

FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

AUTOMNE 2024

Retour d'expérience d'un foreur
La géothermie

Jacques VERCRUYSSSE



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



INTRODUCTION

FACTEURS DÉTERMINANTS

LA GÉOTHERMIE URBAINE

AVANCÉES RÉCENTES



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



Participation aux programmes de recherche européens suivants :



- 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 Hlstorical Buildings
- 2018 – 2023
- Consortium regroupant 19 participants de 8 pays EU + Suisse



INTRODUCTION

FACTEURS DÉTERMINANTS

- ▶ **Géologie & hydrologie**
- ▶ **Forage**
- ▶ **Diamètre de forage**
- ▶ **Sondes**
- ▶ **Remplissage annulaire**
- ▶ **Liaisons horizontales**
- ▶ **Fluide colporteur**
- ▶ **Collecteur**
- ▶ **Dimensionnement/Garantie**

LA GÉOTHERMIE URBAINE

AVANCÉES RÉCENTES



- ▶ 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



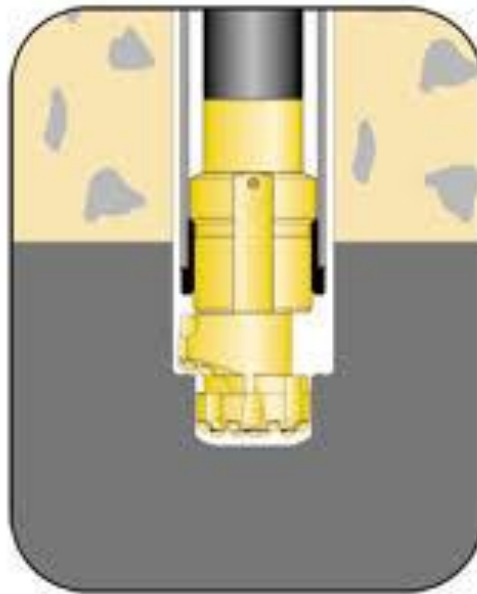
Types de forage

- ▶ 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





- ▶ 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



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

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 ($=\lambda/\rho C$)
- ▶ r rayon du forage (m)
- ▶ Γ constante d'Euler



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



Sonde simple / double U en HDPE



Copyright © Halcrow AG



Sondes double U



Sonde coaxiale



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



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 la plus importante possible
- ▶ Produit le moins toxique possible



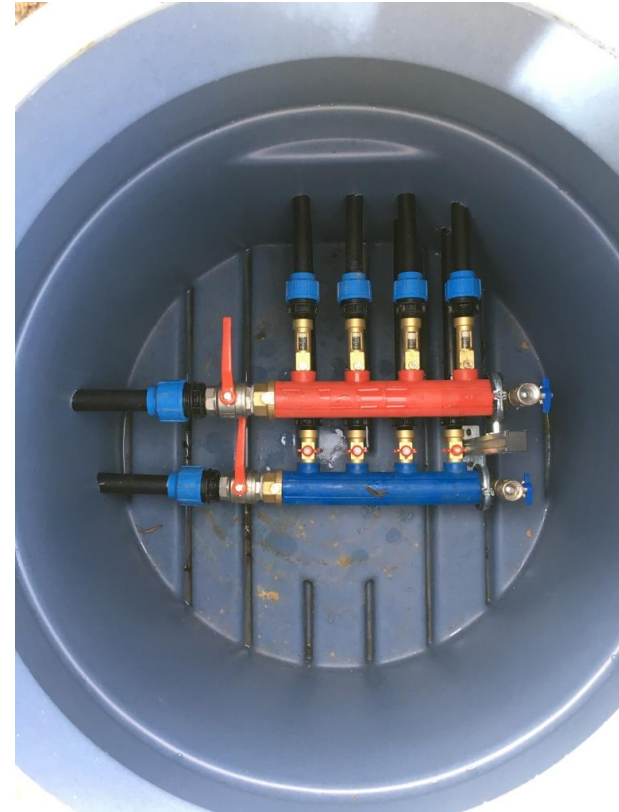
Tableau de comparaison

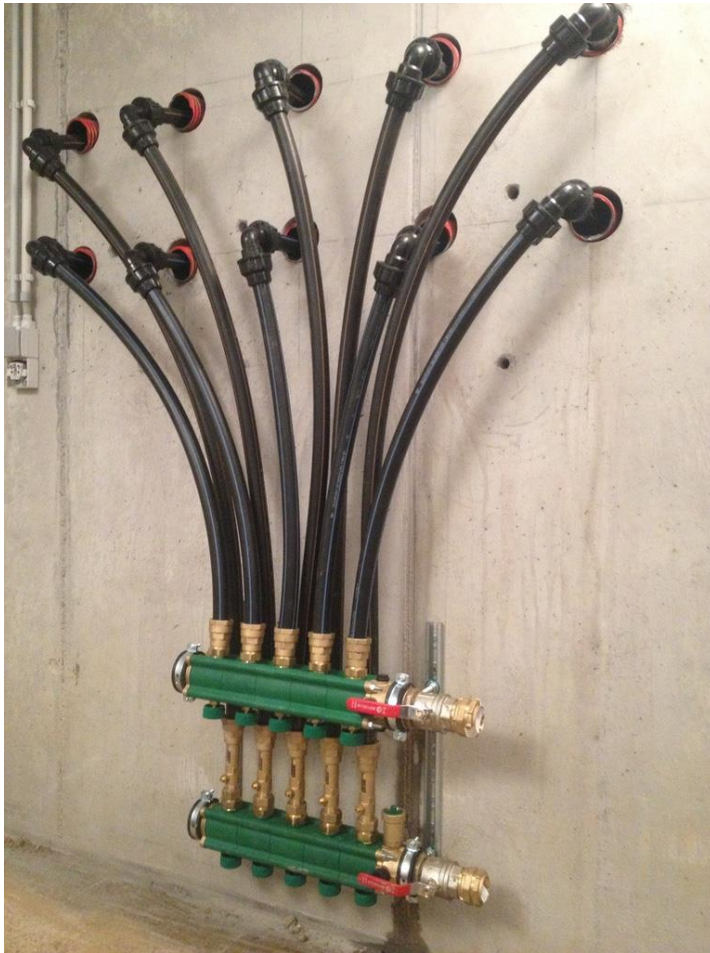
	Glycol 30%	Eau
Pertes charge	+ 20%	0
Point de congélation	- 15 °C	0°C
Conductivité (W/m°K)	0,483	0,58
Pollution	-/+	+++
Coût	2 à 4 €/l	0 €/l

Précautions en cas d'utilisation d'eau :

- ▶ Réglage de la PAC : $\Delta T = 3^{\circ}\text{C}$
- ▶ Débit suffisant $\Rightarrow$ dimensionnement du circulateur
- ▶ Dimensionnement adéquat des sondes







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



- ▶ 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



INTRODUCTION

FACTEURS DÉTERMINANTS

LA GÉOTHERMIE URBAINE

AVANCÉES RÉCENTES



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

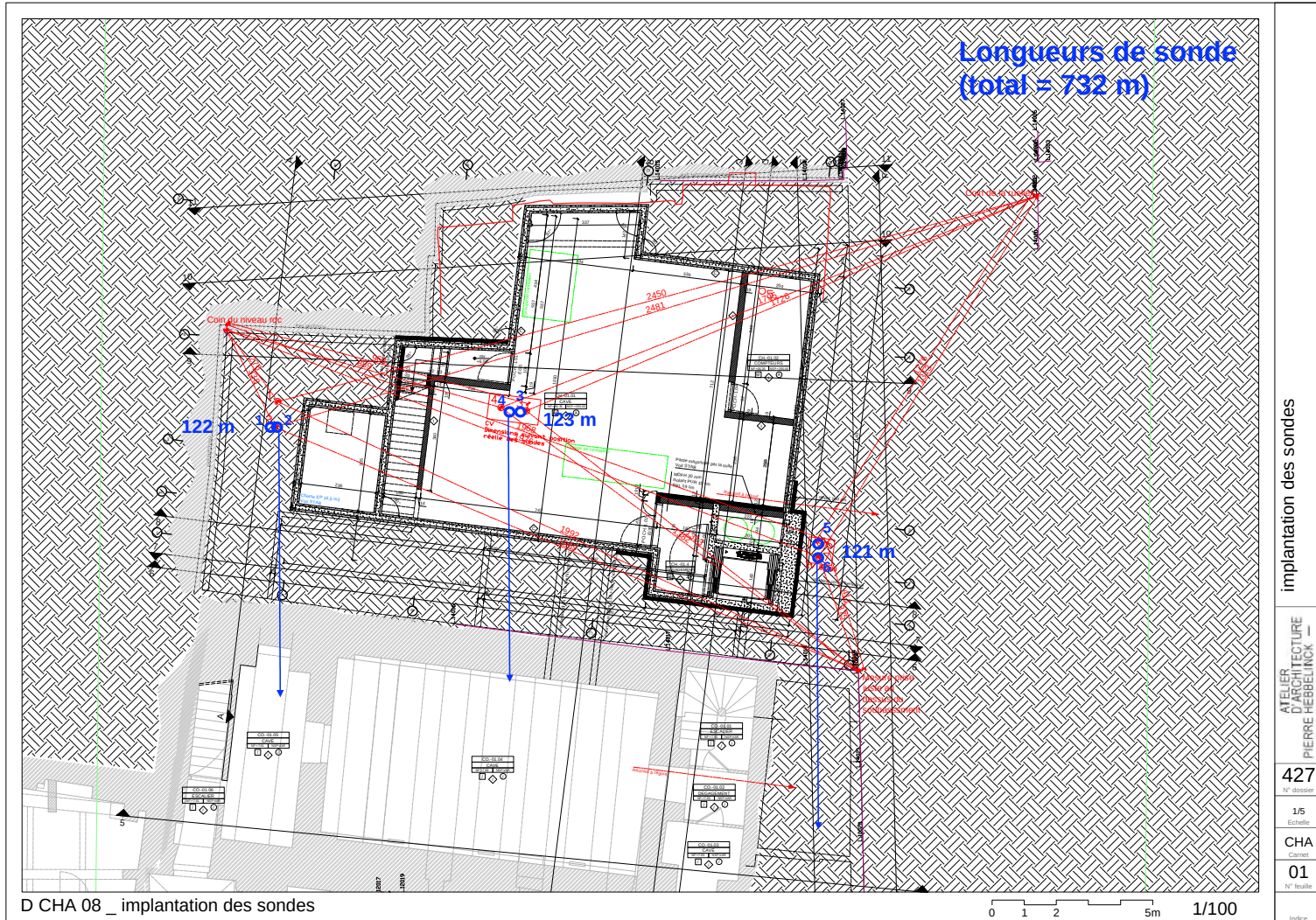






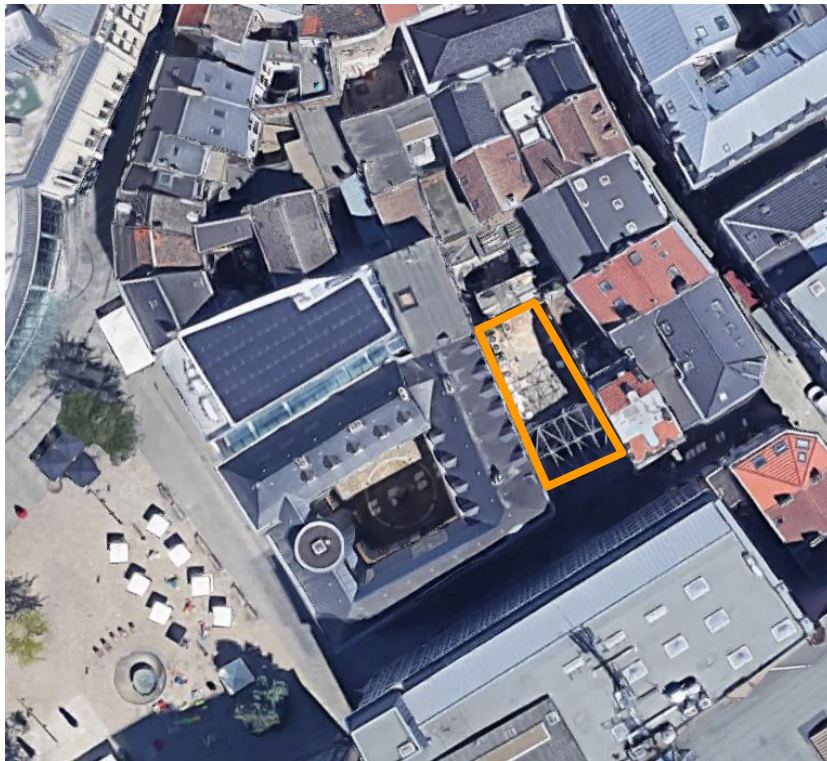






Accès

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



Phasage

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

⇒ Ici: avant → Terrassement minutieux!



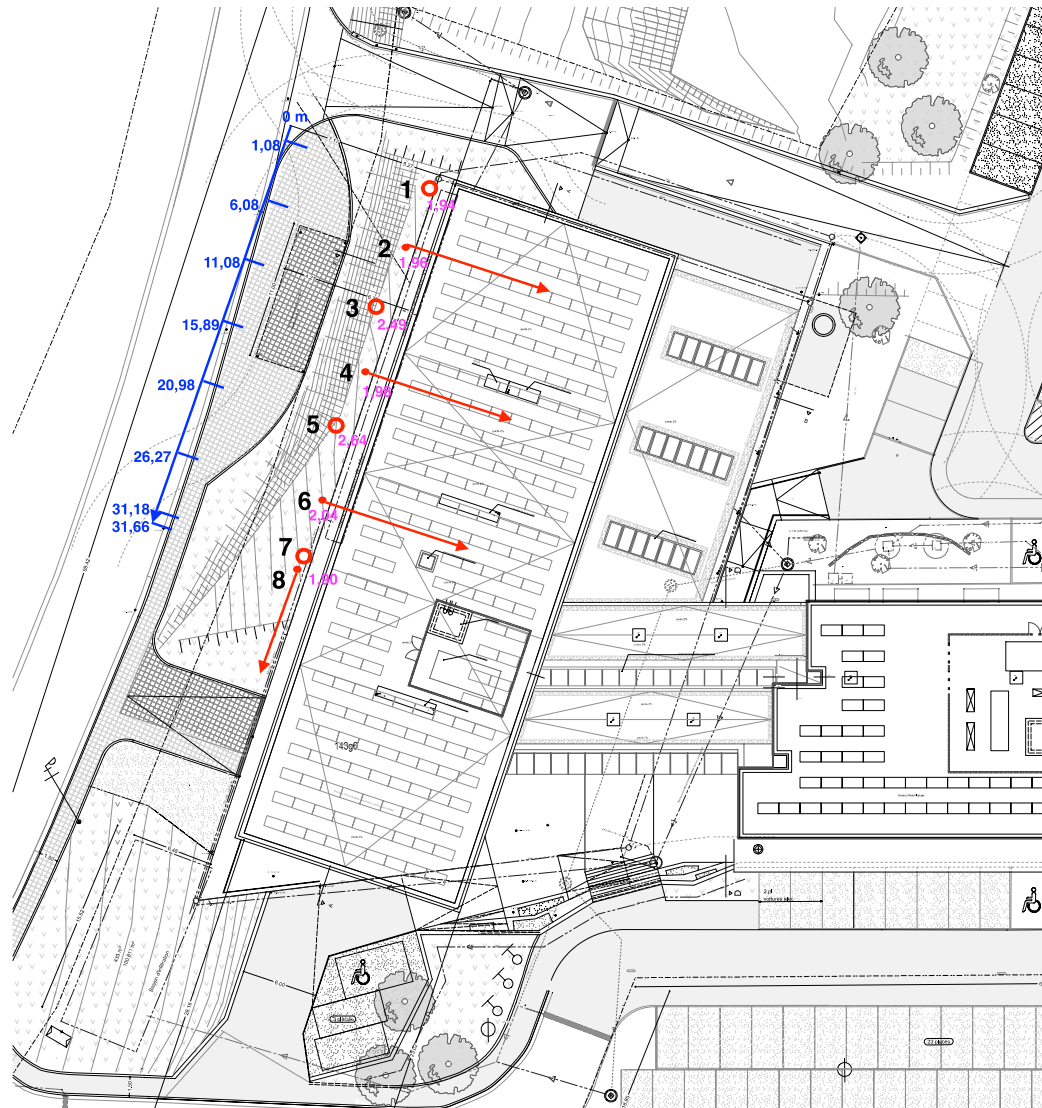
- ▶ Intégration architecturale et thermique des chambres de visite pour têtes de sondes
 - ⇒ **Chambre de visite intégrée sous le paillason encastré de l'entrée!**

- ▶ 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**



Annexe 2

Plan de situation AS BUILD
des sondes géothermiques

--- égouttage existant
- - - égouttage existant nouveau
- - - égouttage aérien existant
- - - égouttage aérien nouveau
..... démolitions

CV - Chambre de visite
EP - Eau pluviale
EF - Eau fécale
EU - Eau usée
EUF - eaux usées et fécales

○ Sonde verticale

→ Sonde oblique à 20°

1,08 Distance (m) jusqu'au coin du bâtiment

2,64 Distance (m) jusqu'au mur du bâtiment

REGION WALLONNE - Commune de Namur (Wierde)

SITUATION: 5, Rue du Fort d'Andoy - 5100 Wierde
CADASTRE: 23e division - Section A - Parcelle 143G6
et 23e division - Section A - Parcelle 143W5

Modifications

E
D
C
B
A

Pour accord

Le Maître de l'Ouvrage

Maître de l'Ouvrage



Thomas et Piron SA
Pascal Delahaut
5, Rue du Fort d'Andoy
5100 Wierde

Architectes

SYNERGY
INTERNATIONAL

Synergy International
Julie Thiron, architecte
28, Rue des Trois Points - 1160 Bruxelles
tel +32 2 640 87 47 • fax +32 2 648 79 07
julie@synergy-international.com

Ingénieur en techniques spéciales

SIX Consulting & Engineering sa
Gérald Maljean
2, rue d'Afion - L 8399 Windhof
+35 2 281 06 21
g.maljean@six-eng.eu

Ingénieur en stabilité

SIX Consulting & Engineering sa
Damien Bretnacher
2, rue d'Afion - L 8399 Windhof
+35 2 281 06 21
d.bretnacher@six-eng.eu

PEB



MATRICIEL
Fabrice Dery
+32 (0)11 24 15 60
dery@matriciel.be

DOSSIER D'EXECUTION
Construction de l'extension d'un immeuble de bureaux
et aménagement des abords

Dossier n°

3382

Plan d'égouttage - vue implantation

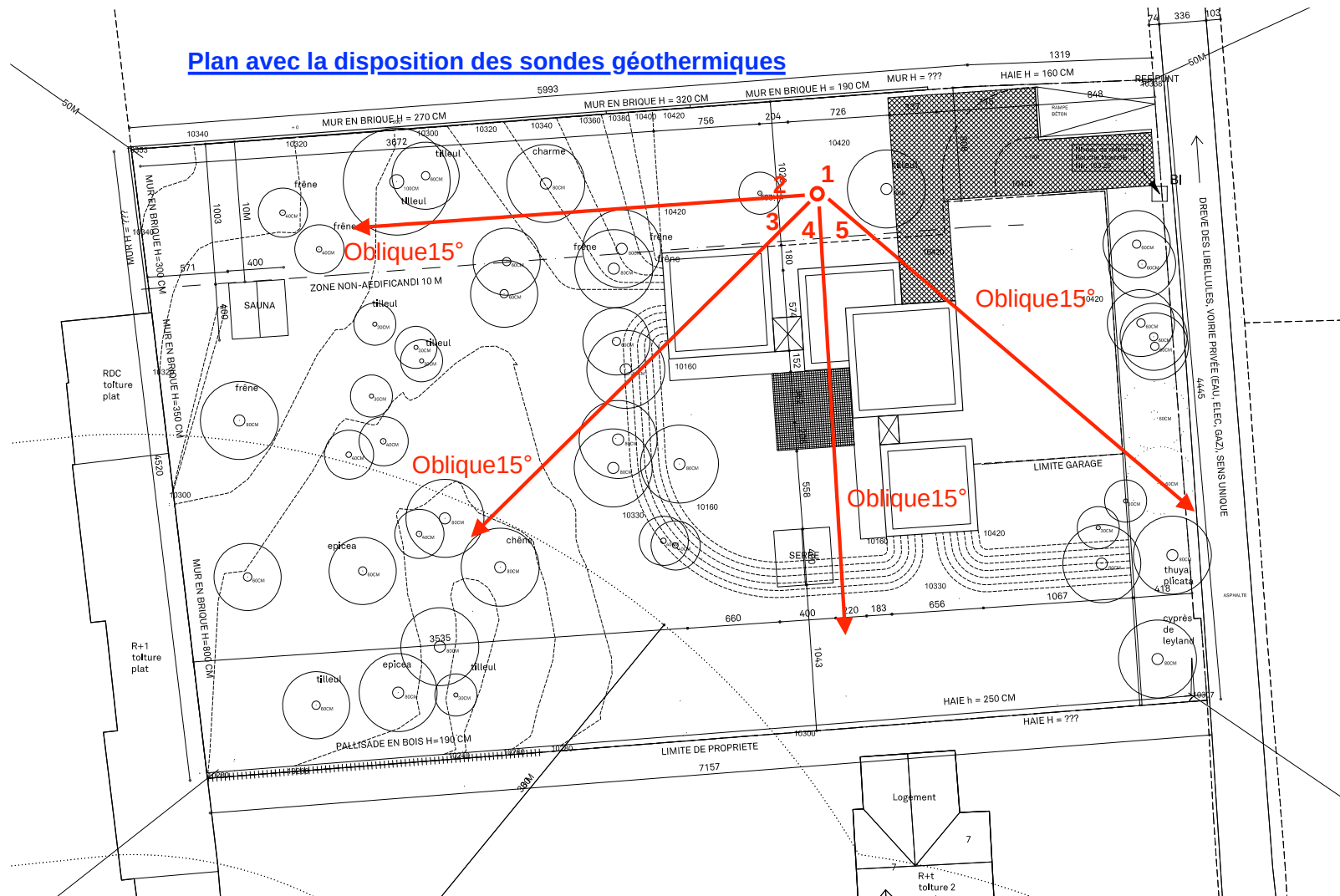
Date: 21/04/2017

Echelle: 1/200

Plan n°

AND0Y0004REV-010-inc/





INTRODUCTION

FACTEURS DÉTERMINANTS

LA GÉOTHERMIE URBAINE

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



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





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**



Jacques VERCRUYSE

General manager

Geo Green

☎ + 32 71 85 49 65

✉ info@geo-green.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

