

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR :  
CHOIX ET CONCEPTION

PRINTEMPS 2021

**BrugeoTool** : L'application « sous-sol et géothermie » bruxelloise



Mathieu AGNIEL  
Hydrogéologue  
R&D, Advisor



- ▶ Comprendre le **contexte réglementaire** encadrant la géothermie en région bruxelloise
- ▶ Identifier les **différentes étapes** constituant la vie d'un projet de géothermie verticale faible profondeur (< 300 m) en région bruxelloise
- ▶ Présenter notre **nouvel outil web *BrugeoTool***, l'application sous-sol et géothermie bruxelloise permettant, entre autres, la préfaisabilité et le prédimensionnement d'une installation géothermique verticale faible profondeur (< 300 m)



## TYPES DE GÉOTHERMIE

- ▶ Types traités dans cet exposé
- ▶ Types non traités dans cet exposé

## RÈGLEMENTATION ENCADRANT LA GÉOTHERMIE EN RÉGION BRUXELLOISE

- ▶ Cadre réglementaire
- ▶ Permis d'environnement

## MON PROJET ÉTAPE PAR ÉTAPE

- ▶ Quel système choisir ?
- ▶ Etapes système fermé
- ▶ Etapes système ouvert

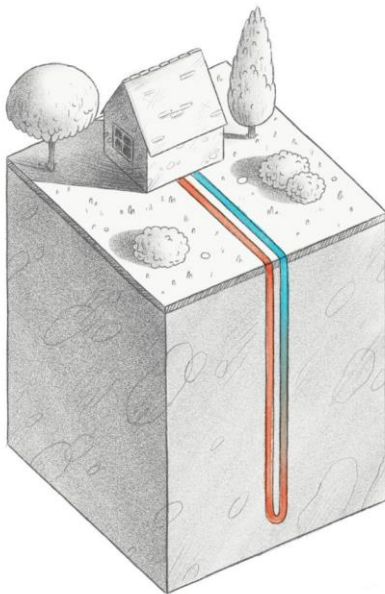
## NOUVEL OUTIL WEB *BRUGEOTOOL* (PRÉFAISABILITÉ & PRÉDIMENSIONNEMENT)



## TYPES DE GÉOTHERMIE TRAITÉS DANS CET EXPOSÉ

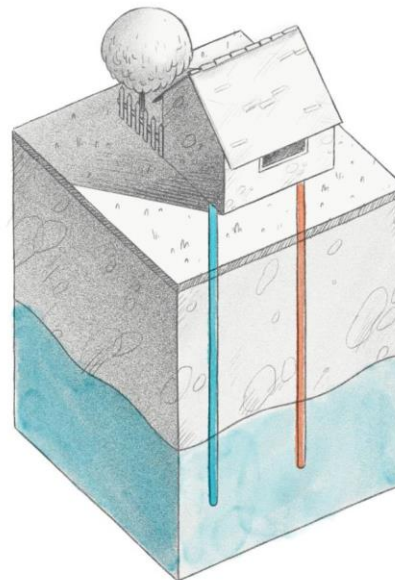
### Géothermie peu profonde (basse énergie) sur sondes ou nappe pour chauffage/refroidissement

- ▶ Profondeur : 50 - 300 mètres
- ▶ T° sous-sol : 10 – 20 °C
- ▶ Assistée par pompe à chaleur
- ▶ **Impacts sur le sous-sol à maîtriser => règlementation adaptée (PAC + échangeurs)**



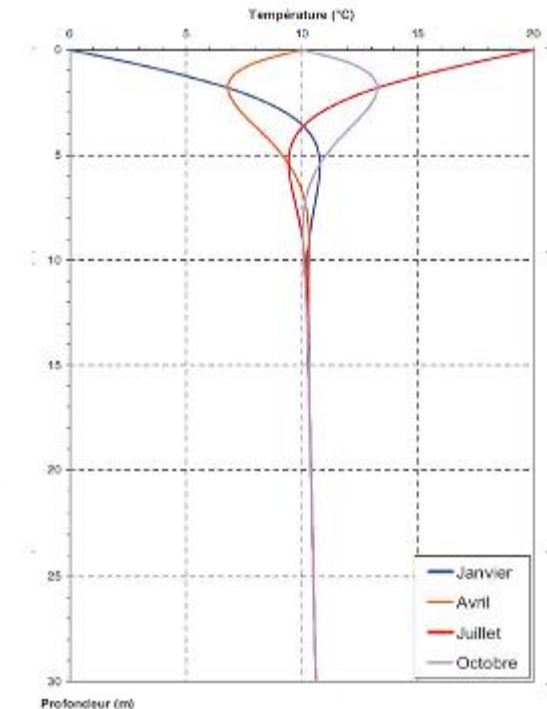
Source :  
<http://geothermie.brussels>

Système fermé :  
sondes



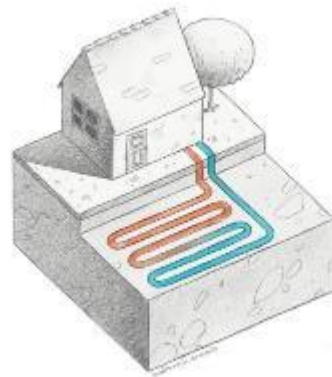
Source :  
<http://geothermie.brussels>

Système ouvert :  
captage et réinjection



## Géothermie très peu profonde sur sondes (horizontale)

- ▶ Profondeur < 5 mètres
- ▶ **Impacts et efficacité limités / PAC réglementée**



Capteurs horizontaux



Echangeurs spiralés

Source :  
<http://geothermie.brussels>

## Géothermie profonde sur nappe pour chauffage et production électrique

- ▶ Profondeur > 500 mètres
- ▶ T° sous-sol : 25 – 150 °C
- ▶ **Pas d'application en région bruxelloise**



Centrale de  
Saint Ghislain,  
73°C



## TYPES DE GÉOTHERMIE

- ▶ Types traités dans cet exposé
- ▶ Types non traités dans cet exposé

## RÈGLEMENTATION ENCADRANT LA GÉOTHERMIE EN RÉGION BRUXELLOISE

- ▶ Cadre réglementaire
- ▶ Permis d'environnement

## MON PROJET ÉTAPE PAR ÉTAPE

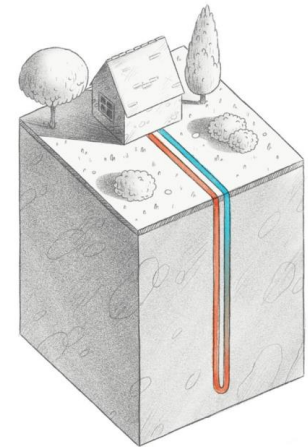
- ▶ Quel système choisir ?
- ▶ Etapes système fermé
- ▶ Etapes système ouvert

## NOUVEL OUTIL WEB *BRUGEOTOOL* (PRÉFAISABILITÉ & PRÉDIMENSIONNEMENT)



## Système fermé

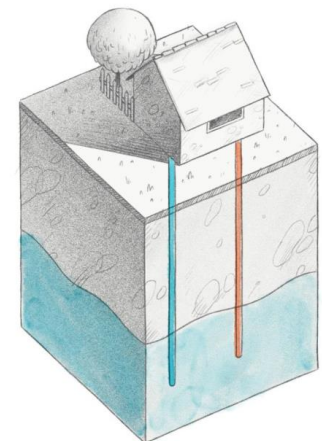
- ▶ Pas couvert par un arrêté
- ▶ En pratique...
  - Installation classé depuis 2018 => **Permis d'environnement**
  - Emprise sous-sol => **Permis d'urbanisme**



Source :  
<http://geothermie.brussels>

## Système ouvert

- ▶ **Arrêté** du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du **8 NOVEMBRE 2018** réglementant les captages permanents, rabattements, essai pompage et **système géothermiques ouverts**
- ▶ En pratique...
  - Etude de faisabilité (hydrogéologique) => **Permis d'environnement (1)**
  - Installation classé depuis 2018 => **Permis d'environnement (2)**
  - Emprise sous-sol => **Permis d'urbanisme**

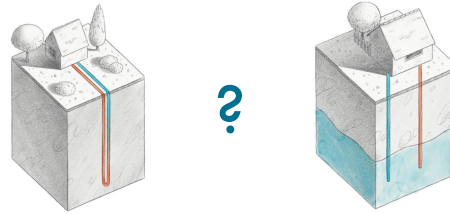


Source :  
<http://geothermie.brussels>



## PERMIS D'ENVIRONNEMENT : CONTRAINTES

- ▶ type de système



- ▶ zone de protection de captage



**interdiction**



Source :  
BrugeoTool

- ▶ inventaire sol



**conditions spécifiques ou RES possibles**

Catégorie 0 : parcelles potentiellement polluées.  
 Catégorie 1 : parcelles non polluées.  
 Catégorie 2 : parcelles légèrement polluées sans risque.  
 Catégorie 3 : parcelles polluées sans risque.  
 Catégorie 4 : parcelles polluées en cours d'étude ou de traitement.



Source :  
BrugeoTool

- ▶ zone d'incidence sur Natura 2000  
ou réserve naturelle ou réserve forestière (60m)



**conditions spécifiques possibles**



Source :  
BrugeoTool

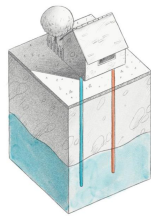






Source :  
BRGM

### Etude de faisabilité (hydrogéologique) pour système ouvert (rub.62.2)



Natura  
2000 ?

NON

OUI

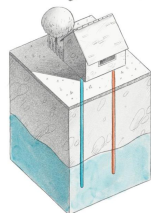
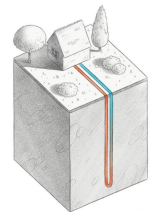
Classe	Type	Enquête publique	Commission de	Rapport d'incidences	Délai décision
1C	déclaration	NON	NON	NON	20 jours
1D	permis	NON	NON	NON	30 jours
2	permis	OUI	NON	NON	60 jours
1B	permis	OUI	OUI	OUI	160 jours

⇒ **Lien vers formulaire de demande et contenu de la demande :**  
<https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/eaux-souterraines/captages/formulaires-de-demande-de-prises>



Source :  
GSTC

### Système géothermique (rub.62.4)



Classe	Type	Enquête publique	Commission de	Rapport d'incidences	Délai décision
1C	déclaration	NON	NON	NON	20 jours
1D	permis	NON	NON	NON	30 jours
2	permis	OUI	NON	NON	60 jours
1B	permis	OUI	OUI	OUI	160 jours

⇒ **Lien vers formulaire de demande et contenu de la demande :**  
<https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/geothermie/formulaires-de-demande-de-systemes-geothermiques>



## 10 PERMIS D'ENVIRONNEMENT : INSTRUCTION

▶ **Système fermé < 5 kWe**  
Système fermé > 5 kWe  
Système ouvert

### Contenu de la demande

- ▶ parties intervenantes + planning projet
- ▶ besoins thermiques du bâtiment (chauffagiste ou bureau étude)
- ▶ caractéristiques majeures (prédimensionnement)

### Conditions

- ▶ conditions types : bonne pratique de forage, T° min/max (0 – 25°C),...
- ▶ conditions spécifiques : profondeur, écartement,...+ renvoi vers ordonnance sol : catégorie 3(+0) ou 4(+0),...

### Documents après permis

- ▶ caractéristiques majeures as-built du système géothermique
- ▶ schéma du système HVAC complet
- ▶ modalités de régulation du système HVAC
- ▶ résultats des tests d'étanchéité

→ <https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/geothermie/formulaires-de-demande-de-systemes-geothermiques>



## 11 PERMIS D'ENVIRONNEMENT : INSTRUCTION

**Contenu de la demande**

- ▶ parties intervenantes + planning projet
- + ▶ besoins thermiques du bâtiment (**étude de faisabilité intégrée énergétique**)
- + ▶ **caractérisation du contexte géologique et hydrogéologique local (théorique)**
- + ▶ **propriétés thermiques projetées du sous-sol**
- + ▶ caractéristiques **détaillées** (prédimensionnement)
- + ▶ **évaluation des impacts thermiques**

**Conditions**

- ▶ conditions types : bonne pratique de forage, T° min/max (0 – 25°C),...
- ▶ conditions spécifiques : profondeur, écartement,... + renvoi vers ordonnance sol si catégorie 3(+0) ou 4(+0)

**Documents après permis**


- + ▶ **rapport détaillant le contexte géologique, hydrogéologique local et les propriétés géothermiques in situ**
- + ▶ caractéristiques **détaillées** as-built du système géothermique
  - ▶ schéma du système HVAC complet
  - ▶ modalités de régulation du système HVAC
  - ▶ résultats des tests d'étanchéité
- + ▶ **évaluation finale des impacts thermiques**
- + ▶ **monitoring des caractéristiques du système géothermique sur 3 ans**

Systeme fermé < 5 kWe  
**Systeme fermé > 5 kWe**  
Systeme ouvert



## 12 PERMIS D'ENVIRONNEMENT : INSTRUCTION

### Contenu de la demande

- + ▶ avis préliminaire sous-division sol : catégorie 3(+0) ou 4(+0) conformément à arrêté
  - ▶ parties intervenantes + planning projet
  - ▶ besoins thermiques du bâtiment (étude de faisabilité intégrée énergétique)
- + ▶ étude de faisabilité hydrogéologique (caractérisation in situ du contexte géologique et hydrogéologique local) => PE préliminaire ! 
  - ▶ caractéristiques détaillées (prédimensionnement)
- + ▶ évaluation des impacts thermiques, géotechniques et piézométriques

Systeme fermé < 5 kWe  
 Systeme fermé > 5 kWe  
 Systeme ouvert

### Conditions

- + ▶ conditions types : bonne pratique de forage, T° min/max (4 – 25°C),...
- + ▶ conditions spécifiques : nappe exploitée, configuration,...

### Documents après permis

- ▶ caractéristiques détaillées as-built du système géothermique
- ▶ schéma du système HVAC complet
- ▶ modalités de régulation du système HVAC
- + ▶ évaluation finale des impacts thermiques, géotechniques et piézométriques
  - ▶ monitoring des caractéristiques du système géothermique sur 3 ans

→ <https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/geothermie/formulaires-de-demande-de-systemes-geothermiques>



## TYPES DE GÉOTHERMIE

- ▶ Types traités dans cet exposé
- ▶ Types non traités dans cet exposé

## RÈGLEMENTATION ENCADRANT LA GÉOTHERMIE EN RÉGION BRUXELLOISE

- ▶ Cadre réglementaire
- ▶ Permis d'environnement

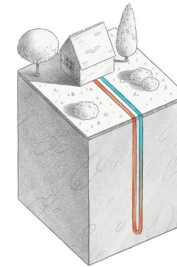
## MON PROJET ÉTAPE PAR ÉTAPE

- ▶ Quel système choisir ?
- ▶ Etapes système fermé
- ▶ Etapes système ouvert

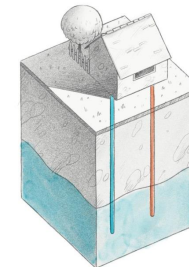
## NOUVEL OUTIL WEB *BRUGEOTOOL* (PRÉFAISABILITÉ & PRÉDIMENSIONNEMENT)



## QUEL SYSTÈME CHOISIR ?



Système fermé



Système ouvert

Faisabilité technique & facilité de maintenance	😊	😊
Adapté pour maison unifamiliale	😊	☹️
Efficacité énergétique et puissance	😊	😊
Contraintes réglementaires	🖋️	🖋️🖋️
Investissement	€€	€
Coûts exploitation	€€	€ !

S = 250-300 m<sup>2</sup>, basse énergie : 45 kWh/m<sup>2</sup>\*an  
 ~ Puissance thermique de 7 kW  
 ~ 200 m de sonde  
 ~ 1 m<sup>3</sup>/h d'eau souterraine



## QUEL SYSTÈME CHOISIR ?

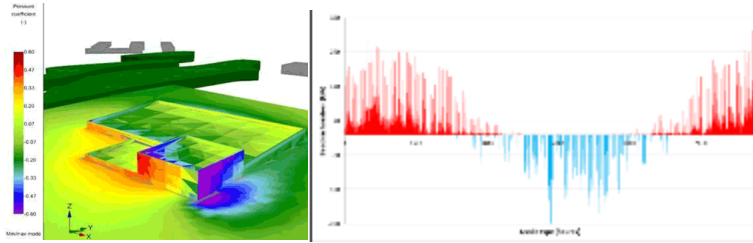
Classes & types				Besoins thermiques de référence			Dimensionnement type en système fermé			Dimensionnement type en système ouvert	
#	Type de bâtiment	Type d'isolation	Surface [m <sup>2</sup> ]	Chaud [kWh/m <sup>2</sup> /an]	Froid [kWh/m <sup>2</sup> /an]	Eau chaude sanitaire [kWh/an]	Longueur totale sonde [m]	Nombre de sonde(s) *	Profondeur de forage [m] *	Débit nappe [m <sup>3</sup> /h]	Nombre de doublet(s) **
1	Résidentiel unifamilial	Neuf	150	15	-	4100	92	1	92	0,5	1
2		Rénové	150	45	-	4100	156	1	156	0,8	1
3	Résidentiel collectif	Neuf	700	15	-	28500	562	3	187	3	1
4		Rénové	700	45	-	28500	865	4	216	4	1
5	Bureaux (petite taille)	Neuf	5500	15	15	5500	1784	9	198	9	1
6		Rénové	5500	30	10	5500	2458	12	205	13	1-2
7	Bureaux (taille moyenne)	Neuf	15000	15	15	étude	4865	24	203	25	1-3
8		Rénové	15000	30	10	étude	6486	32	203	33	1-4
9	Bureaux (très grande taille)	Neuf	75000	15	15	étude	24324	118	206	126	3-13
10		Rénové	75000	30	10	étude	32432	158	205	167	4-17

Source :  
Bruxelles Environnement

S = 250-300 m<sup>2</sup>, basse énergie : 45 kWh/m<sup>2</sup>\*an  
 ~ Puissance thermique de 7 kW  
 ~ 200 m de sonde  
 ~ 1 m<sup>3</sup>/h d'eau souterraine



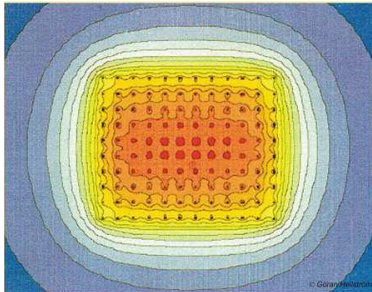
### 1. Etude des besoins thermiques



Source : <https://conseils.xpair.com>

Source : Bruxelles Environnement

### 2. Pré-dimensionnement (données théoriques)

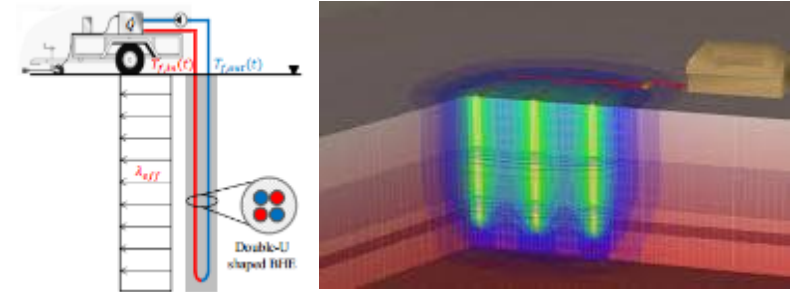


Source : EED

### 3. Demande de permis environnement (+ urbanisme)



### 4. Dimensionnement (données terrain : TRT)



Source : BRGM

Source : DHI

### 5. Forage/Installation



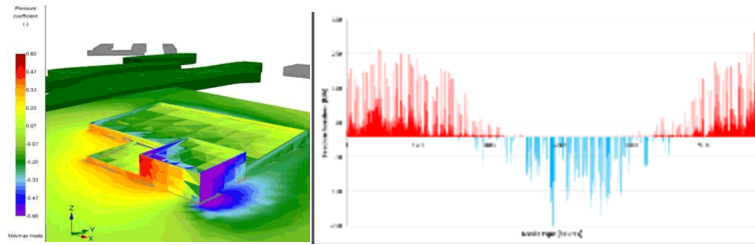
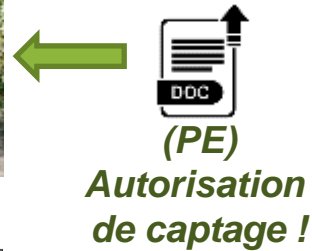
Source : CBH

### 6. Communication des informations finales (as-built,...)

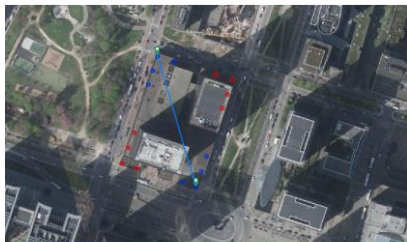




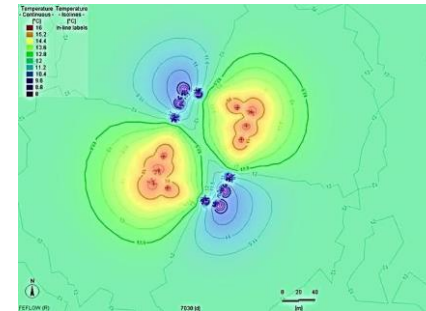
## 1. Etude des besoins thermiques

2. Faisabilité hydrogéologique 

## 3. Pré-dimensionnement

4. Demande de permis environnement  
(+ urbanisme)

## 5. Dimensionnement (essais complémentaires)



## 6. Forage/Installation

7. Communication des informations finales  
(as-built,...)

## TYPES DE GÉOTHERMIE

- ▶ Types traités dans cet exposé
- ▶ Types non traités dans cet exposé

## RÈGLEMENTATION ENCADRANT LA GÉOTHERMIE EN RÉGION BRUXELLOISE

- ▶ Cadre réglementaire
- ▶ Permis d'environnement

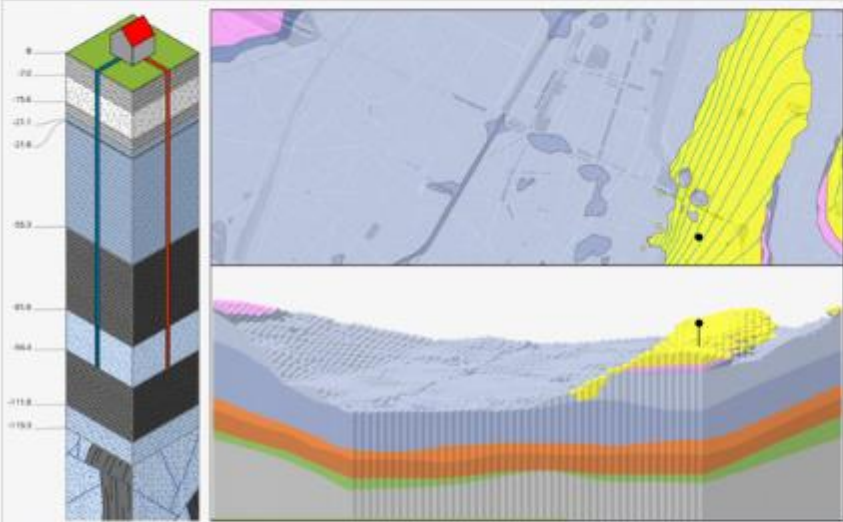
## MON PROJET ÉTAPE PAR ÉTAPE

- ▶ Quel système choisir ?
- ▶ Etapes système fermé
- ▶ Etapes système ouvert

## NOUVEL OUTIL WEB *BRUGEOTOOL* (PRÉFAISABILITÉ & PRÉDIMENSIONNEMENT)



## BrugeoTool : L'application sous-sol et géothermie bruxelloise



**Outil géoscientifique professionnel « tout en un », BrugeoTool permet l'exploration détaillée de la **géologie**, de l'**hydrogéologie** et des **potentialités géothermiques** en région bruxelloise au travers d'outils de **visualisation 1D, 2D et 3D**.**

Dans la perspective du développement de la **géothermie verticale faible profondeur en région bruxelloise (<300m)**, qui est une énergie renouvelable pour le **chauffage et le refroidissement** des bâtiments favorisant la décarbonation du mix énergétique, **BrugeoTool** se veut un outil utile à toute étape d'un projet de géothermie **pour le gestionnaire de projet comme pour l'expert**.

**Application BrugeoTool**

→ <https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/outils-et-donnees/brugeoool-application-sous-sol-et>





- ▶ Le nouvel outil web ***BrugeoTool***
  - est dédié à la **conception (pré faisabilité et pré dimensionnement) d'une installation géothermique verticale faible profondeur (< 300 m)** et plus largement à l'analyse du sous-sol bruxellois
  - accompagne les **gestionnaires** (architecte, facility manager,...) et **experts** (ingénieurs en énergie, géologues, hydrogéologues,...), plus particulièrement au démarrage d'un projet géothermique





## BrugeoTool

- ▶ Accès à l'outil

<https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/outils-et-donnees/brugeotool-lapplication-sous-sol-et>



## Sites internet

- ▶ Bruxelles Environnement, pages géothermie

<https://environnement.brussels/thematiques/geologie-et-hydrogeologie/geothermie>



**Mathieu AGNIEL**

Hydrogéologue | R&D | Advisor

Bruxelles Environnement

☎ + 32 488 23 04 98

✉ [magniel@environnement.brussels](mailto:magniel@environnement.brussels)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

