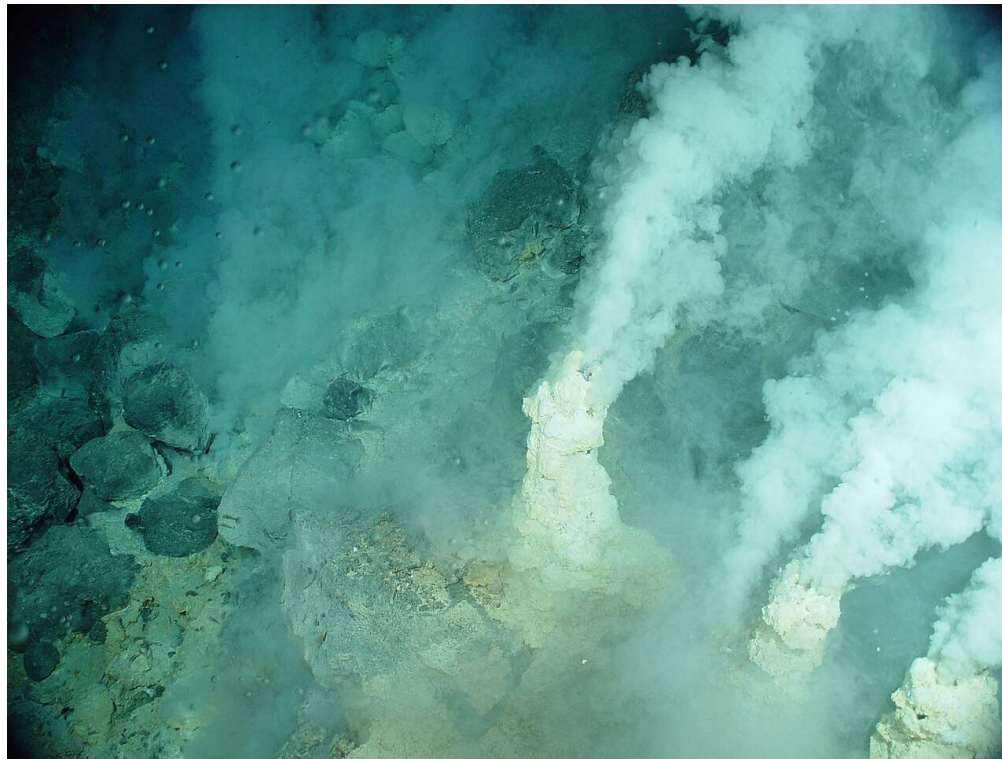
Wouter Peere (1997-)



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

4,28 Ga v. Chr. – Sources hydrothermales



http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04fire/logs/hirez/champagne_vent_hirez.jpg

Géothermie - Atic



ENEAD
Energie-advies

Antiquité – spirituel



ENEAD
Energie-advies

<https://www.shakaguide.com/article/yellowstone/hot-springs-at-yellowstone-national-park>

Géothermie - Atic

Les temps romains



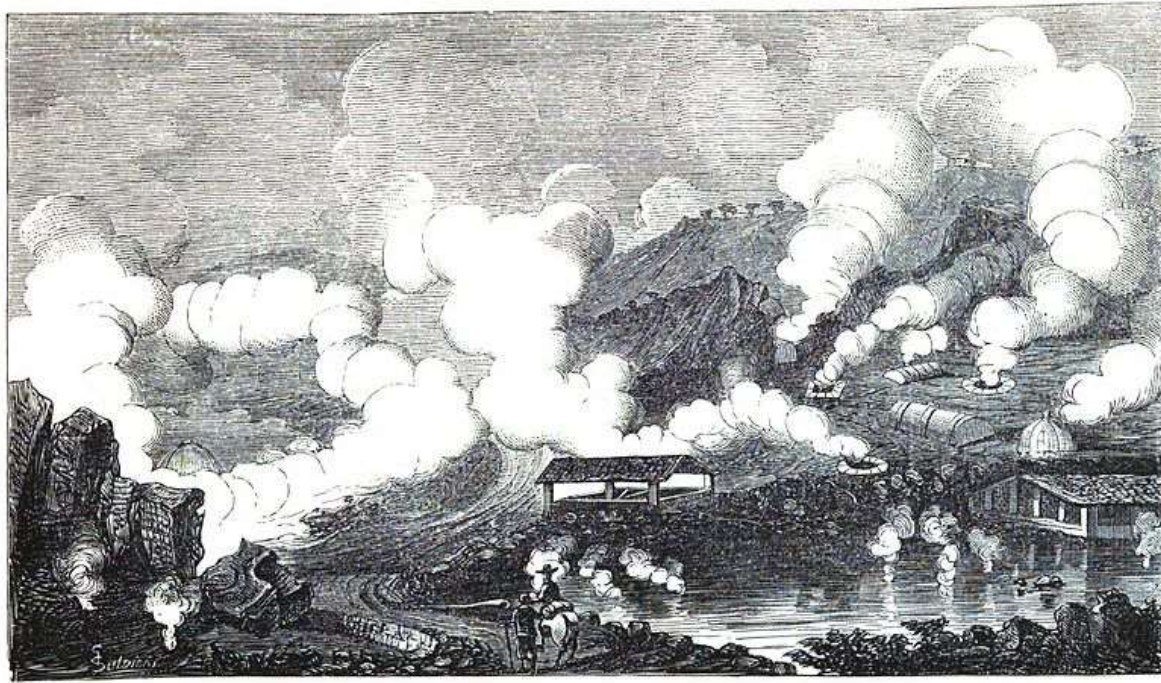
<https://www.througheternity.com/en/blog/history/bath-guide-to-roman-baths.html>

Géothermie - Atic



ENEAD
Energie-advies

1818 - Extraction de l'acide borique



VEDUTA DEI LAGONI BORACIFERI DI LARDERELLO, NELLA PROVINCIA DI PISA

<http://www.history.alberta.ca/energyheritage/energy/alternative-energy/geothermal-energy/geothermal-energy-throughout-the-ages.aspx>



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

1904 – La production d'électricité



Pietro Ginori Conti, the first geothermal plants in Larderello (Source: Italian Geothermal Union)

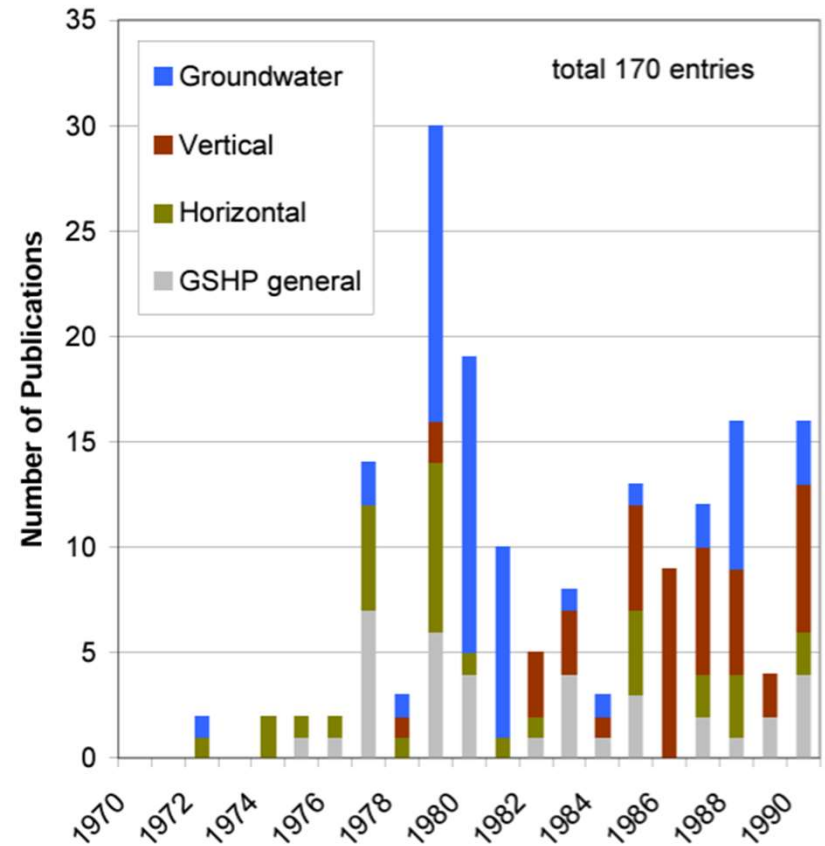
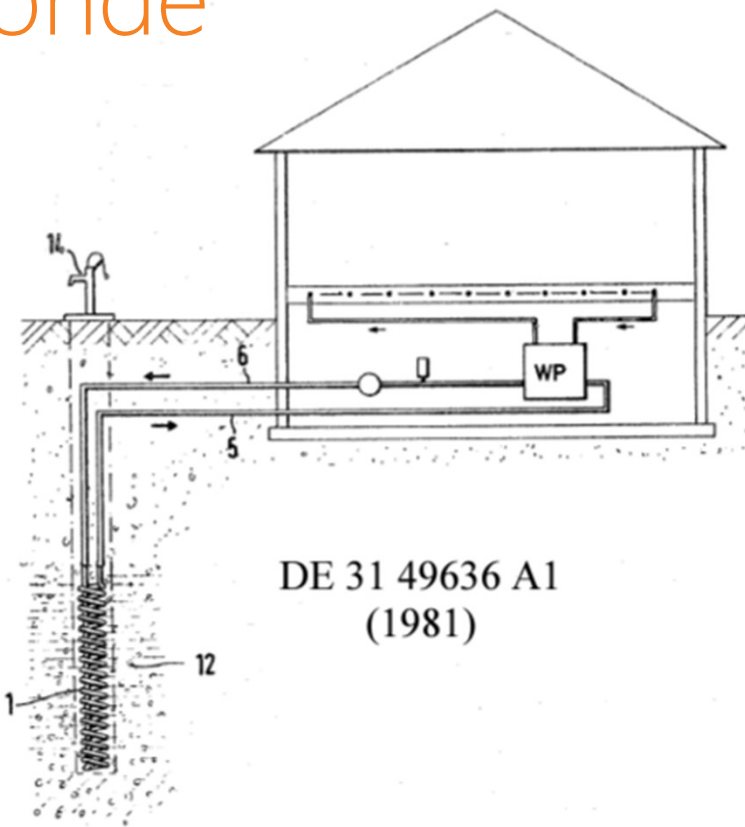
(Luzzini, 2012)



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

1970 - l'intérêt pour la géothermie peu profonde



(Sanner B., 2016)



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

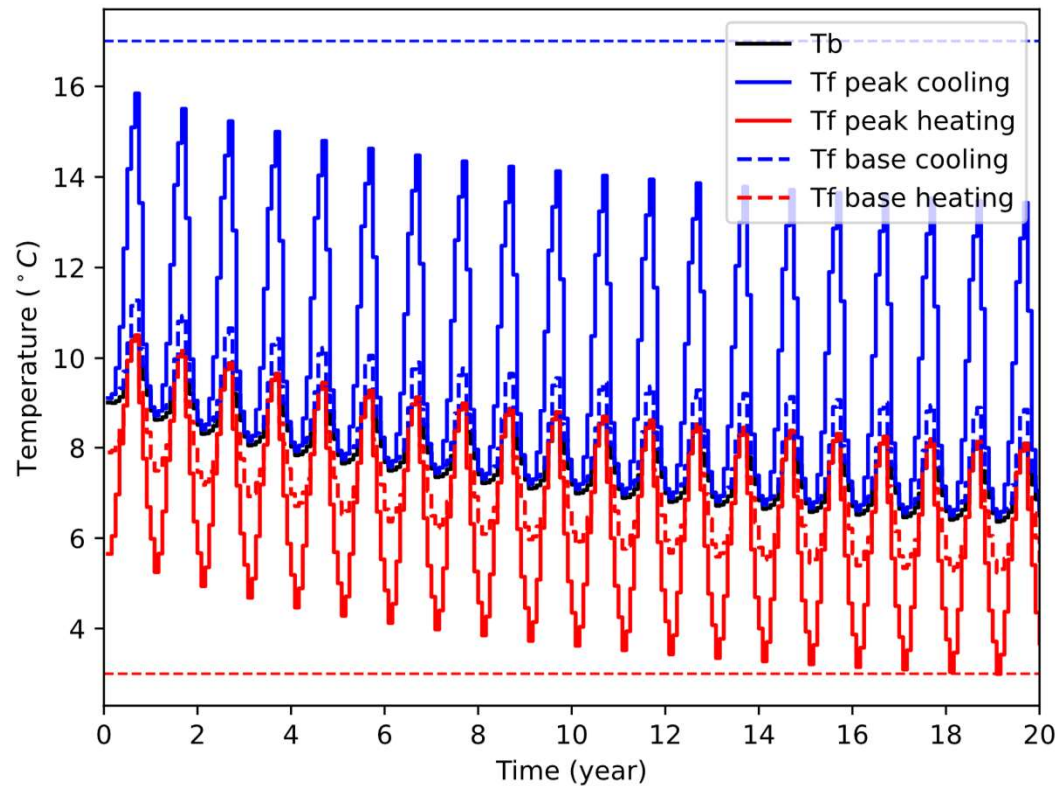
Aujourd'hui

- Sociétés de forage agréés
 - 35 en Wallonie
 - 74 en Flandre
 - 1/3 des nouvelles constructions optent pour la géothermie (ATTB)
- Le marché a fortement progressé et continuera à le faire!

Aujourd'hui et demain

- Conception avec des pompes à chaleur modulantes
- Systèmes hybrides
- Combinaison de refroidissement actif et passif
- Conception complète du système

Évolution de la température

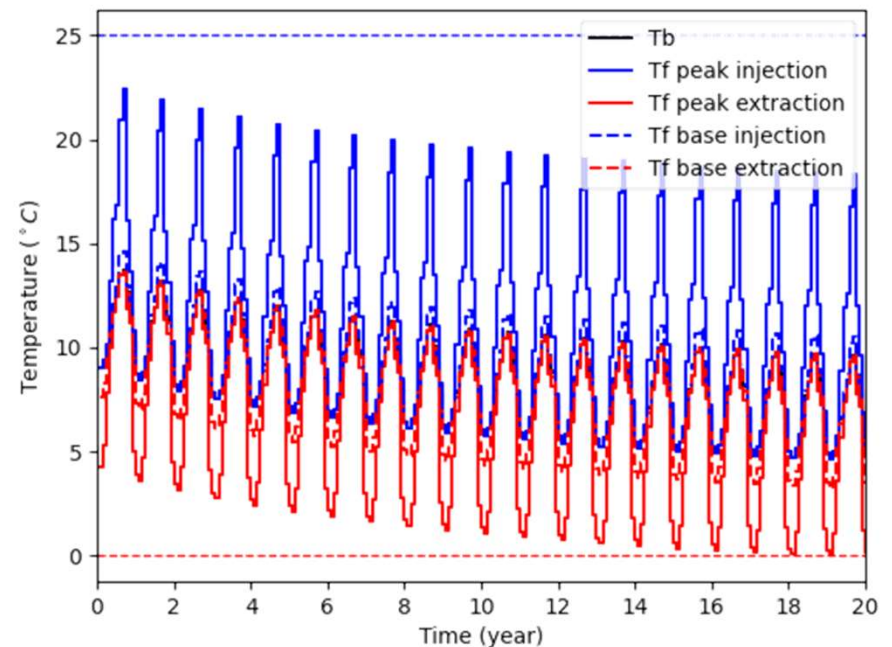


- (blue) Température moyenne du fluide lors de l'injection de pointe
- - - (blue) Température moyenne du fluide lors de l'injection moyenne
- (black) Température de la paroi de forage
- - - (red) Température moyenne du fluide lors de l'extraction moyenne
- (red) Température moyenne du fluide lors de l'extraction de pointe



Conception avec des pompes à chaleur modulantes

- Conception typique basée sur le SCOP B0/W35, mais...
 - Pics surestimés (COP < SCOP)
 - Déséquilibre sous-estimé



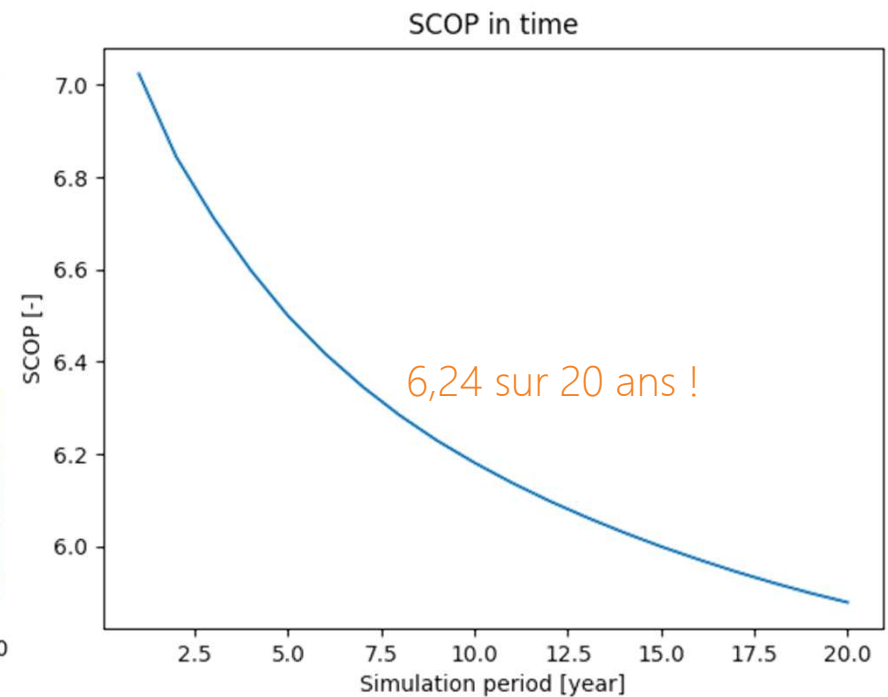
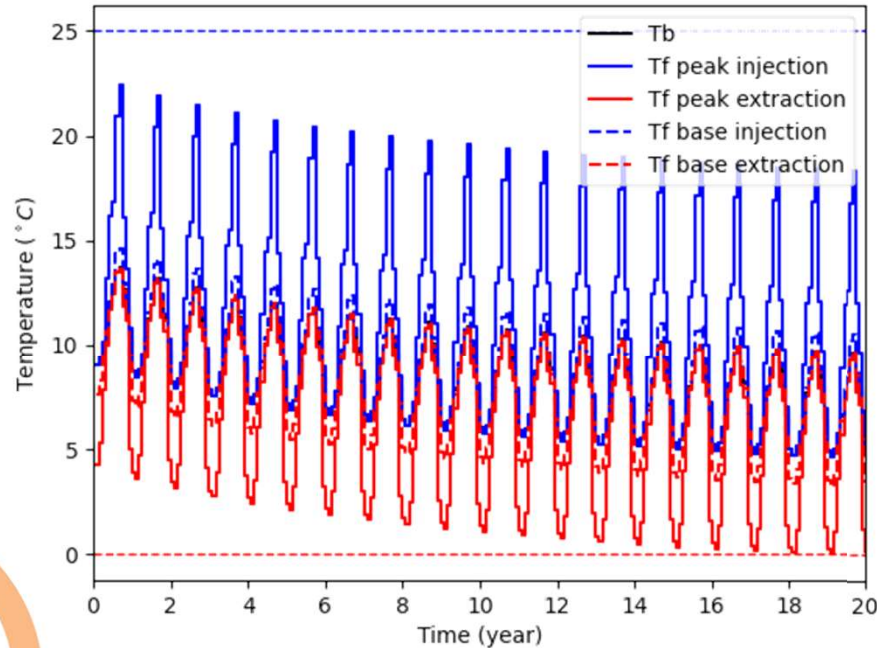
Géothermie - Atic



ENEAD
Energie-advies

Conception avec des pompes à chaleur modulantes

- SCOP B0/W35: 4.86, mais:



La conception est la même, mais le rendement est supérieur de 29 %!



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

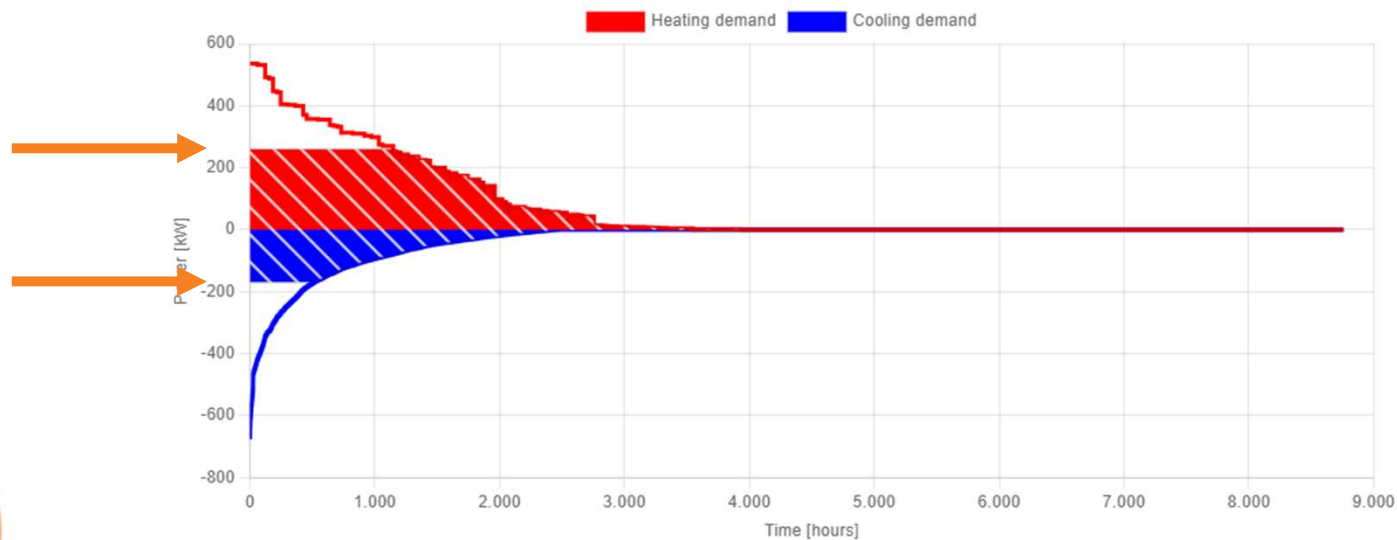
Systemes hybrides

- Hybridation : plusieurs generateurs → grands projets
- Avantages
 - Minimisation du coût d'investissement
 - Conception robuste
- Problème de conception
 - Optimisation de la puissance ?
 - Optimisation de l'énergie ?



Systemes hybrides (puissance)

- Ex. projet avec 536 kW de chauffage, 676 kW de refroidissement
- Supposons 80 forages :

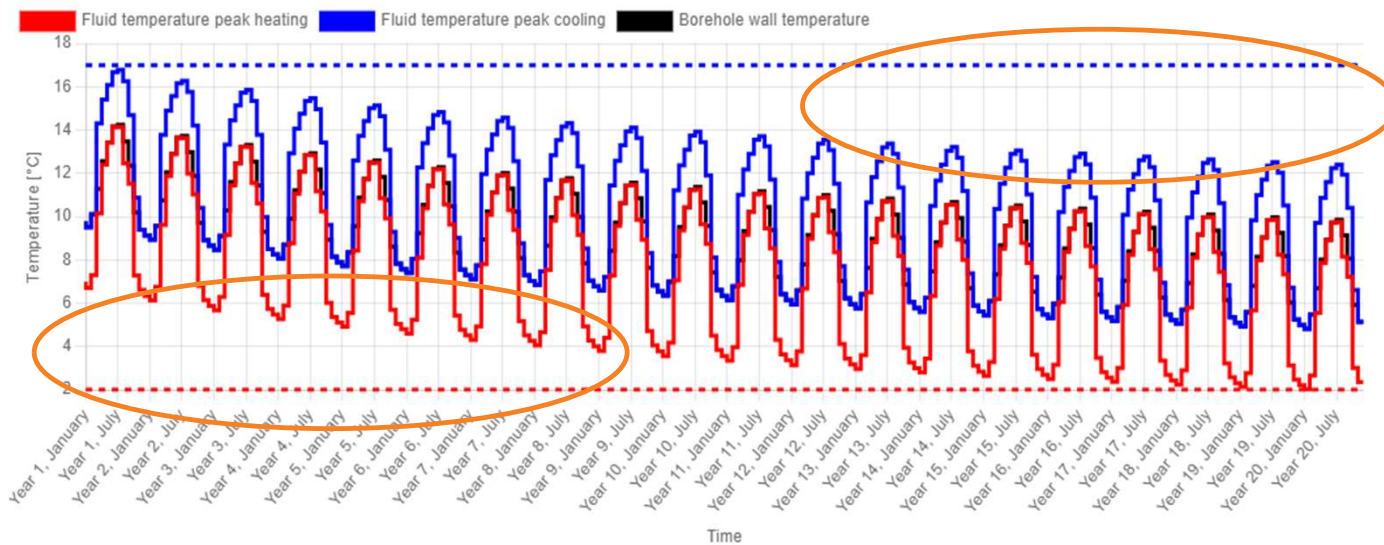


ENEAD
Energie-advies

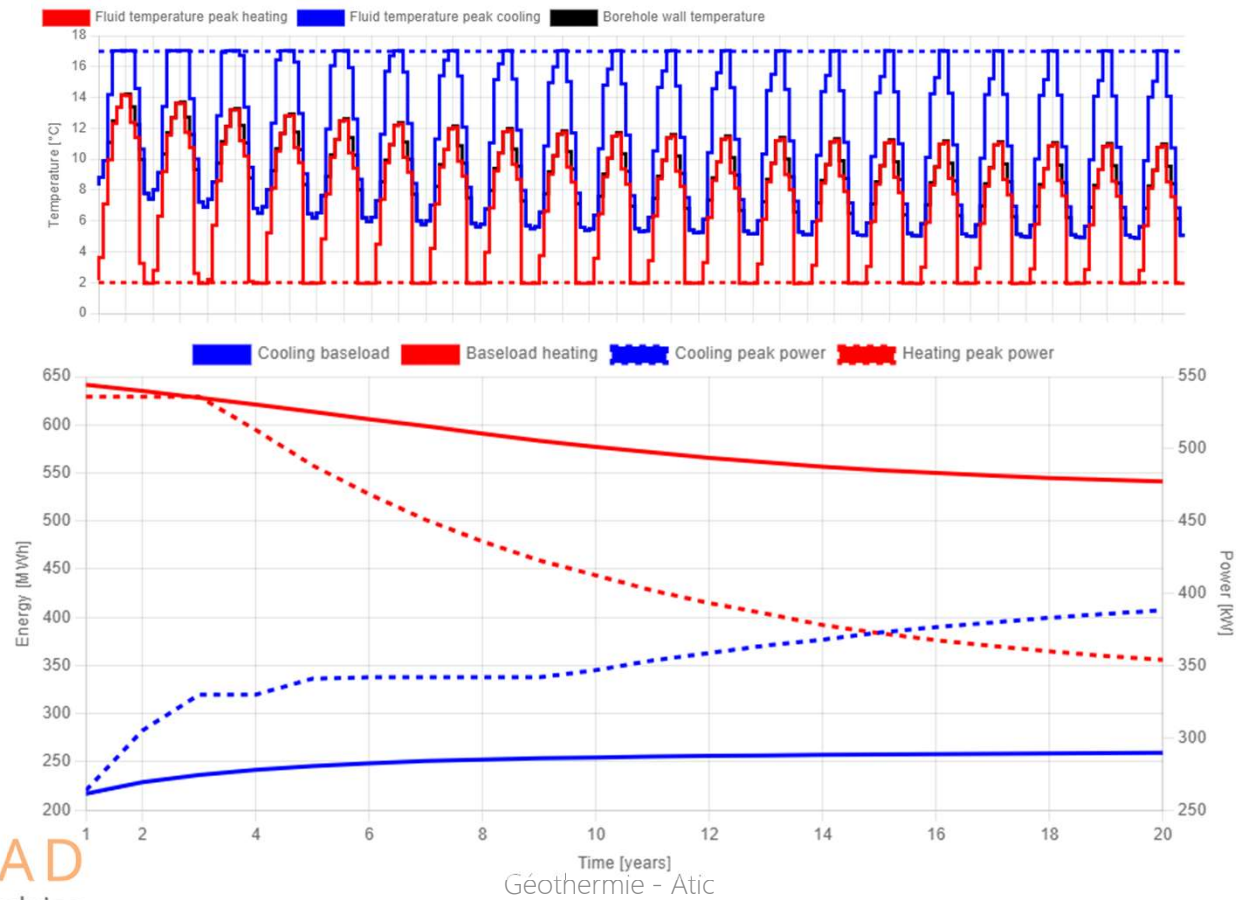
Géothermie - Atic

Systemes hybrides (puissance)

- Ex. projet avec 536 kW de chauffage, 676 kW de refroidissement
- Supposons 80 forages :



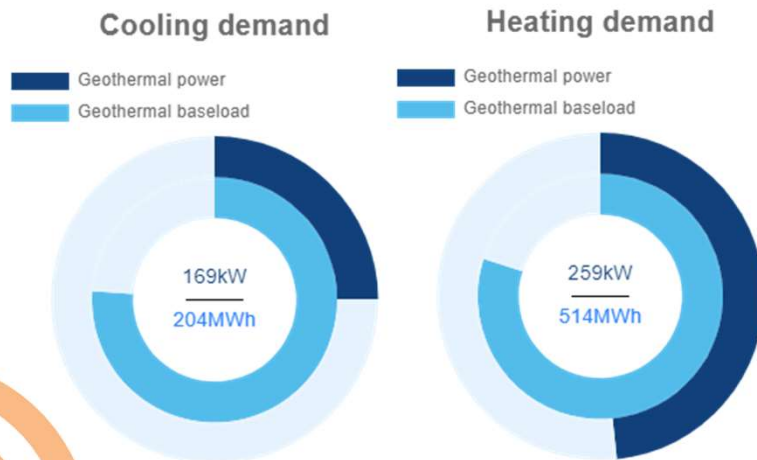
Systemes hybrides (energie)



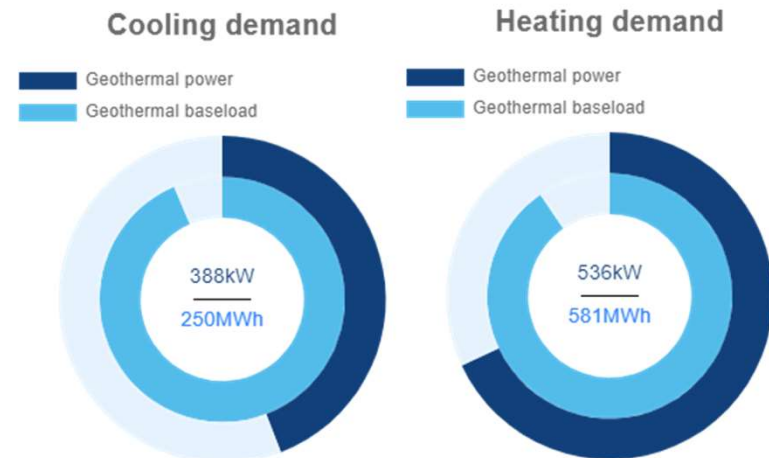
ENEAD
Energie-advies

Systemes hybrides

Optimisation de la puissance



Optimisation de l'énergie



ENEAD
Energie-advies

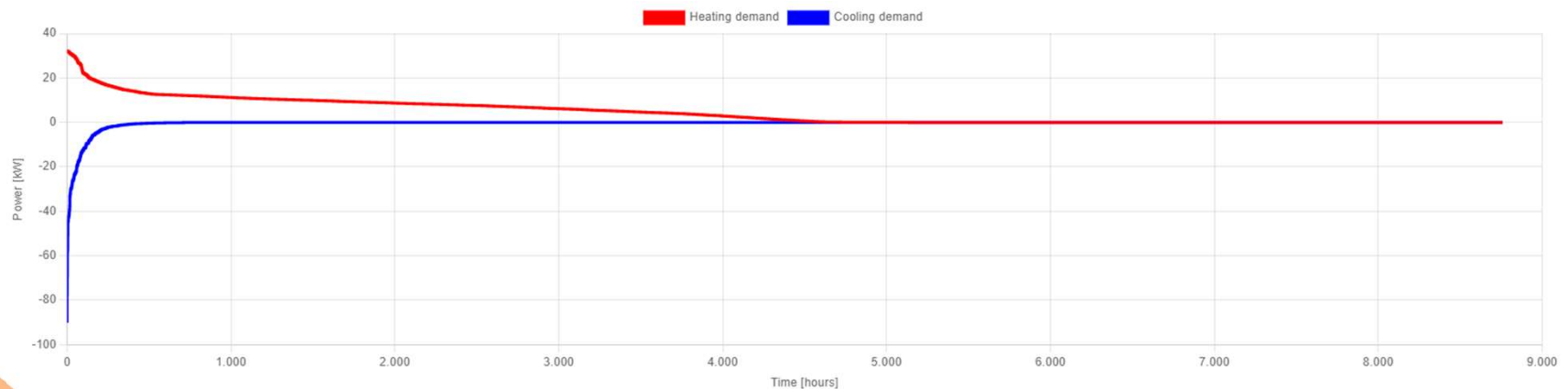
Combinaison de refroidissement actif et passif

- Refroidissement passif : gratuit...
 - ... mais $T_f < 17^\circ\text{C}$ → plus de forages
- Refroidissement actif : consommation d'électricité...
 - ... mais combien ?
 - ... et à quelle fréquence ?
- Méthode
 - Seuil de température ?
 - Mois fixes ?



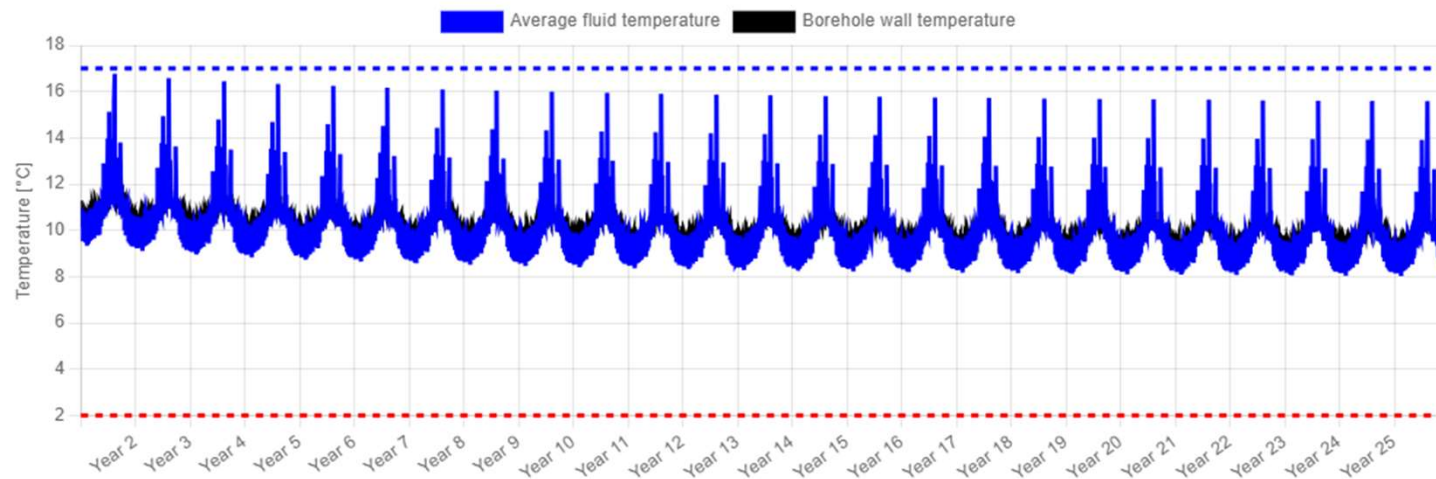
Combinaison de refroidissement actif et passif

- Ex. auditorium
- Chauffage par le sol + refroidissement tout air



Combinaison de refroidissement actif et passif

- Ex. auditorium
- Chauffage par le sol + refroidissement tout air
- Conception passive: 193 kWh/an d'électricité, mais forage de 2310 m

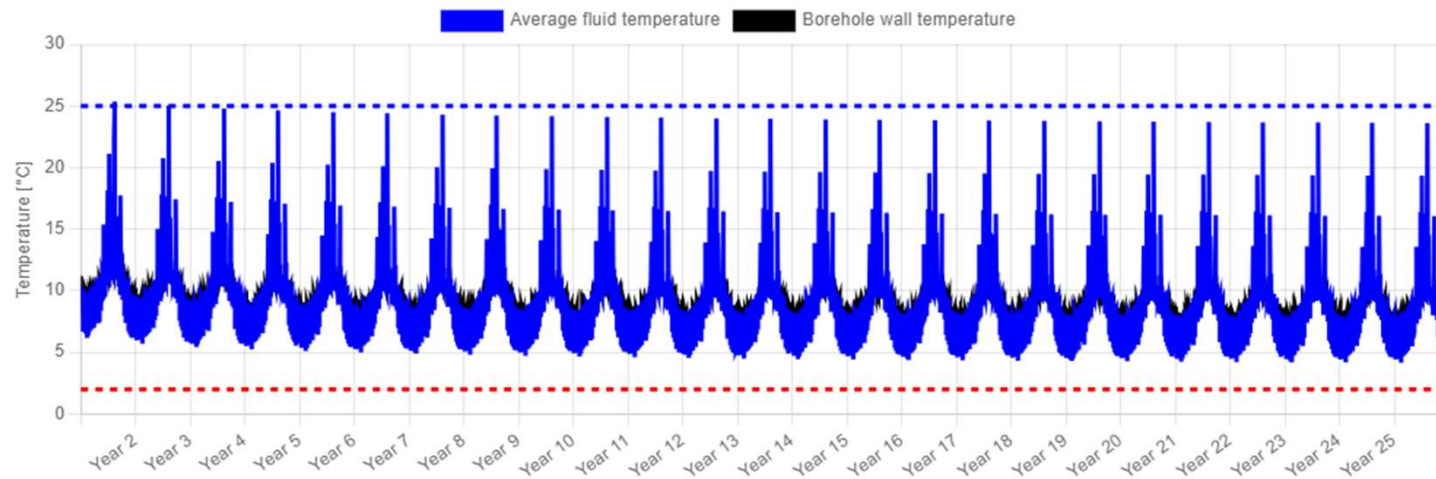


ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Combinaison de refroidissement actif et passif

- Ex. auditorium
- Chauffage par le sol + refroidissement tout air
- Conception actif: forage de 990 m, mais 772 kWh/an d'électricité



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Combinaison de refroidissement actif et passif

Heat pump data

Information related to the efficiency of the heat pump.

SCOP heating 5 SEER passive cooling 20 SEER Active cooling 5

Combine active and passive cooling

No

Yes

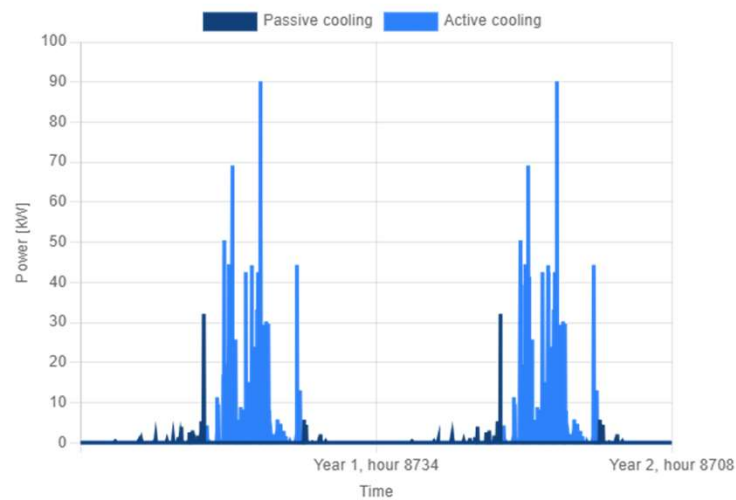
Active cooling criterion

Fixed months

Temperature threshold

First month for active cooling 6

Last month for active cooling 9



Share passive cooling

Passive cooling power Passive cooling energy



SEER: 5,24



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Combinaison de refroidissement actif et passif

Heat pump data

Information related to the efficiency of the heat pump.

SCOP heating 5 SEER passive cooling 20 SEER Active cooling 5

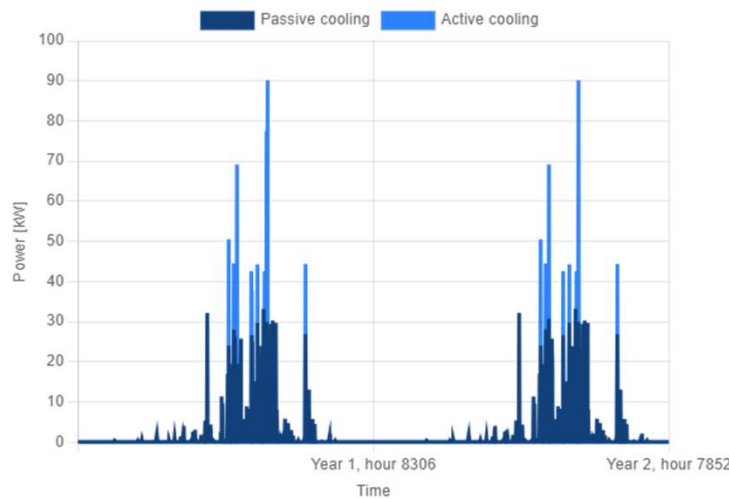
Combine active and passive cooling

No Yes

Active cooling criterium

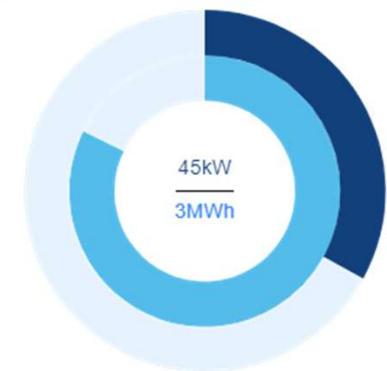
Fixed months Temperature threshold

Threshold temperature active cooling 17 Unit °C



Share passive cooling

Passive cooling power Passive cooling energy



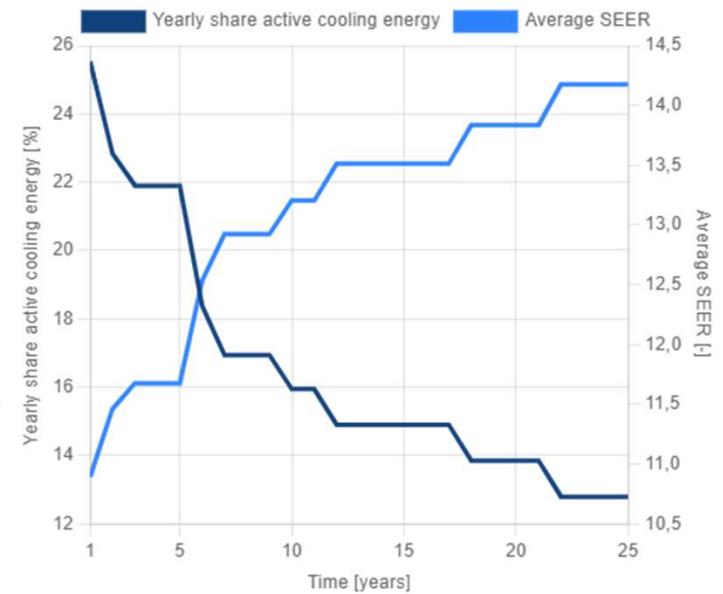
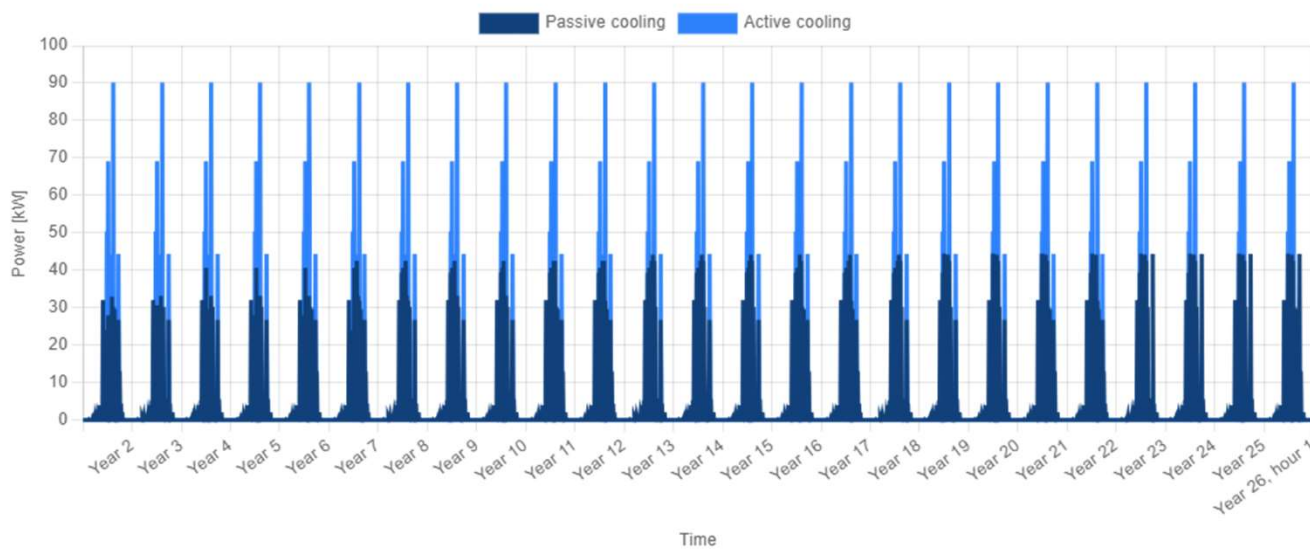
SEER: 13,06

Géothermie - Atic



ENEAD
Energie-advies

Combinaison de refroidissement actif et passif



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Durable ?

Refroidissement passif-actif

- Forage de 990 m
- 220 kWh/an d'électricité
- 51 kg CO₂/an

Refroidissement passif

- Forage de 2310 m → 46.200€ de plus
- 193 kWh/ an d'électricité
- 44 kg CO₂/an → 7 kg CO₂/an de plus

Sur 50 ans : 350 kg de CO₂

$$\frac{46,200\text{€}}{350 \text{ kg CO}_2} = 132 \frac{\text{€}}{\text{kg CO}_2} \quad (\text{CO}_2\text{-certificats: } 0,1\text{€/kg CO}_2)$$



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

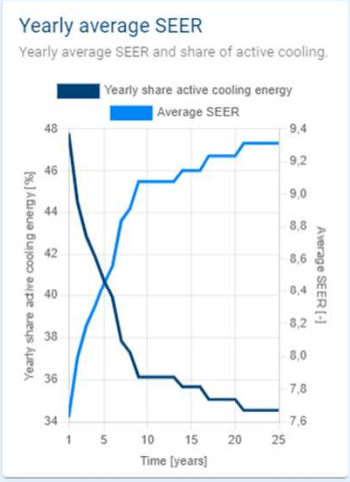
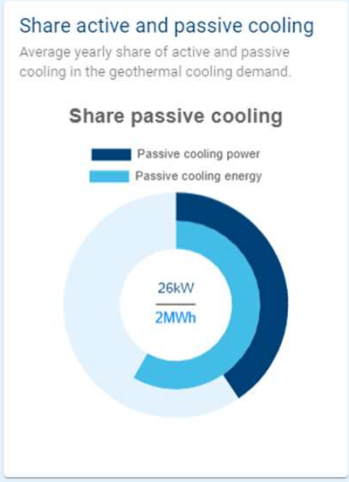
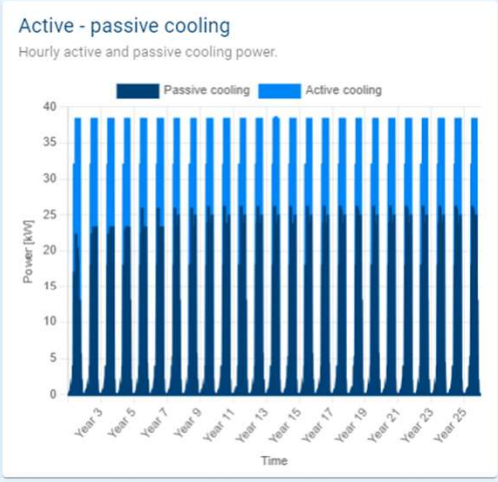
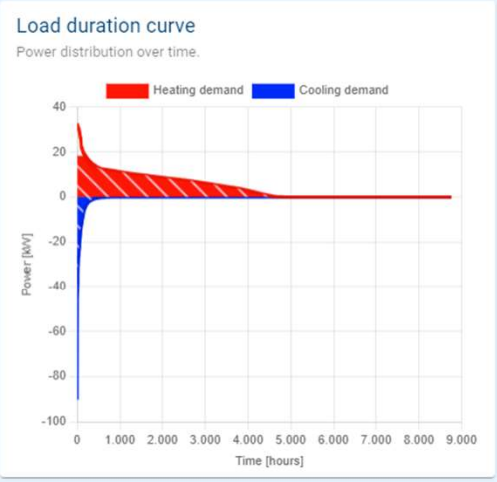
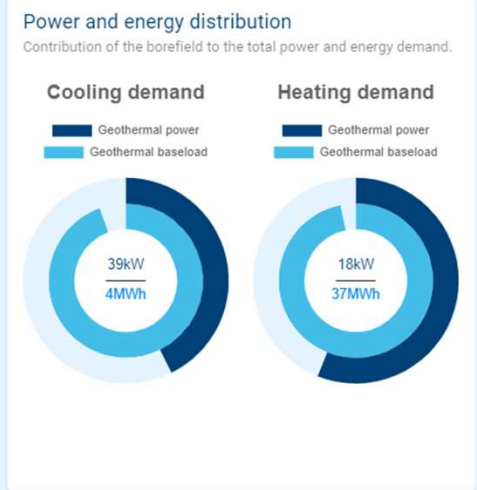
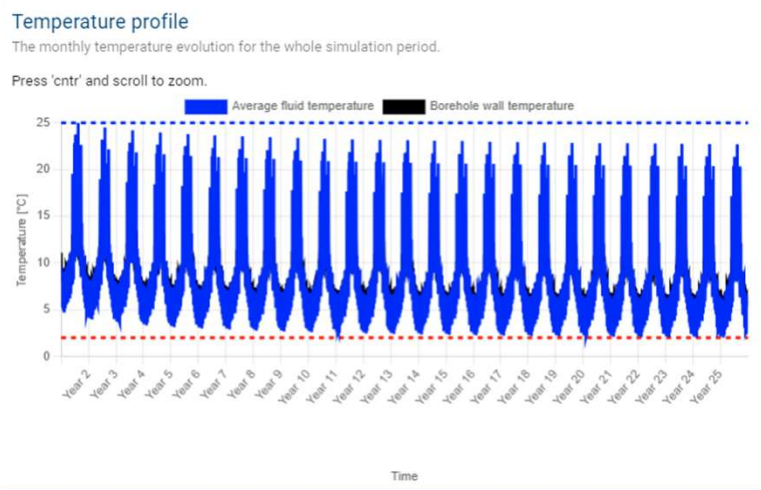
Numerical results

Some key numerical values from the results.

Preferred unit system: **SI** / Imperial

Yearly geothermal imbalance: **-25616 kWh** (extraction dominated)
 Average SEER: **8.90**
 Minimum average fluid temperature: **2.01 °C**
 Maximum average fluid temperature: **24.99 °C**
 Average undisturbed ground temperature: **11.35 °C**
 Equivalent borehole thermal resistance: **0.1516 m-K/W**
 Pressure drop across one borehole: **12.16 kPa**
 Reynolds number: **695** (laminar)

[TEMPERATURE PROFILE](#) [POWER PROFILE](#)



Aujourd'hui et demain

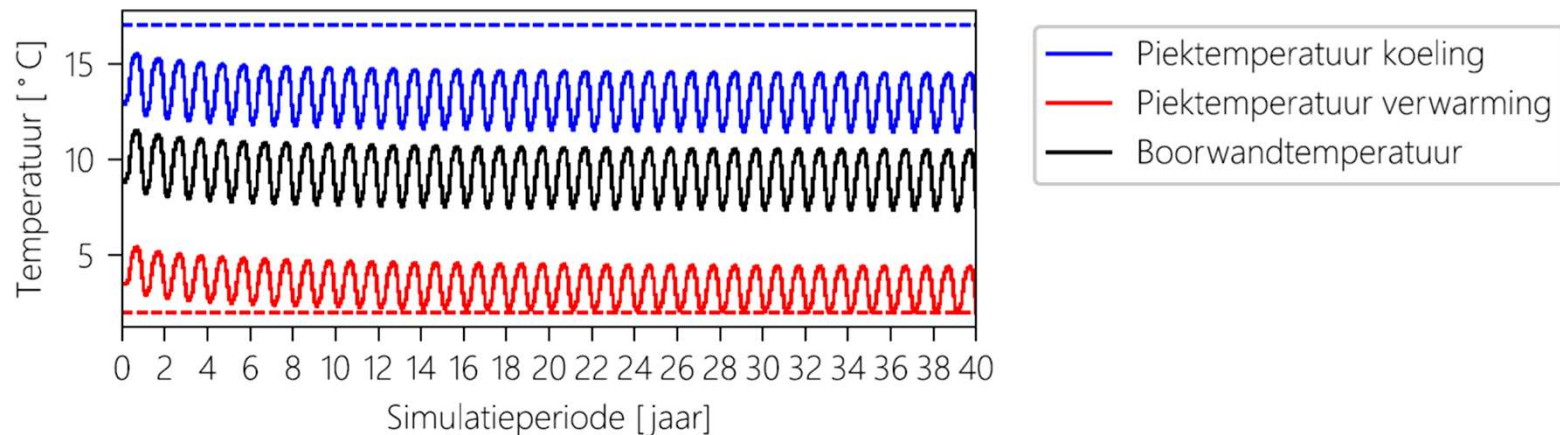
- Conception avec des pompes à chaleur modulantes
- Systèmes hybrides
- Combinaison de refroidissement actif et passif
- Conception complète du système

Et maintenant? Quelques réflexions ...

1. Logiciels de conception vs règles empiriques
2. Température du sol et pertinence/inutilité des TRT
3. Interférence thermique
4. Bonne conception vs mauvaise conception
5. Transparence des calculs

La conception de champs de forage

- Objectif :
 - Température moyenne du liquide $> 2^{\circ}\text{C}$ (prévenir le gel)
 - Température moyenne du liquide $< 17^{\circ}\text{C}$ (refroidissement passif)



Logiciels de conception vs règles empiriques

Règles empirique

- 30 W/m

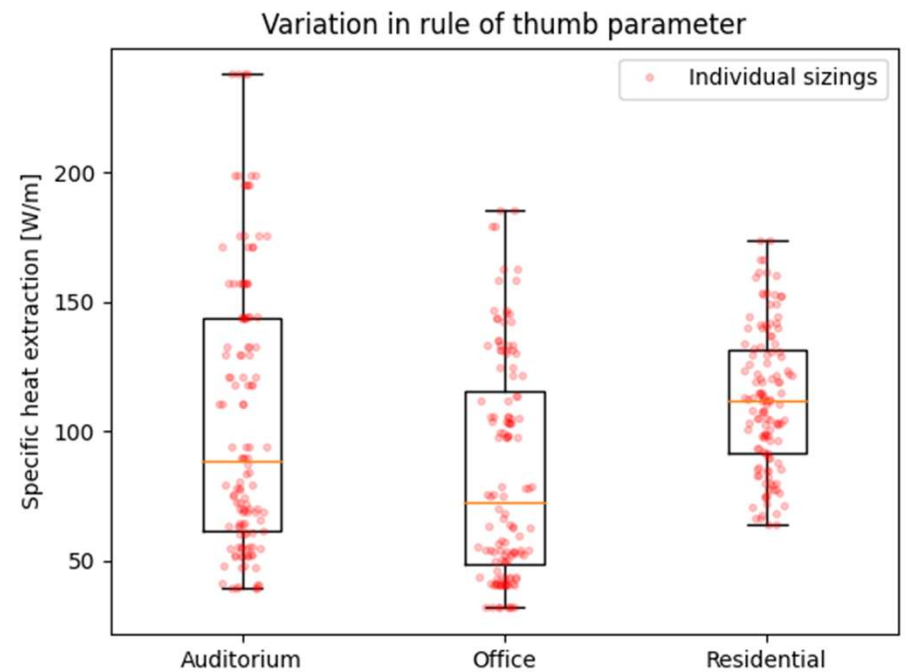
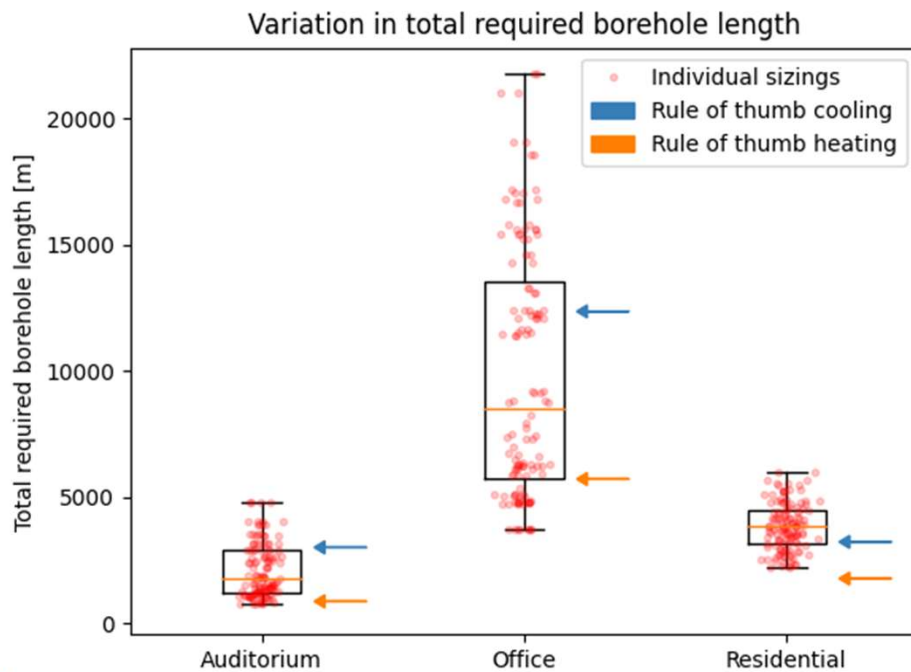
Vraie complexité

- Conductivité du sol
- Écoulement laminaire/turbulent
- U-tube simple/double
- Configuration du forage
- Déséquilibre
- Puissance maximale de chauffage/refroidissement
- ...



ENEAD
Energie-advies

Logiciels de conception vs règles empiriques



(Peere W., 2024)

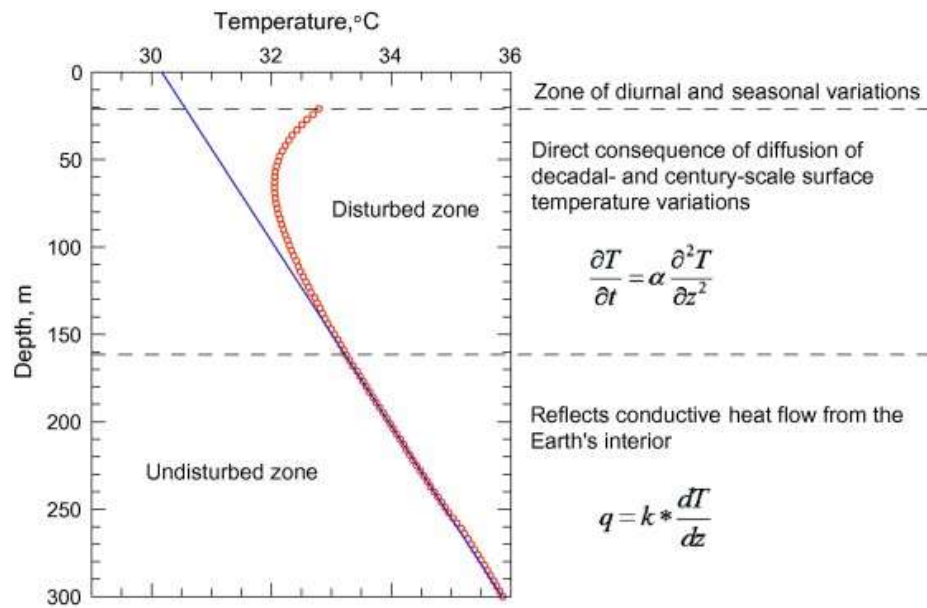
L'importance des logiciels de conception comme GHEtool/EED



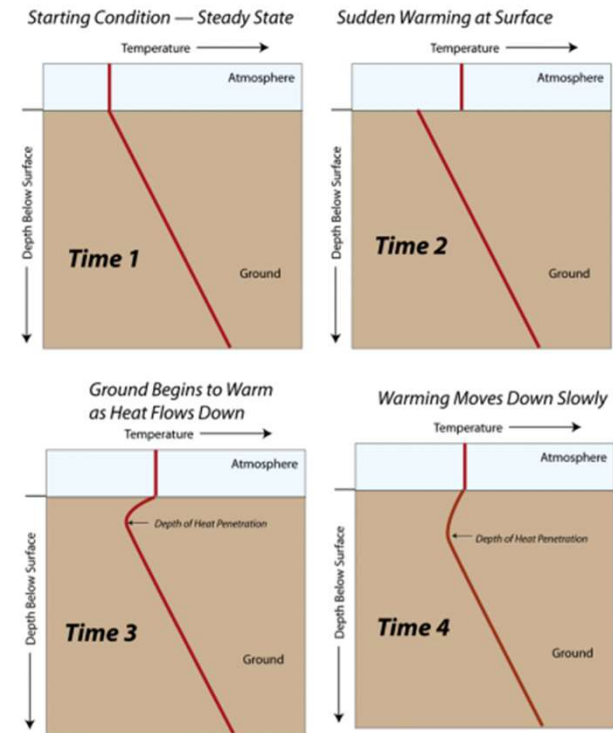
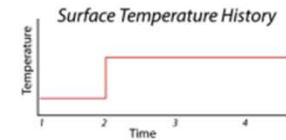
ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Température du sol et pertinence/inutilité des TRT



(Akkiraju V., 2011)

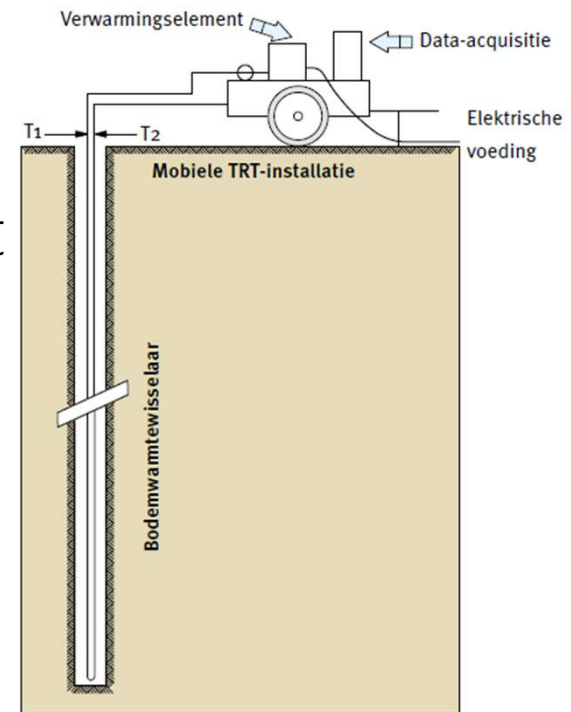


<https://www.e-education.psu.edu/earth103/node/752>



Température du sol et pertinence/inutilité des TRT

- Configuration
- Élément de chauffage
- Mesure de la température à l'entrée et à la sortie du forage
 - Résistance du puits de forage
 - Conductivité du sol
 - Température initiale du sol



TVL 259, WTCB



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Interférence thermique



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Interférence thermique

1. Quelle influence mon système a-t-il sur celui de mes voisins?
2. Mon propre système est-il correctement dimensionné?

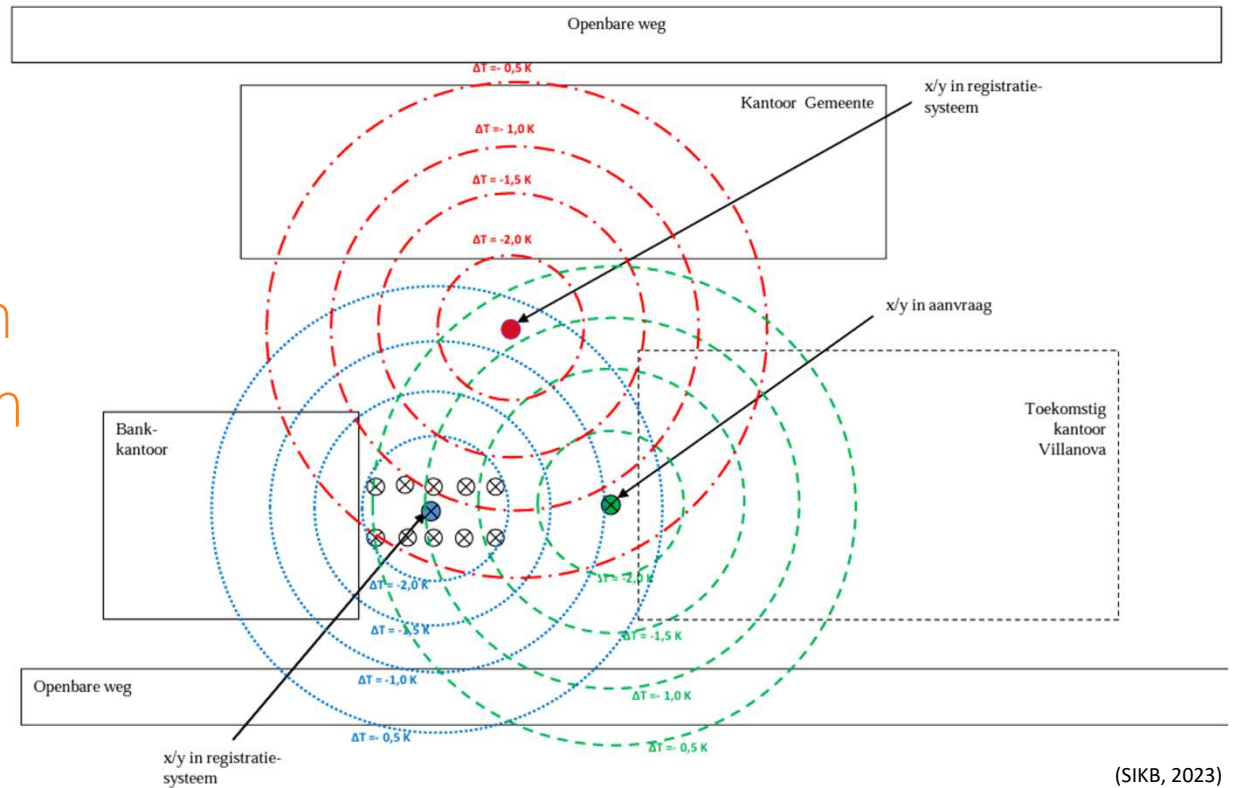
→ Pas de cadre juridique sûr en Belgique

↔ Pays-Bas

Distance intermédiaire de 6m ?

Interférence thermique

Puissance < 70kW → 120m
Puissance > 70kW → 350m



(SIKB, 2023)

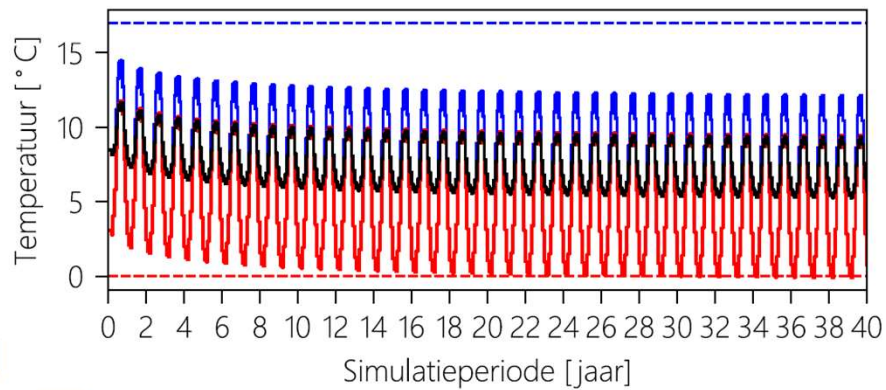


ENEAD
Energie-advies

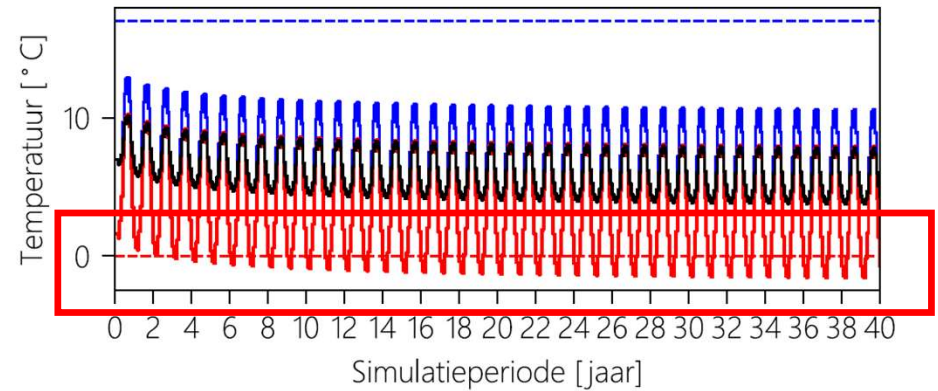
Géothermie - Atic

Interférence thermique

Sans interférence



Avec interference

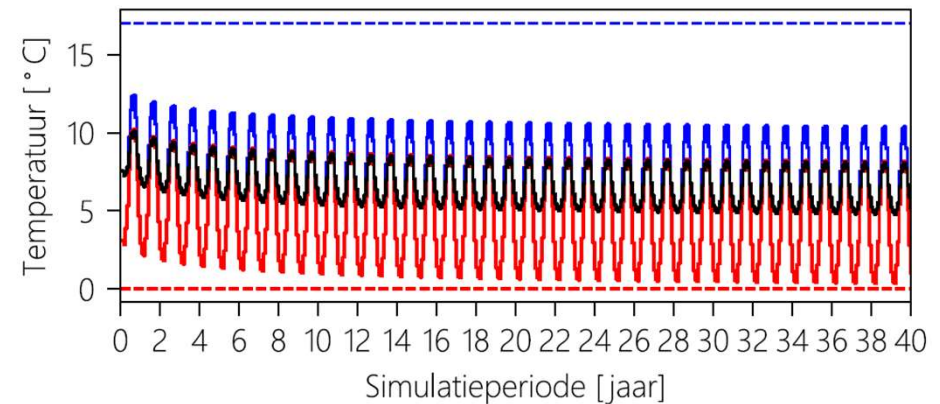
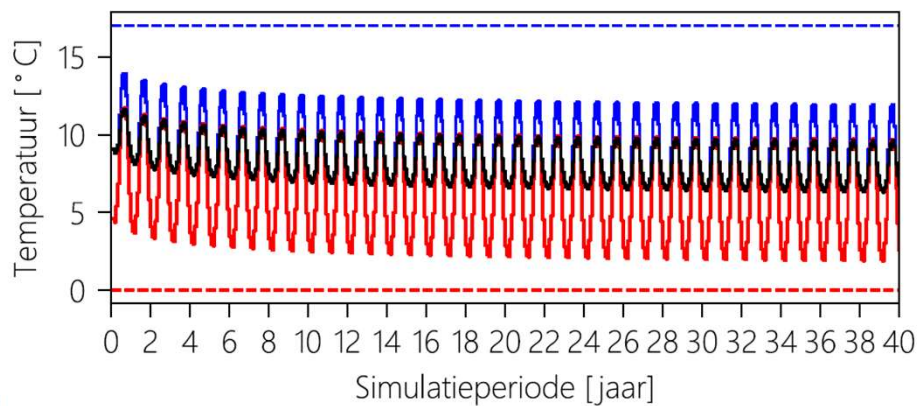


ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

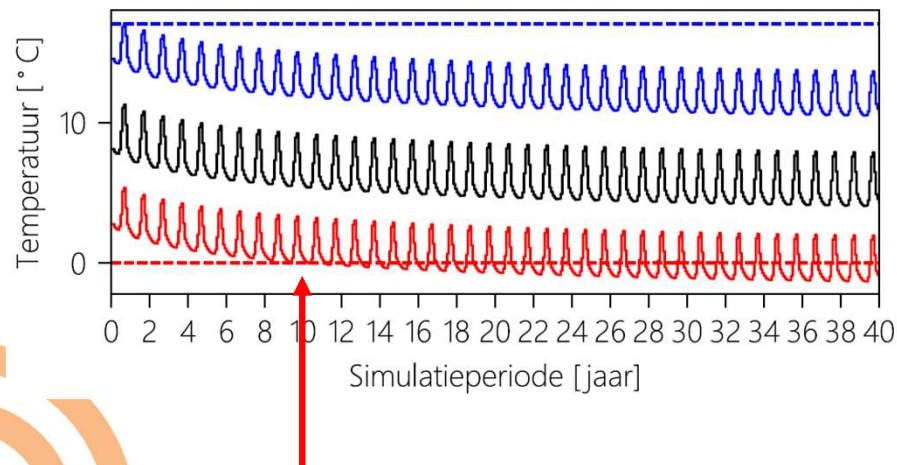
Interférence thermique

- Température moyenne du fluide minimale de 2°C (régime de 0 à 4°C)

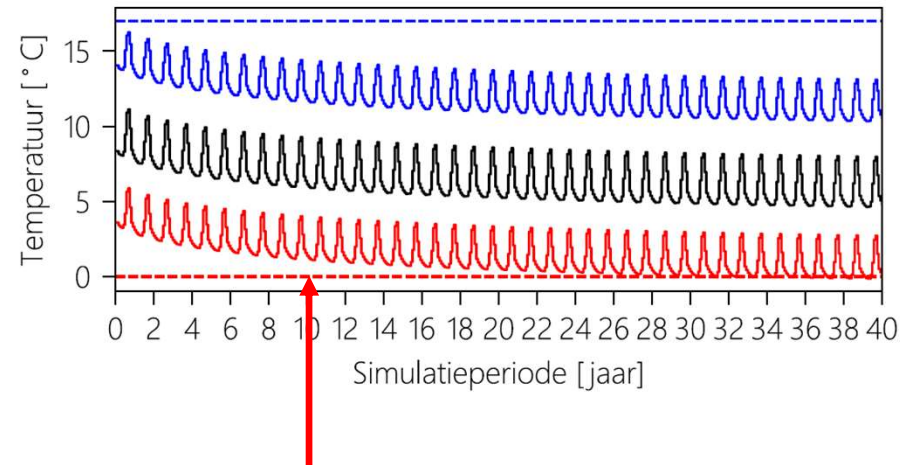


Bonne conception vs mauvaise conception

115 mètres de profondeur



132 mètres de profondeur (+14%)



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Transparence des calculs

Devis A

- 4 x 110m
- Double U
- DN32

Devis B

- 4 x 120m
- Simple U
- DN40

Devis C

- 6 x 80m
- Simple U
- DN40

Devis D

- 4 x 100m
- Turbosonde
- DN40

Comparaison entre pommes et poires?



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Et maintenant? Quelques réflexions ...

1. Logiciels de conception vs règles empiriques
2. Température du sol et pertinence/inutilité des TRT
3. Interférence thermique
4. Bonne conception vs mauvaise conception
5. Transparence des calculs



Il est nécessaire d'avoir
un code de bonne pratique et
une législation cohérente
pour la géothermie, en mettant
l'accent sur la conception.



Un nouveau code de bonne pratique?

- Équilibre entre:
 - Innovation et sécurité (exemple: turbosonde Muovitech)
 - Transparence et secrets d'entreprise
 - Risque et responsabilité
 - Mesures et calculs

→ l'accent sur la conception

Nouveau cadre législatif?

- Imposition du code de bonne pratique de conception (en plus du code de bonne pratique existant pour l'exécution)
- Aménagement du territoire souterrain
- Rapports obligatoires pour la sécurité juridique

Goed ontwerp

Beschrijving

Beschrijving van scenario.

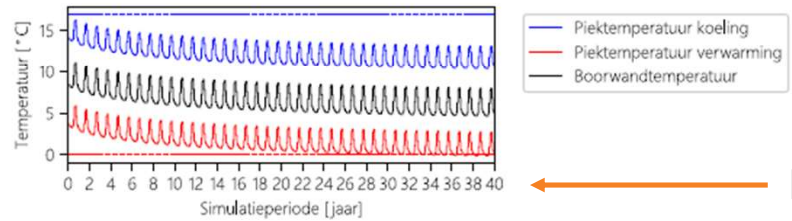
Input

Aantal boringen: 22
Gemiddelde minimum boorgatafstand: 6,0 m
Boorgatdiepte: 131,0 m
SCOP verwarming: 5,00
SEER koeling: 25,00
SCOP SWW: 3,05

Warmtevraag (incl. SWW, primair)		Koudevraag (primair)	
Belasting	90 955 kWh/j	Belasting	28 729 kWh/j
Piek	64,0 kW	Piek	68,6 kW

Resultaten

Equivalente boorgatweerstand: 0,14 mK/W
Maximale gemiddelde fluidumtemperatuur: 16,25 °C, Minimale gemiddelde fluidumtemperatuur: -0,15 °C



Description générale



Information minimale sur le champ de forage



La résistance du puits de forage → dit tout sur l'exécution



Évolution de la température



Efficacité de la PAC



Besoin en énergie et puissance



Températures absolues



Periode de simulation



ENEAD
Energie-advies



Coming soon: GHEtool Cloud



Sign up to get notified at <https://ghetool.eu>



ENEAD
Energie-advies

Géothermie - Atic

Merci pour votre attention



Géothermie - Atic

ir. Wouter Peere

Bestuurder Enead BV

<https://enead.be>

Ontwikkelaar GHEtool

<https://ghetool.eu>

0468/32.81.54

wouter.peere@enead.be



Bedankt voor het volgen van het webinar!

Geef ons aub uw feed-back door het evaluatieformulier in te vullen dat we u hebben doorgemailed of door te klikken op de link hiernaast in de chat!

Morgen krijgt u de presentaties per mail alsook de video

Merci d'avoir suivi notre webinaire!

Donnez-nous votre avis en remplissant le formulaire d'évaluation que nous vous avons envoyé par e-mail ou en cliquant sur le lien à côté dans le chat !

Demain, vous recevrez les ppt ainsi que la vidéo par mail