

Le développement de la géothermie en Wallonie

Journée Energie

11 octobre 2023

Sonya Chaoui et Estelle Petitclerc

Sommaire

- ❑ Quel est l'intérêt de la géothermie?
- ❑ Contexte actuel
 - ❖ Plan REPower EU
 - ❖ PACE 2030
- ❑ Objectifs wallons ER 2030 - Chaleur renouvelable
- ❑ Etat des lieux et mesures en Wallonie
- ❑ Potentiel de la géothermie en Wallonie
 - ❑ Géothermie peu profonde
 - ❑ Géothermie profonde
- ❑ Perspectives 2030

Définition de la géothermie

Selon la Directive Européenne du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (2009/28/CE), l'énergie géothermique est définie comme

**« une énergie emmagasinée sous forme
de chaleur sous la surface de la terre solide »**

Quel est l'intérêt de la géothermie?

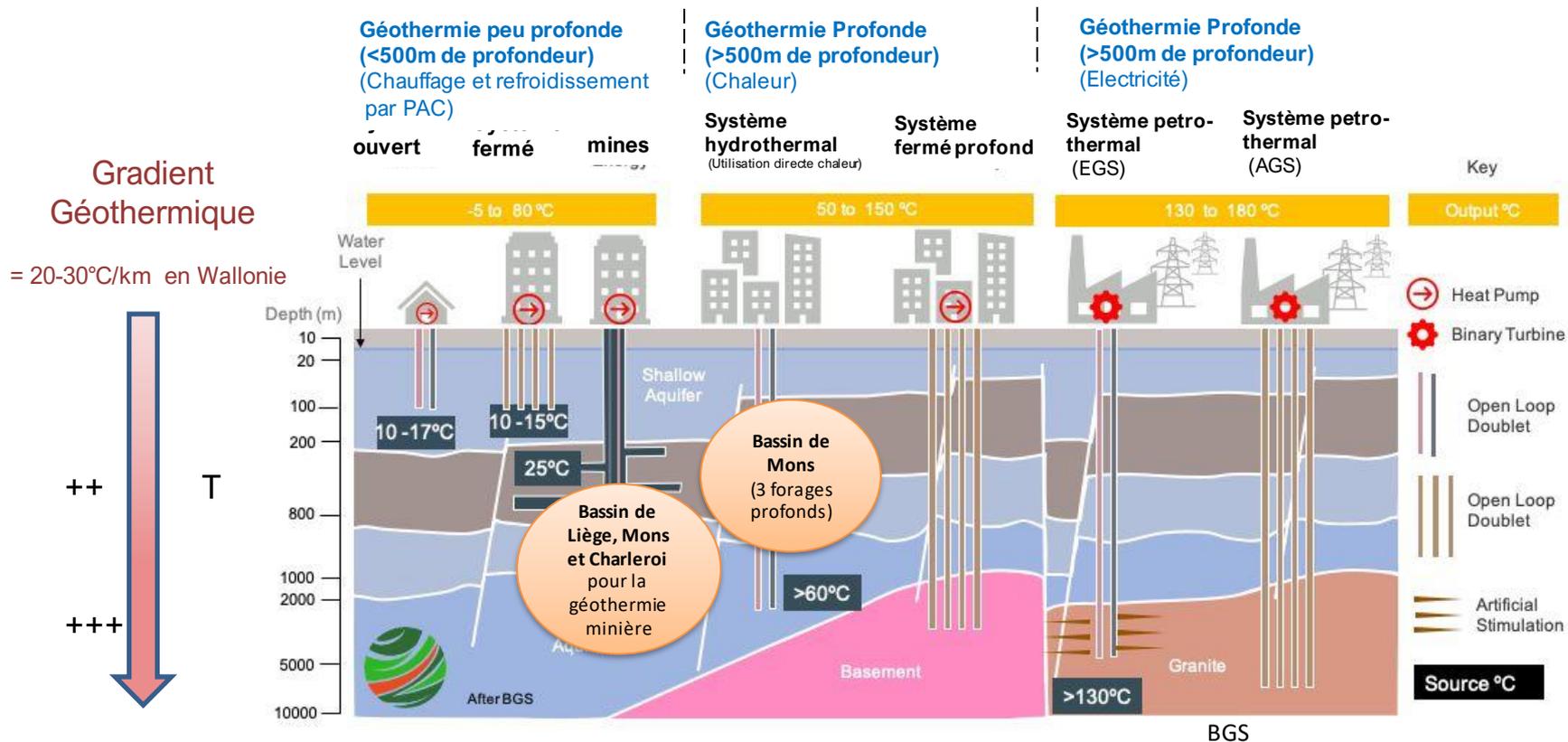
- ❑ En Wallonie, **la diversité géologique** permet l'installation de tous les types de géothermie excepté la haute température (> à 150°C)
- ❑ C'est une **énergie renouvelable disponible en permanence (7 j / 7 24 h / 24 h qq soient les conditions météo)** elle peut fournir **chauffage, refroidissement, stockage de chaleur** et produire de **l'électricité**
- ❑ très **faible impact visuel, environnemental, faible emprise sur le sol**
- ❑ La **technologie est mature** pour la basse et moyenne température (PAC – forage pétrolier)
- ❑ **Énergie locale**
- ❑ **La basse température** est applicable sur tout le territoire et est rentable lorsqu'elle est bien dimensionnée
- ❑ Pour la moyenne température **la ressource est prouvée** dans le bassin de Mons 3 installations d'usage direct existent et ont une capacité thermique d'environ 18 MWth
- ❑ Le réservoir des calcaires Dinantien est présent en Wallonie dans les zones à forte densité de population (axe Sambre Meuse) mais sa profondeur son potentiel et son extension sont à déterminer.



La géothermie est l'énergie de demain dès aujourd'hui !

Quel est l'intérêt de la géothermie?

Utilisation et application variées



Contexte actuel : REPower EU

- ❑ Le « European Green Deal » est le plan de croissance à long terme de l'UE visant à rendre l'Europe climatiquement neutre d'ici 2050. Cet objectif est inscrit dans la loi européenne sur le climat, ainsi que l'engagement juridiquement contraignant de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici à 2030, par rapport aux niveaux de 1990.
- ❑ Le paquet législatif "Fit for 55" a été présenté en 2021 afin de mettre en œuvre la législation climat, énergie, transport en conformité avec l'objectif de réduction des émissions de 55% en 2030 (par rapport à 1990), il comporte une proposition de révision de la Directive renouvelable avec notamment une révision de l'objectif européen à 40%
- ❑ Le plan d'action REPowerEU publié en mai 2022 avec pour objectif la réduction de la dépendance vis-à-vis des importations de gaz naturel russe comportait notamment :
 - ❑ une deuxième proposition de révision de la Directive renouvelable avec un très important volet sur les permis et une nouvelle révision à la hausse à 45% de l'objectif européen
 - ❑ une stratégie solaire européenne
 - ❑ avec notamment une obligation de solaire sur certains bâtiments via la révision de la Directive PEB (en négociation et probablement adoption en 2024)

Contexte actuel : REPower EU

- ❑ Le 22 décembre 2022, le Conseil adoptait le Règlement d'accélération des énergies renouvelables visant à accélérer l'octroi des permis pour l'énergie solaire, les pompes à chaleur, le rééquipement, et la mise en œuvre du principe selon lequel les énergies renouvelables relèvent d'un intérêt public supérieur
- ❑ Depuis, la révision de la Directive renouvelable est en cours d'adoption et sa publication est prévue pour le mois d'octobre 2023.
 - ❑ L'objectif européen augmente à 42,5% de la consommation d'énergie de l'EU et « les États membres s'efforcent collectivement de porter à 45 % la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables en 2030 »
 - ❑ Le volet permis prévoit :
 - ❑ Une cartographie des zones nécessaires à l'atteinte de l'objectif 2030
 - ❑ Une cartographie des zones d'accélération
 - ❑ Une révision des procédures d'octroi des permis et une procédure plus courte pour les zones d'accélération

Contexte actuel : PNEC et PWEC

- ❑ Les objectifs à l'horizon 2030, en prenant en compte le nouveau paquet « Fit for 55 » du Plan « REPowerEU » au niveau européen sont les suivants :

Part des sources d'énergie
renouvelable (2030)



"Fit for 55" : 40%
"REPowerEU" : 45%



PNEC 2019 : 17.4%
Attente EU "Fit For 55" : 32%

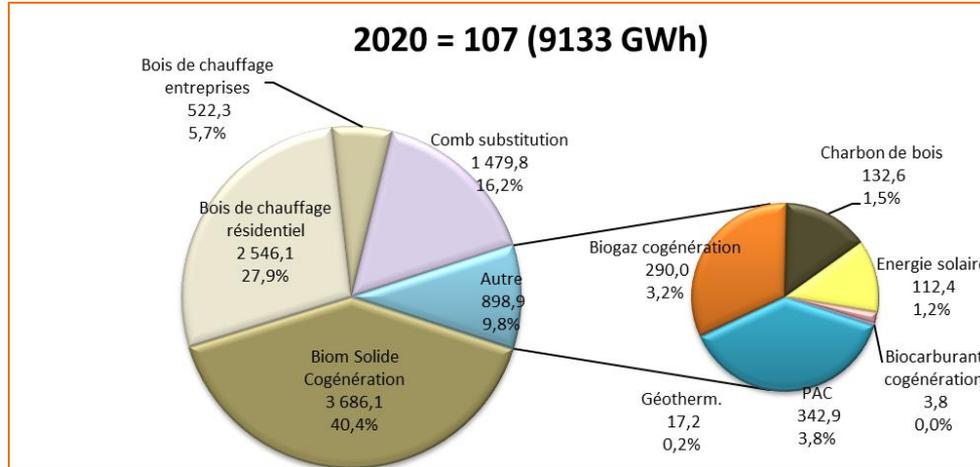


PWEC 2019 : 23.5%
PACE : 28-29%

Contexte actuel : PACE 2030

- ❑ Les objectifs envisagés au sein du PACE (adopté le 21 mars 2023) débouchent sur une consommation finale d'énergie renouvelable de l'ordre de **31 TWh à l'horizon 2030** soit le double de la situation actuelle
- ❑ **La part totale de sources d'énergie renouvelables visée à l'horizon 2030 dans la consommation finale est de 28 à 29%.**

Objectifs wallons ER 2030 : Chaleur renouvelable



Production de chaleur renouvelable = **9133GWh** répond à plus de **14%** des besoins globaux de chaleur de la Wallonie

Objectifs wallons ER 2030 : Chaleur renouvelable

	2020 GWh	<i>PACE 2030</i> GWh
Pompes à chaleur (aérothermiques et géothermiques)	344	2037
Géothermie profonde et minière	18	251

Objectifs très ambitieux

Etat des lieux en Wallonie

- ❑ **En 2011 - 2017** : Mise en place de la stratégie pour la géothermie profonde (www.energie.wallonie.be)
- ❑ **En 2018** : étude pour déterminer le potentiel géothermique minier : **1690GWh**

Liège	Charleroi	Centre	Mons
444GWh	501 GWh	259GWh	486GWh

- ❑ **En 2018** : DGE-ROLLOUT : Développer la géothermie profonde en Wallonie (2 profils sismiques) : meilleure connaissance du sous-sol wallon et de son potentiel géothermique afin de développer cette source d'énergie durable pour la Wallonie
- ❑ **En 2019** : Etude pour la détermination du potentiel de la géothermie peu profonde (GEOWAL, clôturé et en cours de publication)
- ❑ **En mars 2021** : Stratégie chaleur (29 mesures)
 - **favoriser le recours aux énergies neutres en carbone**
 - **maximiser la valorisation de l'énergie thermique en Wallonie**
 - ❖ Révision du permitting (réinjection) concernant la géothermie système ouvert (SPW ARNE et SPW Energie) adopté en 1^{er} lecture le 1^{er} juin 2023
 - ❖ Révision des incitants financiers UDE (profonde) en cours d'analyse (SPW EER)
 - ❖ Décret sous-sol (SPW ARNE et SPW Energie) en cours d'adoption
 - ❖ Professionnalisation du secteur de la géothermie (communication, formation, mise à disposition de guide de bonnes pratiques, etc, ...)
 - ❖ Décret instaurant un régime de garantie régional pour la géothermie profonde en cours

Etat des lieux en Wallonie

Plan de Relance de la Wallonie & Fonds Kyoto

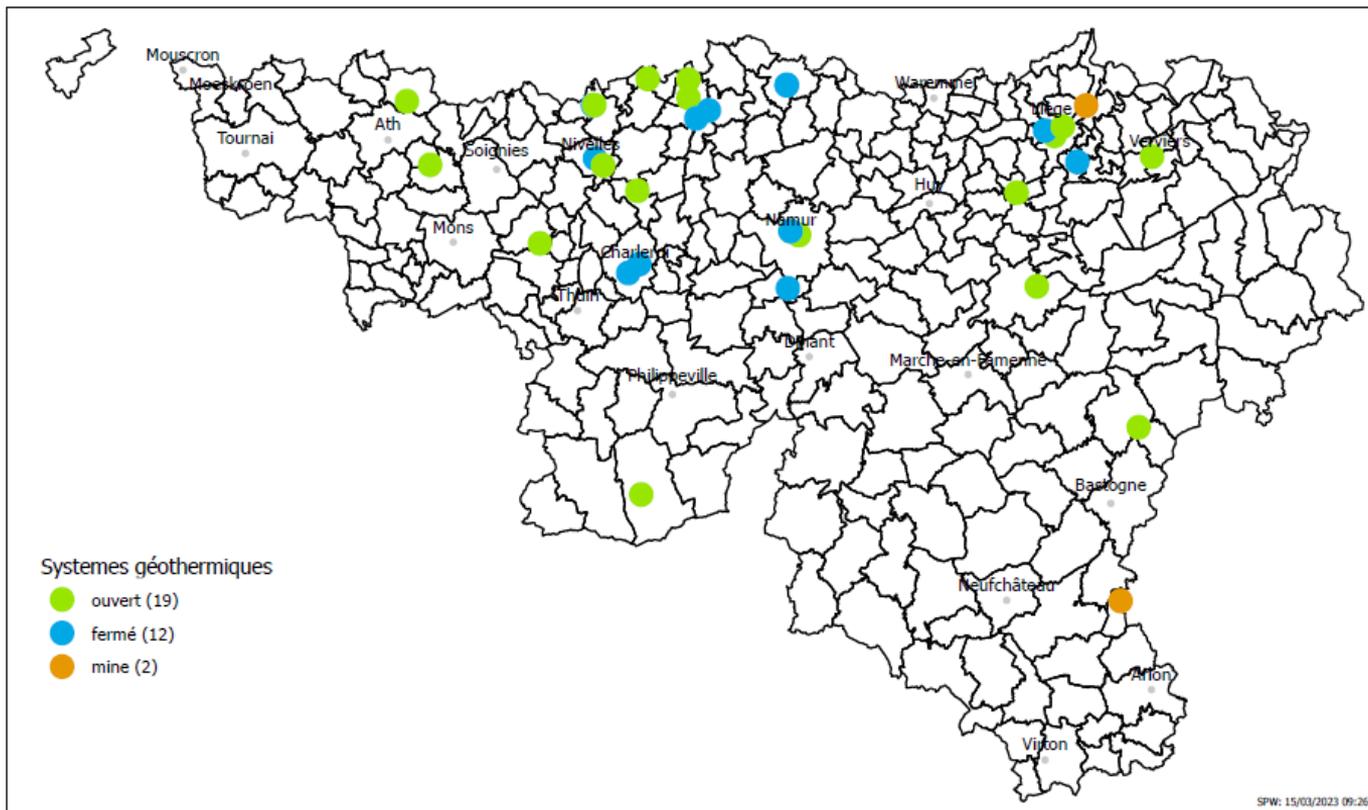
- ❑ **En 2021 et 2022** : 2 appels à projets pour la géothermie peu profonde
 - Budget plus de **35M€**
 - **34** projets sélectionnés (24 privés et 10 publics)
 - 3 études de faisabilités dans les bassins miniers (Mons, Charleroi et Liège) en vue de lancer des projets pilotes pour la production de chaleur renouvelable (budget **1M€**)
- ❑ **En Octobre 2023**
 - Lancement d'un marché relatif à la caractérisation du sous-sol wallon (campagnes géophysiques) dans 4 zones en Wallonie (Liège, Verviers/Eupen, Charleroi et Wavre)

Nom de l'entreprise	Besoins énergétiques	Système de production	Type d'utilisation	
Secteur Hospitalier				
Hôpital d'ottignies	Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Etablissements de santé (hôpitaux et cliniques)	
CHR Namur - Bâtiment Henrard	Production alternée : Chauffage ou climatisation			
CHR Namur - Urgences A, C et D	Production de Froid			
Grand Hôpital de Charleroi	Production alternée : Chauffage ou climatisation			
Secteur immobilier				
Aisin Europe S.A. (Braine l'Alleud)	Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Bâtiments individuels/collectifs, espaces tertiaires ou écoquartiers	
BVI.EU BGPEB (Wavre)				
BVI LSV (Wavre)				
Wingest (Martelange)				
Hecos (Cheratte – Visé)				
Mundo (Louvain-la-Neuve)				
Karno-Profondeville				
Karno (Nivelles)				
Karno (Frasnes-lez-Gosselies – Bons-Villers)				Production alternée : Chauffage ou climatisation
Karno (Namur)				
Karno (Jodoigne)				
Karno (Chaumont-Gistoux)				
Karno (Charleroi)				
Karno (Bomal-sur-Ourthe)				
Karno (Nivelles)				
Karno (Wavre)				
Karno (Jambes)				

Secteur public				
Commune de Chaudfontaine		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Bâti ments publics/ espaces tertiaires/Piscine public
Commune de Neupré				
Province de Liège		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	
Commune de Verviers				
Ville de Liège				
Ville de Couvin				
Secteur du tourisme		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Bâti ments individuels/collectifs, espaces tertiaires ou écoquartiers
Pairai Daiza				
Vayamundo (Houffalize)				
Secteur social				
Centr'HABITAT (La Louvière)		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Logements sociaux
Secteur bancaire/Assurance				
Swift scl (La Hulpe)		Production de froid actif	PAC géothermiques réversibles	Secteur bancaire
Partenamut (Liège)		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Secteur assurance
Secteur pharmaceutique				
Takeda (Lessines)		Production alternée : Chauffage ou climatisation	PAC géothermiques réversibles	Bâti ments industriels
UCB Pharma (Braine-l'Alleud)				

PRW - Appel à projets 2022

Géothermie peu profonde



Etat des lieux en Wallonie

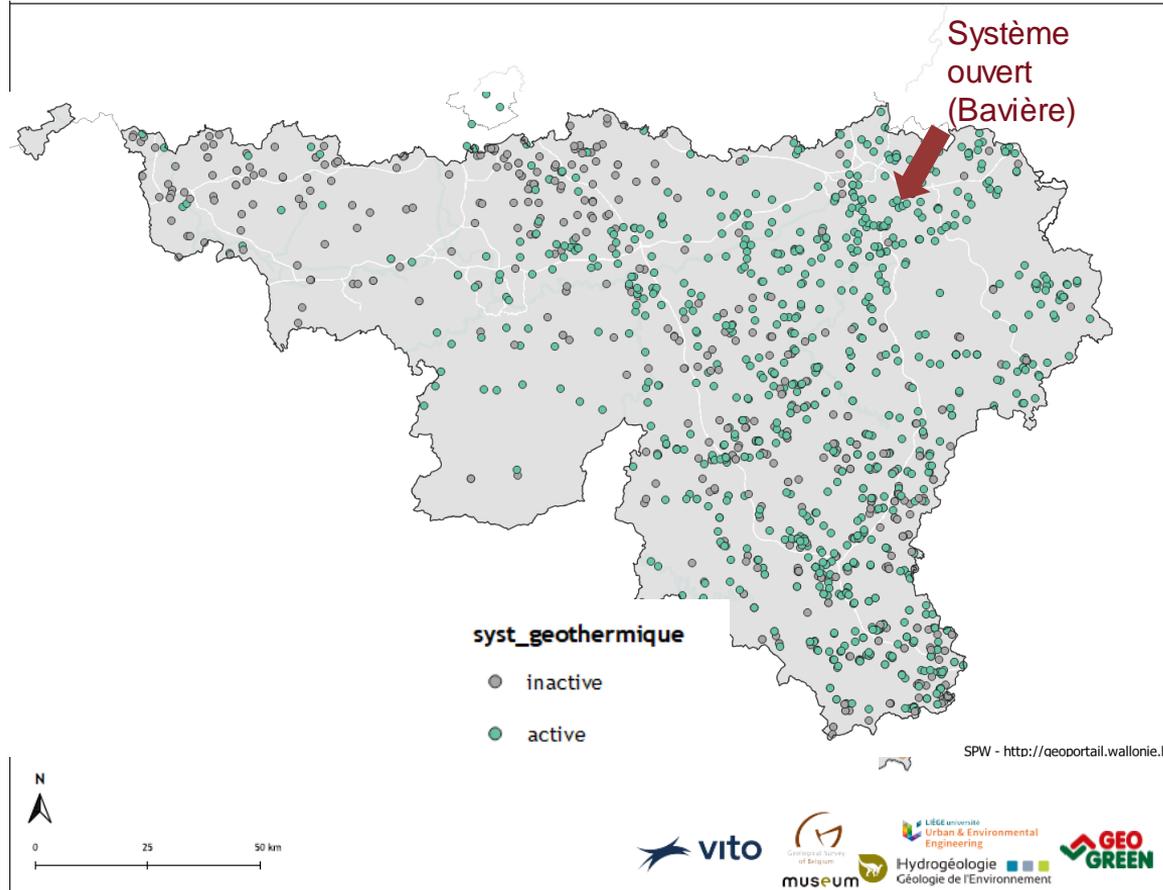
❑ Quels incitants financiers ?

- les aides à l'investissement pour le secteur privé (SPW EER) ➡ 20% de l'investissement (PME et TPE) et entre 8% et 12% GE
- Primes pour les PAC résidentiel (SPW Energie) ➡ montant max 6000€ (fonction du revenu et composition du ménage)
- Prime pour les études de faisabilité (AMURE) ➡ 75% du montant de l'étude, max 5000€ (PME)
- Entreprises en accord de branches ➡ Subventionne les prestations des auditeurs labellisés dans le cadre de chèque pour les PME ou de subvention avec un montant compris entre 50% à 70% en fonction de la taille de l'entreprise
- Prime UREBA (secteur public) ➡ 40% des coûts éligibles
- Appel à projets lancés par GW
- Appel à projets programme FEDER
- Projets Interreg

❑ Géothermie en quelques chiffres...

- Systèmes fermés (sondes géothermiques) : **+/-2000 installations** avec +/- 150 à 200 installations/an
- Systèmes ouverts avec réinjection : **20 projets** (en cours) et **1 projet clôturé** (Bavière)
- Systèmes ouverts avec rejets en eau de surface : en moyenne plus de **40 installations**
- Systèmes miniers : **2 projets** en cours

Etat des lieux en Wallonie



Le potentiel de la géothermie peu profonde

- Les deux grand types d'installation
- Potentiel

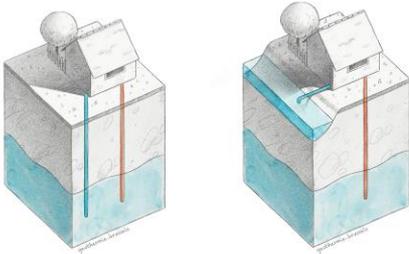


La géothermie peu profonde

Les deux grand types d'installation

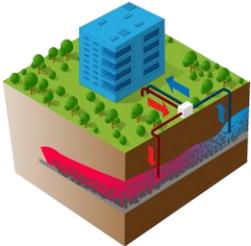
Systèmes ouverts

Boucle ouverte exploitant les calories de l'eau des nappes souterraines (superficielles ou profondes).



Dépend de la présence d'un aquifère et de sa perméabilité

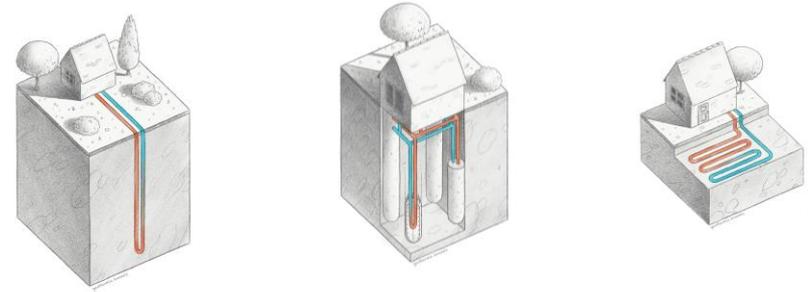
ATES été



ATES: Aquifer thermal energy storage

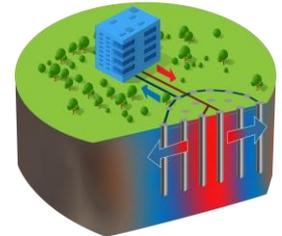
Systèmes fermés

Exploitant les calories du sous-sol (de la très faible profondeur de 1m jusqu'aux sondes verticales profondes 3km)



Dépend principalement du transfert de chaleur de la roche encaissante

BTES été



BTES: Borehole thermal energy storage

Le stockage de l'énergie (refroidissement l'été, chauffage l'hiver)

Système ouvert ou fermé?

Les deux systèmes sont couplés avec une Pompe à Chaleur (PAC) géothermique pour augmenter le niveau de température pour la distribution de chaleur dans le bâtiment mais le choix dépend de l'usage:

Le système fermé peut être installé partout!



Syst fermé	Critères	Syst ouvert
+++	Faisabilité technique et Maintenance	+
+++	Adapté pour une maison unifamiliale	/
+	Efficacité énergétique et puissance	+++
+	Contraintes réglementaires	+++
++	Investissement	+++
+++	Coûts d'exploitation	++

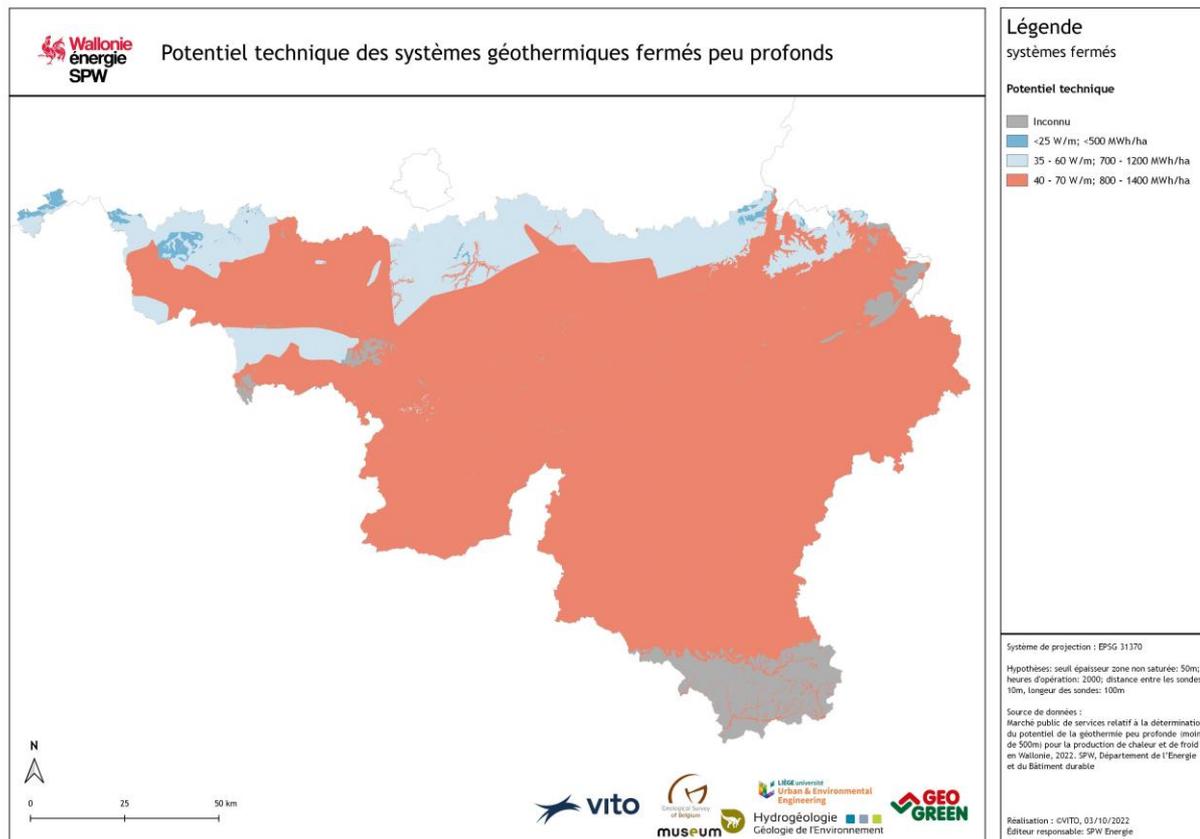
Le système ouvert requiert la présence d'un aquifère

Free cooling possible (sans PAC)



Cartographie du potentiel: systèmes fermés

Grand potentiel pour les systèmes fermés



- Calcul du potentiel technique sur base de valeurs de conductivité thermique λ (W/m.K)
 - Puissance extractible (W/m de sonde)
 - Production d'énergie (MWh/ha)
- Valeurs se recoupent car il existe un range de valeurs par lithologie en fonction de la saturation

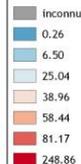
Type de lithologie	Puissance d'extraction (W/m)
Sable sec	< 25
Sable saturé	60
Argile sec	25
Argile humide	35
Calcaires	55
Grès	60
Schistes	50
Quartzites	70

Cartographie du potentiel: systèmes ouverts

Légende

systèmes ouverts

potentiel (MWh/ha)



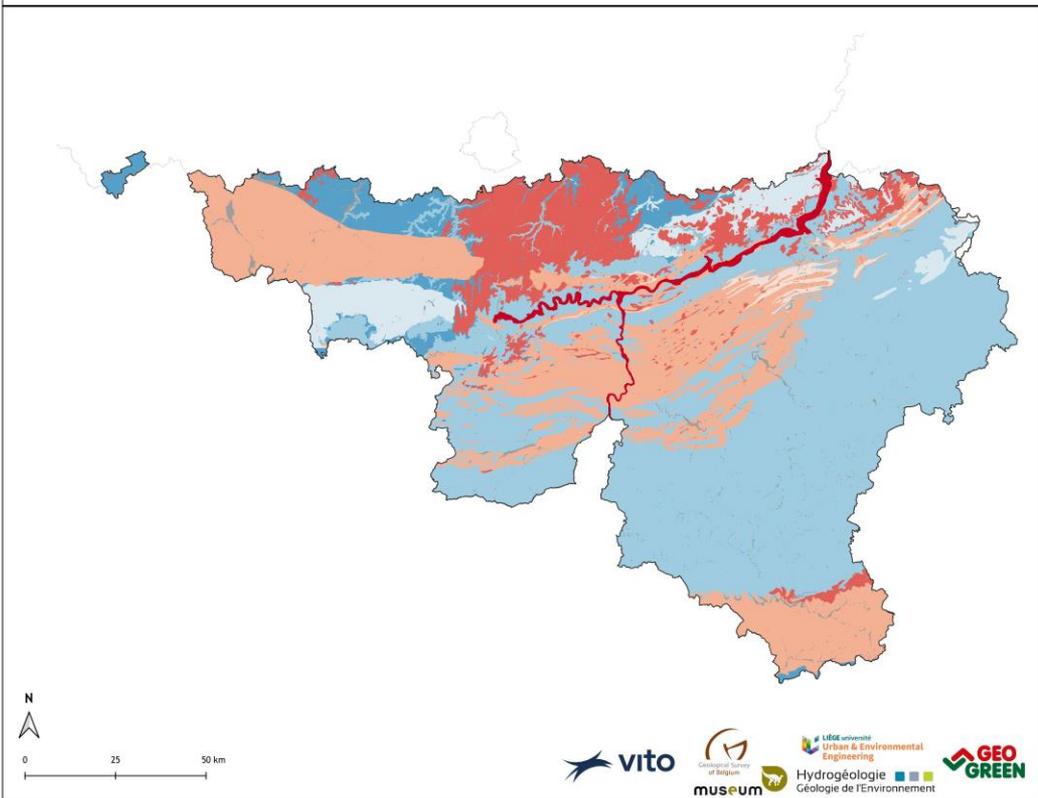
Système de projection : EPSG 31370

Hypothèses: heures d'opération/ans: 2000; dT₆ °C ;
surface: 20 000m² (lithologies homogènes)
ou 40 000m² (lithologies hétérogènes)

Source de données :

- Marché public de services relatif à la
détermination du potentiel de la géothermie peu
profonde (moins de 500m) pour la production de
chaleur et de froid en Wallonie, 2022. SPW,
Département de l'Énergie
et du Bâtiment durable

Réalisation : ©VITO, 03/10/2022
Éditeur responsable: SPW Énergie



Le potentiel technique sous-sol est calculé en fixant:

- le nombre d'heures d'utilisation à 2000h/an,
- le delta de température à 6°C
- la surface nécessaire pour un doublet à 20.000 m² pour les lithologies homogènes (par exemple les sables) et à 40.000 m² pour les lithologies hétérogènes (milieux rocheux fissurés).

Résultats principaux du projet GEOWAL

Un état des lieux des installations de géothermie peu profonde en Wallonie

Une base de données dédiée à la géothermie peu profonde pour l'administration

La définition d'une méthodologie pour déterminer le potentiel technique sur base des données existantes

Des cartes de potentiel pour la géothermie peu profonde

Un guide de bonnes pratiques d'aide à l'exécution en matière de géothermie peu profonde

Un plan d'actions concret pour promouvoir le développement durable de cette filière dans la région

Le potentiel de la géothermie profonde

- Notion de potentiel
- Le Bassin de Mons
- La cartographie de 2010
- Le projet DGE-ROLLOUT



Yellowstone, Belgian Pool, USA

Potentiel de la géothermie profonde

Qu'est-ce que le potentiel du sous-sol?

- **Caractérisation de la ressource** : propriétés géologiques (lithologie, structures), hydrogéologiques (perméabilité, porosité, transmissivité) et géochimiques (composition des fluides), **identification des aquifères et de leurs géométries**
- **Evaluation de la productivité potentielle de la ressource** : épaisseur et profondeur d'accès, température et débit du fluide...



Comment le détermine-t-on?

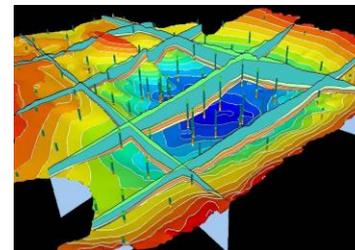
Exploration indirecte (souvent depuis la surface) au moyen de différentes méthodes géophysiques (Sismique réflexion, Electromagnétisme, magnétotellurique, ...)

Exploration directe = forage existants et exploratoires, analyses associées (collecte de données analogues, carottage, échantillonnage, tests de pompages, diagraphies, tests de circulation, géochimie des eaux....)



Forage géothermique de Balmatt, Mol

Modélisation géologiques 2D, 3D
Coupes interprétatives, interpolation...



Mons: un bassin déjà en exploitation

Saint-Ghislain le premier forage géothermique de Belgique
(forage exploratoire du SGB en 1985, profondeur de 5,2km)

Le réservoir du Dinantien (Carbonifère inf.) est exploité entre 1350 et 2630 m de profondeur depuis 1986 (Saint-Ghislain, Douvrain et Ghlin)= 17 MW installés



Three wells in the Dinantian reservoir

Saint-Ghislain alimente en chaleur:

- 355 appartements
- Plusieurs bâtiments administratifs
- 3 écoles
- 1 gymnase
- 1 piscine
- 1 hopital
- Récemment ajouté un "home"

= réseau de chauffage total : approx. 4 km!

Saint-Ghislain

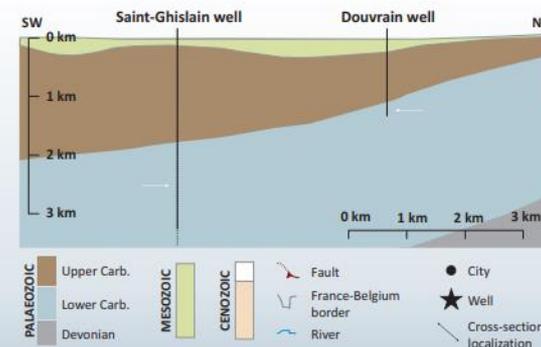
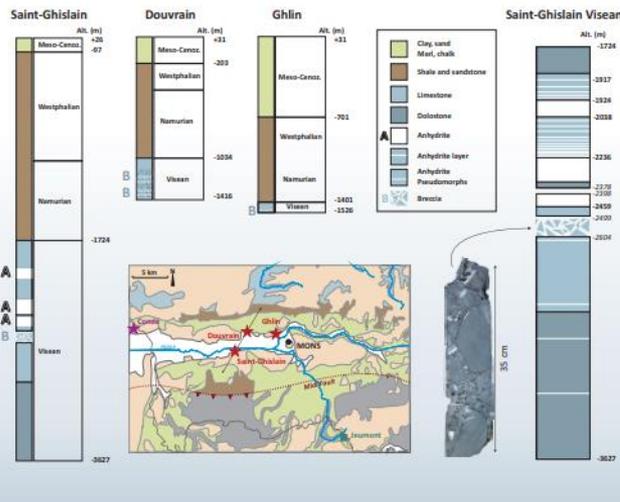
Douvrain

Ghlin

Productive layer : -2.400/-2630 m
Artesian flow rate : 82 m³/h
with pump : 108 m³/h
Static pressure : approx. 5 bars
Maximum temperature : 72 °C
Installed power : 5,5 MW

Productive layer : -1350 m
Artesian flow rate : 96 m³/h
Static pressure : approx. 5 bars
Maximum temperature : 68 °C
Installed power : 5,5 MW

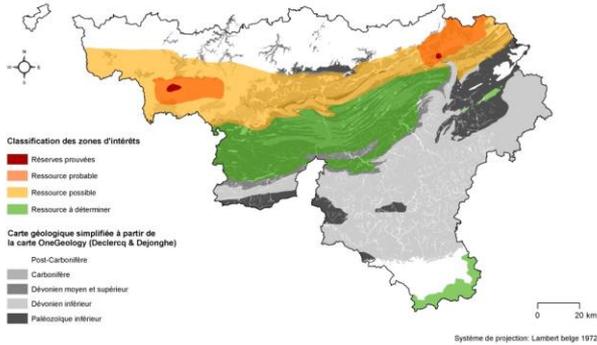
Productive layer : -1550 m
Artesian flow rate : 100 m³/h
with pump : 120 m³/h
Static pressure : approx. 2,5 bars
Maximum temperature : 70 °C
Installed power : 6 MW



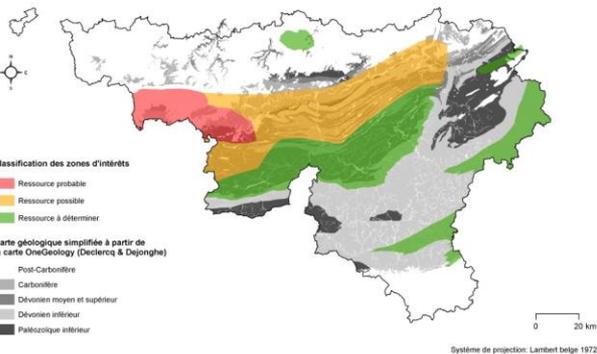
Potentiel de la géothermie profonde

Plateforme géothermie de Wallonie (2011)

Carte des zones d'intérêts géothermique en Wallonie pour la moyenne profondeur (300-3000m)



Carte des zones d'intérêts géothermique en Wallonie pour la grande profondeur (3000-6000m)



Légende

<p>Reserves Proved St Ghislain/ Douvrain Chaudfontaine</p>
<p>Probable resource Mons basin NE Liege basin</p>
<p>Possible Resource Tourmai-Liege axis</p>
<p>Reserve to be determined Dinant synclinorium SE Lorraine Malmedy graben</p>



EXPLORATION DU
SOUS-SOL?



CAMPAGNES
GÉOPHYSIQUES

Interreg 
North-West Europe
DGE-ROLLOUT

Rapport et
cartes ici:



Potentiel de la géothermie profonde

Le projet DGE-ROLLOUT



Développer la Géothermie profonde dans le contexte de l'Europe du Nord-Ouest

1. **Faciliter l'accès** à une source d'énergie locale afin de la rendre plus abordable et offrir aux citoyens de cette Région **une plus grande indépendance énergétique**
2. **Développer la géothermie en Belgique** et en Europe pour exploiter la chaleur naturelle présente dans le sous-sol profond et ainsi **diminuer les émissions de CO₂**
3. **Obtenir une meilleure connaissance du sous-sol** grâce à des mesures géophysiques, similaires à **une échographie** : campagne de décembre 2022 (Geocond2022)

Focus sur le
réservoir du
Dinantien



Potentiel de la géothermie profonde

Le projet DGE-ROLLOUT



Outils et rapports utiles pour un investisseur potentiel:

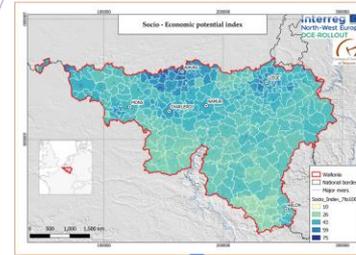
- Exploration toolbox
- Outil d'aide à la décision
- Gestion dur risque financier des projets de GP
- Evaluation économique et environnementale des projets
- Cartographie du potentiel, de la demande de chaleur et des **hotspots**...



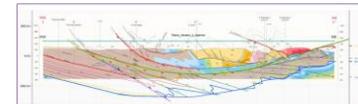
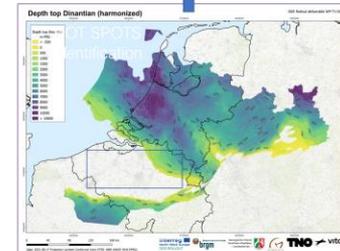
<https://www.europe-geology.eu/scientific-themes/geoenergy/dge-rollout/>

1

Hot spots evaluation



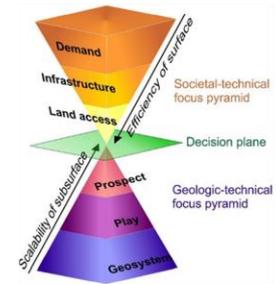
HOT SPOT identification



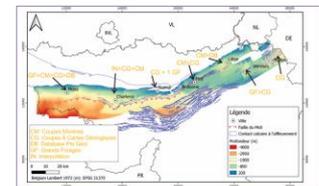
Incertitude mapping



Heat demand in MWh/a per year of the Interreg region for residential and commercial sectors summed-up



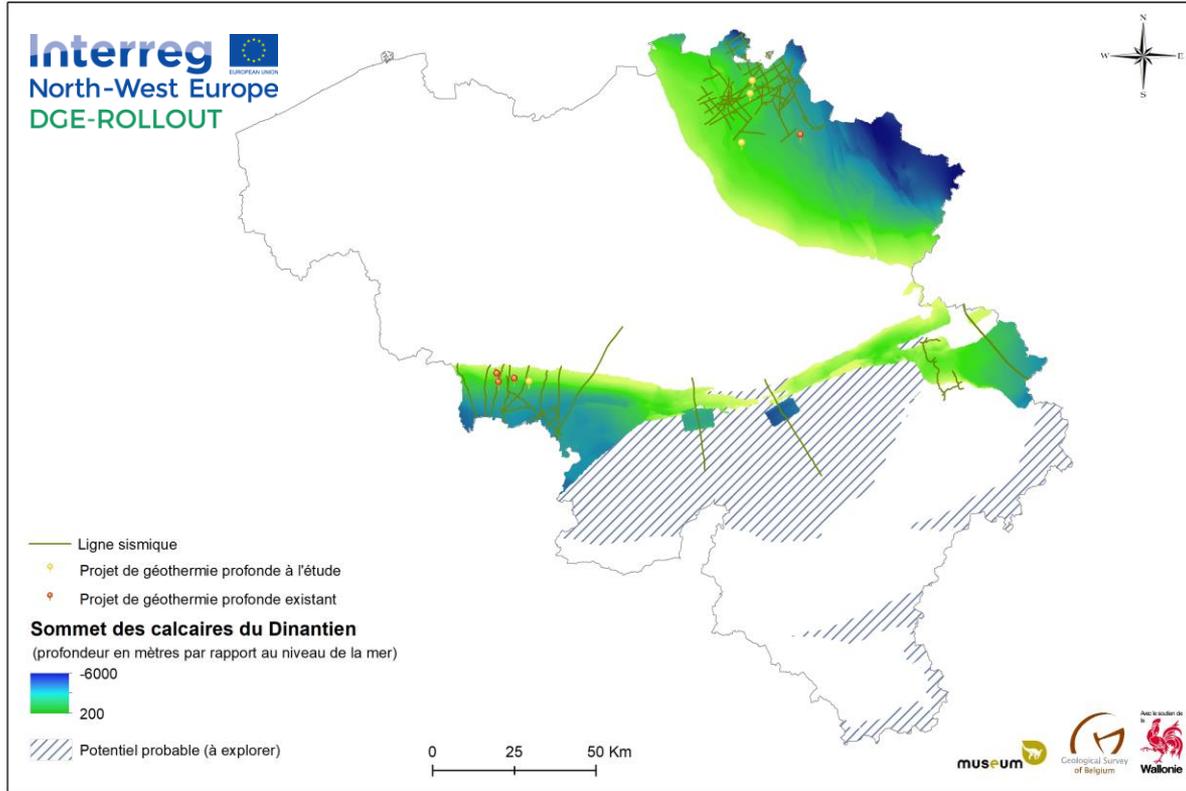
3D modelisation of the top and thickness of the Dinantian reservoir in Wallonia



Depth of the Dinantian limestones in Wallonia and info source

Potentiel de la géothermie profonde

Carte du potentiel de la géothermie profonde (>500m) en Belgique(2023)



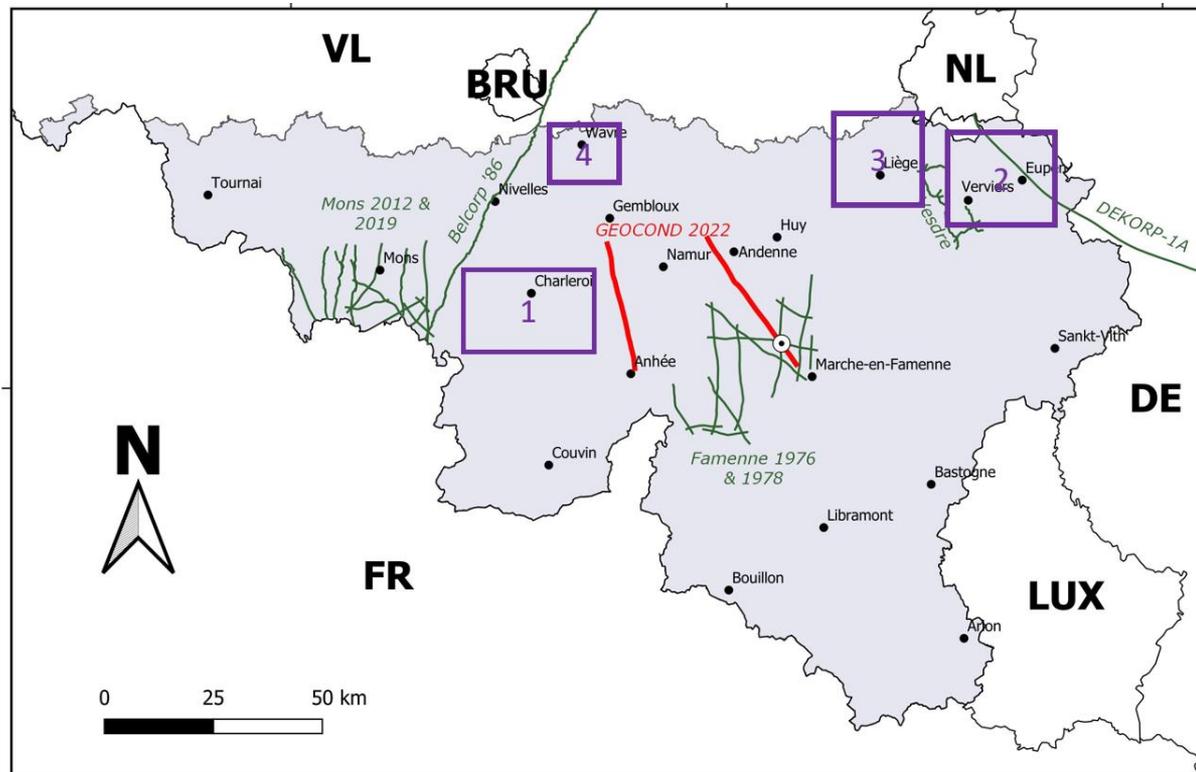
En première approximation, le potentiel technique des calcaires Carbonifères (Dinantien) a été évalué à 1.536 GWh pour la Wallonie...

Beaucoup de régions sont encore très peu contraintes par manque d'informations sur le sous-sol profond...

D'autres réservoirs ont été imaginés grâce à Geocond2022: leur potentiel doit encore être estimé...

Potentiel de la géothermie profonde

Quelles zones seront à l'étude en 2025?



L'exploration du sous-sol (géophysique) va continuer afin de mieux localiser et évaluer les réservoirs profonds et leur géométrie...

- 1-Charleroi
- 2-Verviers-Eupen
- 3-Liège
- 4-Wavre-Ottignies LLN

Perspectives - 2030

- ❑ Renforcer le plan de communication pour promouvoir la filière et la technologie
- ❑ Mise en place d'un évènement annuel pour fédérer le secteur et favoriser les échanges d'expériences
- ❑ Maintenir la base de données à jour (meilleure connaissance du potentiel énergétique/ressource sous-sol)
- ❑ Renforcer les incitants financiers adaptés pour booster la filière (prime pour le forage)
- ❑ Simplifier les contraintes administratives liées au permis d'environnement
- ❑ Mettre en place la formation certifiante RESCERT pour mieux encadrer la qualité des installations. Il existe actuellement un agrément foreurs (SPW ARNE)

Plan de Relance de la Wallonie

- ❑ Réitérer les appels à projets du GW pour le secteur privé et public
- ❑ Continuer à explorer le potentiel du sous-sol wallon/ lancement des campagnes géophysiques en 2025
- ❑ Lancement de deux projets pilotes miniers (Charleroi et Liège)
- ❑ Mise en place du décret garantie pour dérisquer la ressource pour la géothermie profonde en 2024
- ❑ Aider à la mise en place d'une association wallonne/belge pour les professionnels de la géothermie

La géothermie est l'énergie de demain dès aujourd'hui !

MERCI POUR VOTRE ATTENTION



Sonya CHAOUI
SPW-Energie
Contact: sonya.chaoui@spw.wallonie.be

Estelle PETITCLERC
Service Géologique de Belgique
Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique
Contact: epetitclerc@naturalsciences.be