FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

PRINTEMPS 2023

Retour d'expérience d'un foreur

La géothermie

Jacques VERCRUYSSE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

GEO GREEN

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Déterminer les éléments déterminant la qualité d'un forage géothermique
- Parcourir les aspects pratiques d'un forage
- Discuter des développements futurs

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
FACTEURS DÉTERMINANTS
LA GÉOTHERMIE URBAINE
AVANCÉES RÉCENTES

GEO-GREEN SRL

Entrepreneur enregistré :

- Cherchant à professionnaliser le dimensionnement d'un champ de sondes en tenant compte :
  - de la géologie & hydrogéologie locale ;
  - de calculs scientifiques.

- Effectuant de nombreuses mesures de conductivité in situ (TRT) permettant
  - d'infirmer ou confirmer les calculs empiriques ;
  - d'établir une banque de données sur la Wallonie et Bxl

5 GEO-GREEN SRL

Participation aux programmes de recherche européens suivants :

- Cheap GSHPs
  - CHeap and Efficient APplication of reliable Ground Source Heat Exchangers and PumpS
  - 2015 – 2019
  - Consortium regroupant 17 participants de 8 pays EU + Suisse

- GEO4CIVHIC
  - Most easy, efficient and low cost GEOthermal systems for retrofitting CIVil and HIstoriCal Buildings
  - 2018 – 2023
  - Consortium regroupant 19 participants de 8 pays EU + Suisse

6 TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
FACTEURS DÉTERMINANTS
- **Géologie & hydrologie**
- **Forage**
- **Diamètre de forage**
- **Sondes**
- **Remplissage annulaire**
- **Liaisons horizontales**
- **Fluide caloporteur**
- **Collecteur**
- **Dimensionnement/Garantie**

LA GÉOTHERMIE URBAINE
AVANCÉES RÉCENTES

7 GÉOLOGIE & HYDROGÉOLOGIE

- Etude géologique
- Etude hydrogéologique
- Etablir un profil
- Etablir les risques

Sources :

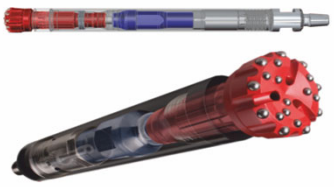
- Cartes
- SGB
- Expérience
- Mesure (TRT)

Type de sol	Puissance d'extraction (W/m)
Sable sec	< 25
Sable saturé	60
Argile sec	25
Argile humide	35
Calcaires	55
Grès	60
Schistes	50
Quartzites	70
Bruxelles / Flandres	40
Ardennes	60

8 FORAGE

Types de forage

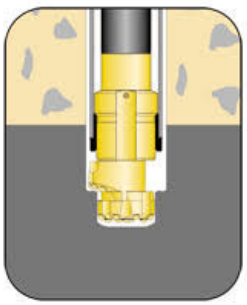
- Terrains meubles : forages à l'eau (ex : trilame)
- Terrains rocheux : marteau fond de trou (MFT)
- Mixte avec tubage à l'avancement dans les terrains meubles



9 FORAGE

10 FORAGE

- Forage au tube équipé d'un outil récupérable par câble, type Odex
- Forage avec taillant excentrique permettant la descente du tubage à l'avancement dans la roche



11 DIAMÈTRE DE FORAGE

$$T_f = T_0 + q \left[\ln (4\alpha t / r^2) - \gamma\right] / 4\pi\lambda$$

Où

- T_f température moyenne du fluide (°K)
- T_0 température initiale du terrain (°K)
- q puissance injectée (W)
- λ conductivité thermique du terrain (W/mK)
- a diffusion thermique (=λ/ρC)
- r rayon du forage (m)
- Γ constante d'Euler

12 SONDES

Qualité d'un sonde :

- Diamètre de forage le + petit possible
- Rb (résistivité thermique) la + faible possible
- Coefficient de dilatation le + faible possible

Types de sonde :

Types	Diam forage (mm)	Rb °K/(W/m)	Dilatation (mm/m/°)	Efficacité	Sonde oblique
Double U (PE)	120 – 160	0,08 – 0,12	0,020	standard	non
Double U (PE-Xa)	120 - 160	0,08 – 0,12	0,015	standard	non
Coaxiale PE	100	0,06 – 0,12	0,020	+ 5%	oui
Coaxiale Inox	0 – 75 - 90	0,03 – 0,06	0,000015	+ 5 à 20 %	oui

13 SONDES

Sonde simple / double U en HDPE

14 SONDES

Sondes double U

15 SONDES

Sonde coaxiale

16 REMPLISSAGE ANNULAIRE

Remplissage annulaire :

- Coulis bentonitique pour géothermie prêt à l'emploi
- Gravier dans la zone saturée en Wallonie

Qualité d'un coulis =

- Haute conductivité : entre 1,6 à 4 W/m°K
- Imperméabilité permettant d'isoler les aquifères entre eux

Injection par pompe à coulis de bas en haut

17 LIAISONS HORIZONTALES

18 FLUIDE CALOPORTEUR

Différents types de fluide :

- Eau glycolée (chimique ou biodégradable)
- Jus de betterave
- Eau

But recherché:

- Viscosité la plus faible possible pour diminuer les pertes de charge
- Conductivité le plus importante possible
- Produit le moins toxique possible

19 FLUIDE CALOPORTEUR

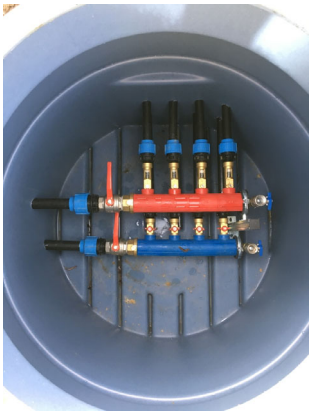
Tableau de comparaison

	Glycol 30%	Eau
Pertes charge	+ 20%	0
Point de congélation	- 15 °C	0°C
Conductivité (W/m°K)	0,483	0,58
Pollution	-/+	+++
Coût	2 à 4 €/l	0 €/l

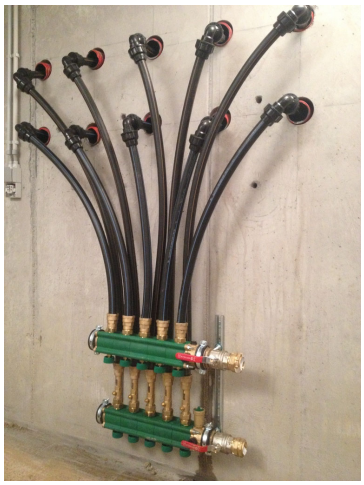
Précautions en cas d'utilisation d'eau :

- Réglage de la PAC : Delta °T = 3°C
- Débit suffisant => dimensionnement du circulateur
- Dimensionnement adéquat des sondes

20 COLLECTEUR



21 COLLECTEUR



A placer par le chauffagiste :

- Un contrôle global du débit (vanne de régulation avec débitmètre type Caleffi)
- Purgeurs au point haut
- Set de remplissage avec manomètre

22 DIMENSIONNEMENT / GARANTIE

- Possibilité de produire du froid en été …
- … et de stocker l'énergie dans le sous-sol pour l'hiver

  ⇒ très important pour le tertiaire

  ⇒ très importants pour les nouveaux immeubles, impactés par la surchauffe

- Réalisation d'un TRT pour garantir le potentiel géothermique … surtout pour les promoteurs
- Pour les grands bâtiments, bâtiments tertiaires (bâtiments complexes), nécessité de réaliser une simulation numérique sur base des besoins énergétiques et d'un TRT

23 TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
FACTEURS DÉTERMINANTS
LA GÉOTHERMIE URBAINE
AVANCÉES RÉCENTES

24 LA GEOTHERMIE URBAINE

Difficultés

- Accès au terrain parfois impossible depuis la chaussée (maison 2 façades)
- Peu d'espace pour placer le champ de sondes

Solutions

- Mobilisation par grue télescopique
- Forages en oblique

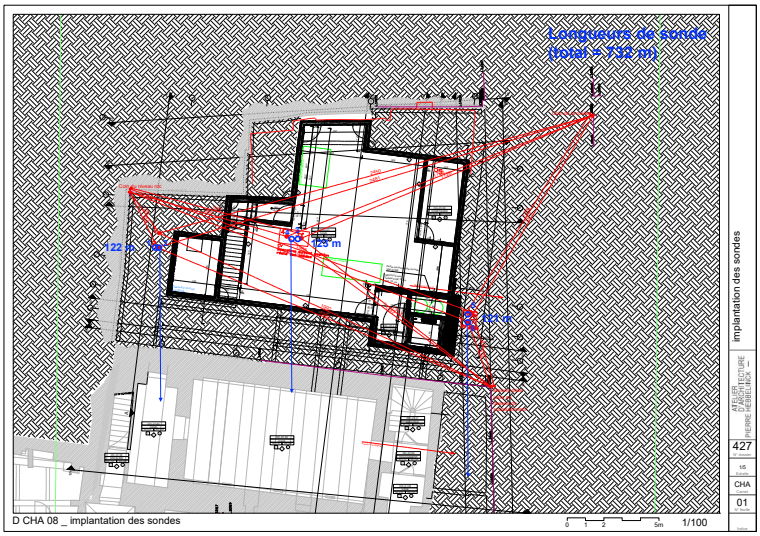
25 LA GEOTHERMIE URBAINE

26 LA GEOTHERMIE URBAINE

27 LA GEOTHERMIE URBAINE

28 LA GEOTHERMIE URBAINE

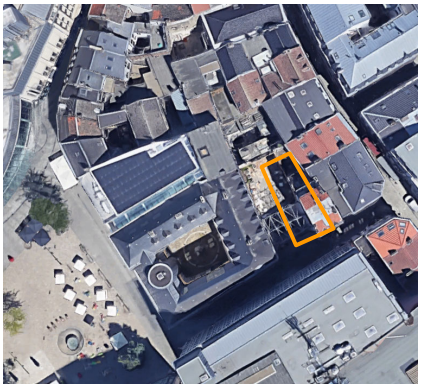
29 LA GEOTHERMIE URBAINE



30 POINTS D'ATTENTION

Accès

- Terrain enclavé en centre ville, ruelle piétonne étroite
  - Machines de forage spécifique, compacte



31 POINTS D'ATTENTION

Phasage

- Sondes géothermiques sous le bâtiment → avant ou après les terrassements et le gros-œuvre de la cave?

  ⇨ **Ici: avant → Terrassement minutieux!**

32 POINTS D'ATTENTION

- Intégration architecturale et thermique des chambres de visite pour têtes de sondes

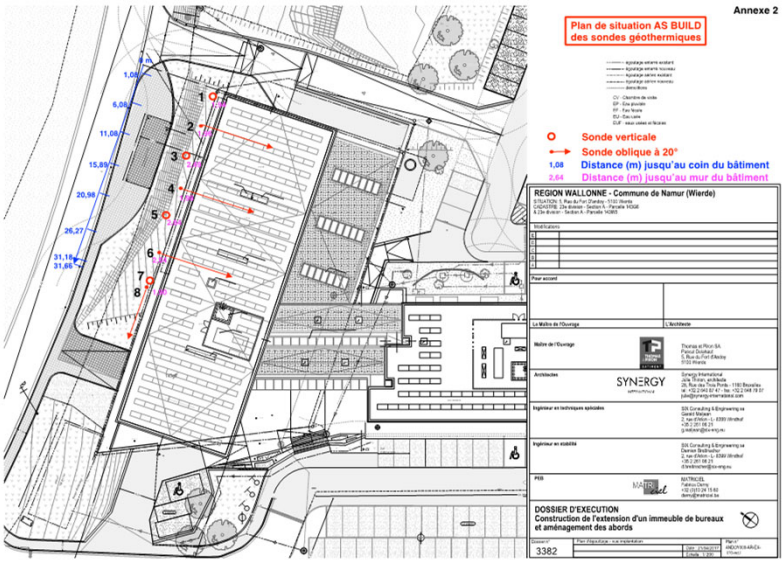
  ⇨ **Chambre de visite intégrée sous le paillasson encastré de l'entrée!**

- Cave sous le niveau de la Meuse → Gestion de l'étanchéité à l'eau
  - Modification du réseau de liaisons horizontales → pas de passage de fourreaux sous la dalle de cave

    ⇨ **Collerettes d'étanchéité au niveau des têtes de sondes en cave**

    ⇨ **Conduits en aérien → isolation anti-condensation**

33 LA GEOTHERMIE URBAINE



34 LA GEOTHERMIE URBAINE

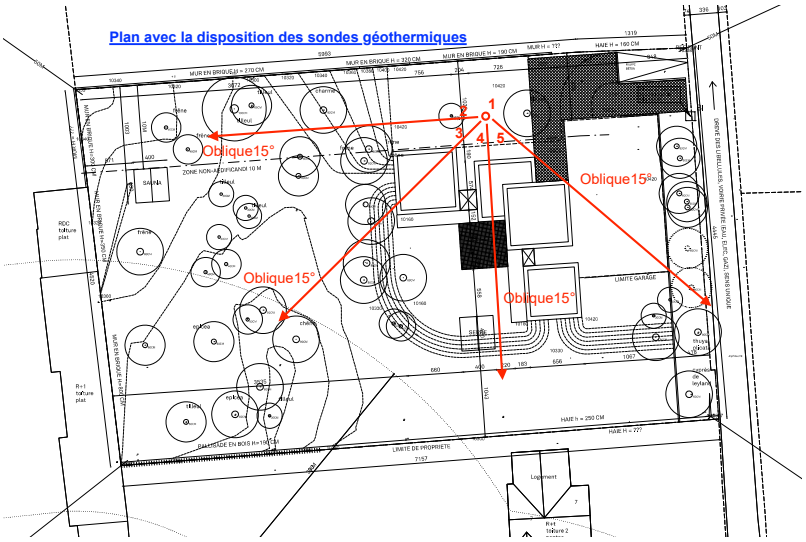


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
FACTEURS DÉTERMINANTS
LA GÉOTHERMIE URBAINE
AVANCÉES RÉCENTES

AVANCÉES RÉCENTES

Projets de recherche européens

Combinaison de différentes techniques

- Avec le solaire PV
- Avec le solaire thermique

Les PAC

- Nouveaux gaz non polluants
- Application aux bâtiments historiques, notamment monter en température en gardant une performance importante

37 AVANCÉES RÉCENTES

Les sondes

- Nouveaux plastiques plus conducteurs
- Matériaux avec un coefficient de dilatation le plus faible possible

Le placement

- Étude sur le vibro-fonçage
- Potentiel de placement de sondes obliques

38 CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

La géothermie est…

- une science passionnante,
- nécessaire à la diversité des énergies renouvelables,
- rentable financièrement / environnementalement.

Mais demande :

- Un dimensionnement de « pro »
- Une mise en œuvre soignée
- Pour un rendement maximal
- Et un fonctionnement pérenne

CONTACT

Jacques VERCRUYSSE
General manager
Geo Green
+ 32 71 85 49 65
info@geo-green.be

MERCI POUR VOTRE ATTENTION