



Chaque année, on construit en Belgique quelque 1.500 bâtiments, dont 1.000 logements, équipés d'une installation géothermique à des fins de chauffage et de refroidissement (voir Les Dossiers du CSTC 2013/3.2). Ces installations doivent être conçues avec toute l'attention nécessaire, de sorte que le sol puisse répondre aux besoins thermiques du bâtiment à plus long terme également. Afin d'estimer la faisabilité d'une installation géothermique à un stade anticipé du projet, un outil d'évaluation a été développé dans le cadre du projet Smart Geotherm. Cet article traite brièvement des systèmes géothermiques pour lesquels cet outil peut être appliqué ainsi que des deux volets qui sont à la base de sa conception.

## Outil d'évaluation de l'applicabilité de la géothermie peu profonde

### Systèmes géothermiques

Pour les **systèmes géothermiques verticaux fermés**, dont le fonctionnement est basé sur un ensemble de boucles verticales, la conductivité thermique du sous-sol est essentielle. Ainsi, un sol sablonneux saturé d'eau présente une conductivité thermique supérieure à celle d'un sol argileux et nécessite dès lors des boucles moins longues pour répondre à une demande similaire en énergie. Les systèmes fermés peuvent en principe être appliqués quel que soit l'emplacement et le type de bâtiment.

En ce qui concerne les **systèmes géothermiques ouverts**, basés sur le pompage et la réinjection de l'eau souterraine, il convient de tenir compte des caractéristiques hydrauliques des couches du sol, telles que la per-

méabilité à l'eau. La perméabilité et l'épaisseur d'une couche géologique déterminent en effet le débit d'eau souterraine pouvant être pompé et réinjecté, ce qui conditionne les capacités thermiques maximales. Etant donné que la perméabilité du sol peut afficher d'importantes variations – même au sein d'une même nappe phréatique –, l'outil développé ne permet, à l'heure actuelle, que de fournir les valeurs minimale et maximale de la perméabilité d'une couche de sol.

Les systèmes ouverts sont principalement mis en œuvre pour des projets de taille importante caractérisés par des besoins de refroidissement considérables et dans des régions renfermant des nappes phréatiques (sols sablonneux ou roches fragmentées, par exemple).

### Deux volets : le sous-sol et le bâtiment

Le premier volet de l'outil permet de prendre facilement connaissance de la composition du sous-sol de n'importe quel site en **Flandre** et des caractéristiques nécessaires pour les systèmes ouverts et fermés. Il est basé sur les modèles (hygro)géologiques de Flandre, disponibles dans la *Databank Ondergrond Vlaanderen* (DOV), la base de données du sous-sol flamand. L'outil reprend également la réglementation environnementale en vigueur pour le site concerné, en fonction de la profondeur de forage (systèmes fermés) ou des débits de pompage (systèmes ouverts). Il est ainsi possible d'obtenir rapidement une bonne indication des caractéristiques géothermiques du sous-sol, ce qui représente un gain de

## TRT et essai de pompage

Le **test de réponse thermique (TRT)** effectué sur une boucle de sous-sol fermée permet de déterminer la conductivité thermique moyenne du sous-sol sur la profondeur du forage. Cet essai consiste à injecter de la chaleur dans le sol via la boucle et à observer l'évolution de la température à l'entrée et à la sortie de la boucle. Plus la température augmente rapidement, moins le sol conduit la chaleur. La résistance du trou de forage peut également être déduite à partir de cet essai. Les TRT sont souvent effectués dans le cas de grands projets, afin d'optimiser la quantité de forages.

L'**essai de pompage** effectué sur un puisard (forage avec filtre) permet de définir les paramètres hydrauliques du sol au niveau de la nappe phréatique (perméabilité, coefficient de renflouage...) en pompant l'eau du sous-sol à un débit constant. On observe, à une certaine distance du puisard, le niveau de la nappe phréatique dans des filtres de niveau, ce qui permet de déduire les paramètres hydrauliques. Etant donné que les essais de pompage sont relativement coûteux, ceux-ci sont réservés aux grands projets.

**Geothermische Screeningstool**

**Gesloten verticale systemen**

**Huidige locatie**

Coördinaten: 632108  
Lambert 2008: 664571  
Gelegen nabij: Zijgstraat 16, 1755 Gook  
(Bron: AGV)

Beschermingszone: Niet van toepassing

**VLAREM Rubriek 55.1**

Tabel enkel geldig voor boringen voor thermische energieopslag

Diepte Boring	Verstelen
0 m - 2,5 m	met stijfheid*
2,5 m - 150,0 m	met stijfheid*
> 150,0 m	Klasse 2-rubriek

\* niet-verpunningsschichtig en niet-meldingsplichtig door de exploitant/bouwer

**Warmtegeleidbaarheid**  
(Theoretische Afbegrenz)

diepte	λ min (W/mK)	λ gem (W/mK)
Tot 100m	1,4	1,7
Tot vaste rots	1,4	1,7
Tot dieptecriterium	1,6	1,9
Tot gekarteerde diepte	2,0	2,1
geeft diepte in		

**Hydrogeologie - HCOV** (Toon geologie)

HCOV-data aangeleverd door VMM				Interpretatie WTCEB	
Naam HCOV-eenheid	dikte (m)	diepte (m)	type	λ min (W/mK)	λ gem (W/mK)
Deklagen (leem)	3,4	3,4		1,5	1,9
Ieperlaan Aquifer	20,7	24,1		1,8	2,1
Silt van Kortemark	3,2	27,3		1,6	1,9
Ieperlaan Aquifersysteem	76,9	104,2		1,2	1,5
Landelaan Aquifersysteem	10,1	114,3		1,8	2,1
Sokkel	185,7	300,0		2,4	2,4

De geologische opbouw wordt weergegeven tot een maximale diepte van 300m. Deze opbouw is een interpretatie van onvolledige data. Alle gegevens dienen steeds te worden bevestigd door verder onderzoek.

Terug Start screening boorveld Exporteer PDF Hulp nodig ?

Capture d'écran de la version en néerlandais de l'outil de calcul

## Un outil d'évaluation de l'applicabilité a été développé afin d'évaluer la faisabilité technique des installations géothermiques.

temps et de moyens durant la phase d'avant-projet. Evidemment, l'outil ne remplace aucunement le test de réponse thermique (TRT), un essai de pompage ou des forages de prospection (voir encadré à la page précédente).

L'outil comporte également les informations relatives au sous-sol de la **Région de Bruxelles-Capitale**. Le tout récent projet EFRO 'BruGeoThermap' a pour objectif de détailler davantage les cartes géothermiques de Bruxelles. Les résultats sont attendus au cours des prochaines années.

Quant à la géologie plus complexe de la **Wallonie**, il n'existe pas encore de modèles numériques tridimensionnels, ce qui complique l'intégration de données relatives au sous-sol dans un outil en ligne. Le concepteur est dès lors contraint d'estimer lui-même la composition du sous-sol sur la base des informations disponibles. Le site Internet du Service géologique de Wallonie ([geologie.wallonie.be](http://geologie.wallonie.be)) donne par exemple accès à des cartes (hydro)géologiques de la Wallonie, à des coupes transversales et à des cartes thématiques du sol, ce qui permet de consulter

les résultats des forages et des sondages disponibles. Sur la base de ces informations et des données issues de la littérature, il est possible d'évaluer la conductivité thermique du sous-sol sur une profondeur déterminée ou de vérifier la présence de nappes phréatiques.

Les législations bruxelloise et wallonne en matière de géothermie ne sont pas encore disponibles via l'outil.

Le second volet permet de calculer, pour les systèmes géothermiques fermés, les dimensions d'un champ de forage à l'aide des données précitées. Si l'utilisateur a procédé lui-même à l'évaluation de la conductivité thermique en se basant sur les informations disponibles, grâce à un essai TRT ou à un forage, par exemple, il peut directement se diriger vers ce volet de l'outil afin d'introduire manuellement la profondeur de forage et la conductivité thermique. Pour de plus amples informations à ce sujet, nous renvoyons le lecteur intéressé à la version intégrale de cet article.

Afin de déterminer la profondeur de forage totale requise, il convient d'introduire d'autres données dans l'outil,

notamment les besoins de chauffage et de refroidissement du bâtiment, les besoins d'eau chaude sanitaire ainsi que la capacité et le rendement de la pompe à chaleur.

Ce volet propose en outre diverses solutions concernant les distances séparant les forages et la configuration de ces derniers. Lorsque l'utilisateur a opté pour une solution, il peut télécharger un rapport au format PDF comprenant toutes les informations pertinentes. La valeur de ce rapport dépend fortement de la fiabilité des paramètres introduits par l'utilisateur. L'outil contient dès lors un certain nombre de cadres comportant des informations supplémentaires.

Il convient de souligner que ce volet permet uniquement de déterminer si la mise en œuvre d'une installation géothermique fermée est réalisable d'un point de vue technique. L'outil ne peut donc jamais être utilisé comme outil de conception final. Il faut pour cela recourir à des logiciels plus sophistiqués.

### Perspectives

L'outil n'est actuellement disponible qu'en néerlandais. Une version en français sera toutefois également conçue. Par ailleurs, afin d'accroître la fonctionnalité de l'outil, un module est en cours de développement et devrait permettre à l'utilisateur d'évaluer correctement les besoins en chauffage et en refroidissement du bâtiment. Il est également prévu d'améliorer la partie consacrée aux systèmes géothermiques ouverts. L'objectif principal est de pouvoir indiquer, compte tenu des besoins de chauffage et de refroidissement du bâtiment, si l'emplacement du projet est adapté ou non à un système ouvert. Pour les appareils de plus grande capacité (> 10 kW) et pour les bâtiments avec des besoins de refroidissement considérables, un système ouvert peut être une solution très rentable. A l'avenir, l'outil sera encore amélioré afin de pouvoir comparer d'un point de vue économique et écologique une solution géothermique avec des installations plus classiques. |

L. François et G. Van Lysebetten, ir.,  
chefs de projet, laboratoire  
Géotechnique et monitoring, CSTC