

**CONSTRUCTION DU CADASTRE
GEOTHERMIQUE (SURFACE)**
NOTE MÉTHODOLOGIQUE

Avec le soutien de l'ADEME et de la DGEC, le Cerema mène le projet "BatEnR" consistant à cartographier au niveau national, pour chaque bâtiment résidentiel et tertiaire, les potentiels de développement des énergies renouvelables thermiques.

Pour l'occasion, un « cadastre géothermique », permettant d'identifier les bâtiments pour lesquels une exploitation des ressources géothermales de surface (sur sondes ou sur nappe) serait pertinente, a été développé. Le présent document précise la méthodologie appliquée.

Ce travail est soutenu et financé par la DGEC et l'ADEME.

Introduction

Lancé au printemps 2025, BatEnR répond au besoin précis d'accompagner les collectivités dans la définition d'une stratégie de décarbonation de leurs consommations en chaleur et en froid.

Développé par le Cerema, avec le soutien de la DGEC et de l'ADEME, le développement de BatEnR, au travers d'une base de données *open data* et de **modules cartographiques gratuits**, facilite la réalisation des **plans chaleur & froid**, rendus obligatoires à partir de juillet 2026.

A cette occasion, le Cerema a souhaité développer un « cadastre géothermique »,

permettant de faciliter l'identification du potentiel de développement de la géothermie de surface (nappe et sonde) sur les territoires.

Celui-ci repose sur une simulation d'implantation de sondes à proximité immédiate des bâtiments (dans la limite de la parcelle), croisée au potentiel énergétique du sous-sol (conductivité thermique / présence d'une nappe). Ces données permettent d'identifier les bâtiments où une solution géothermique permet de couvrir en partie ou en totalité les besoins en chaleur du bâtiment.

L'analyse du potentiel de développement de la géothermie ne recouvre ici que la géothermie dite « de surface ». Celle-ci concerne l'énergie présente dans le sous-sol à des profondeurs variant de quelques mètres jusqu'à 200 mètres. À ces profondeurs, la température du sol est relativement constante toute l'année : autour de 10 à 20 °C. L'exploitation de cette ressource nécessite donc une pompe à chaleur (PAC eau-eau) pour alimenter le chauffage et, éventuellement, la production d'eau chaude sanitaire des bâtiments.

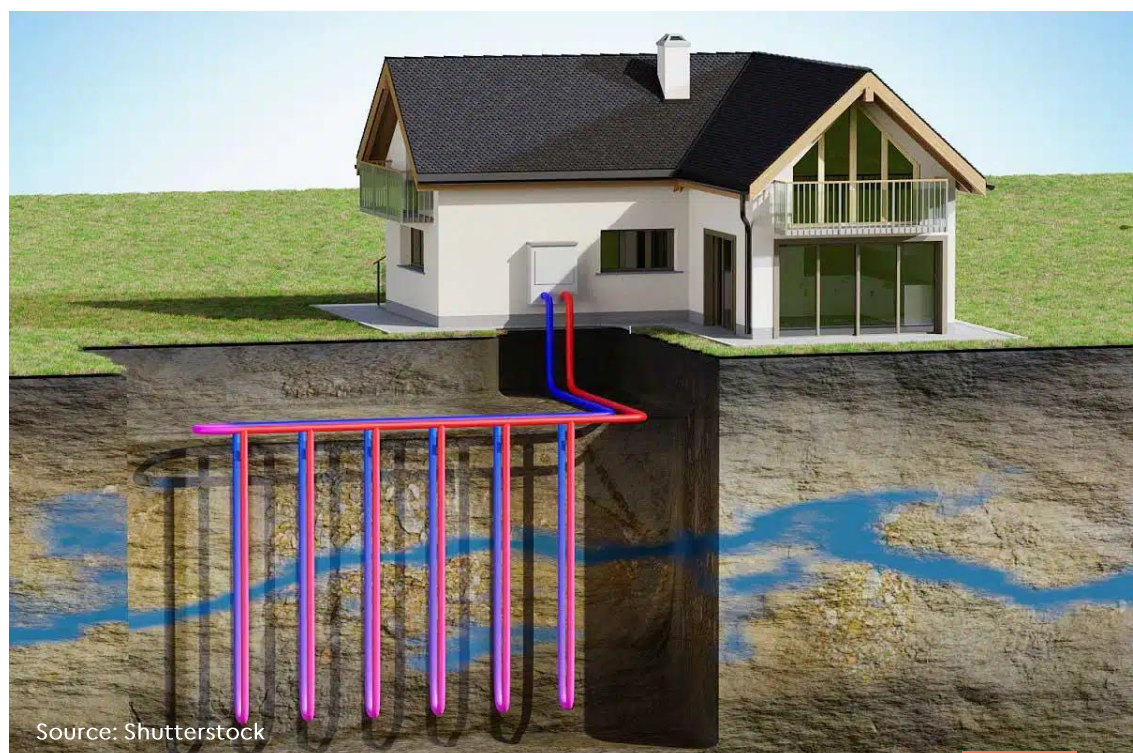
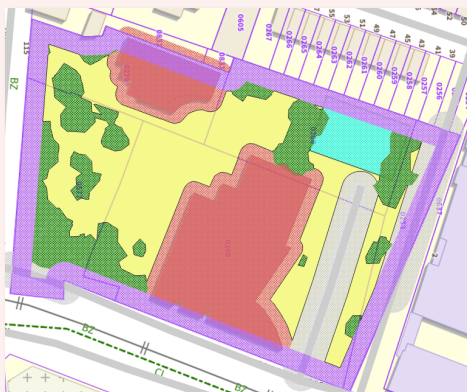


SCHÉMA SYNTHÉTIQUE DES DONNÉES ET MÉTHODES UTILISÉES

1 Simulation du nombre de sondes implantables sur la parcelle



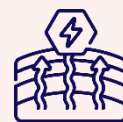
Zone disponible pour des forages sur chaque parcelle (prise en compte de la végétation)



Implantation de sondes distantes de 10 m



2 Estimation de l'énergie géothermique extractible



$$\text{Énergie extractible par mètre de sondes}^{[1]} \times \text{Nombre de sondes} \times \text{Profondeur de sonde}^{[2]}$$

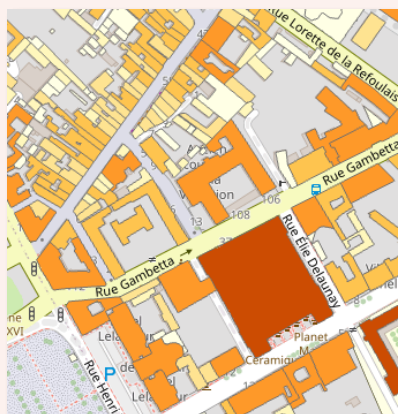
^[1] Donnée fournie par le BRGM : Cartographie de la favorabilité du sous-sol au déploiement de la géothermie de surface sur une sonde verticale / BRGM

^[2] Profondeur de sonde fixée à 200m

3 Croisement avec le besoin en chaleur du bâtiment



Besoins en chaleur des bâtiments

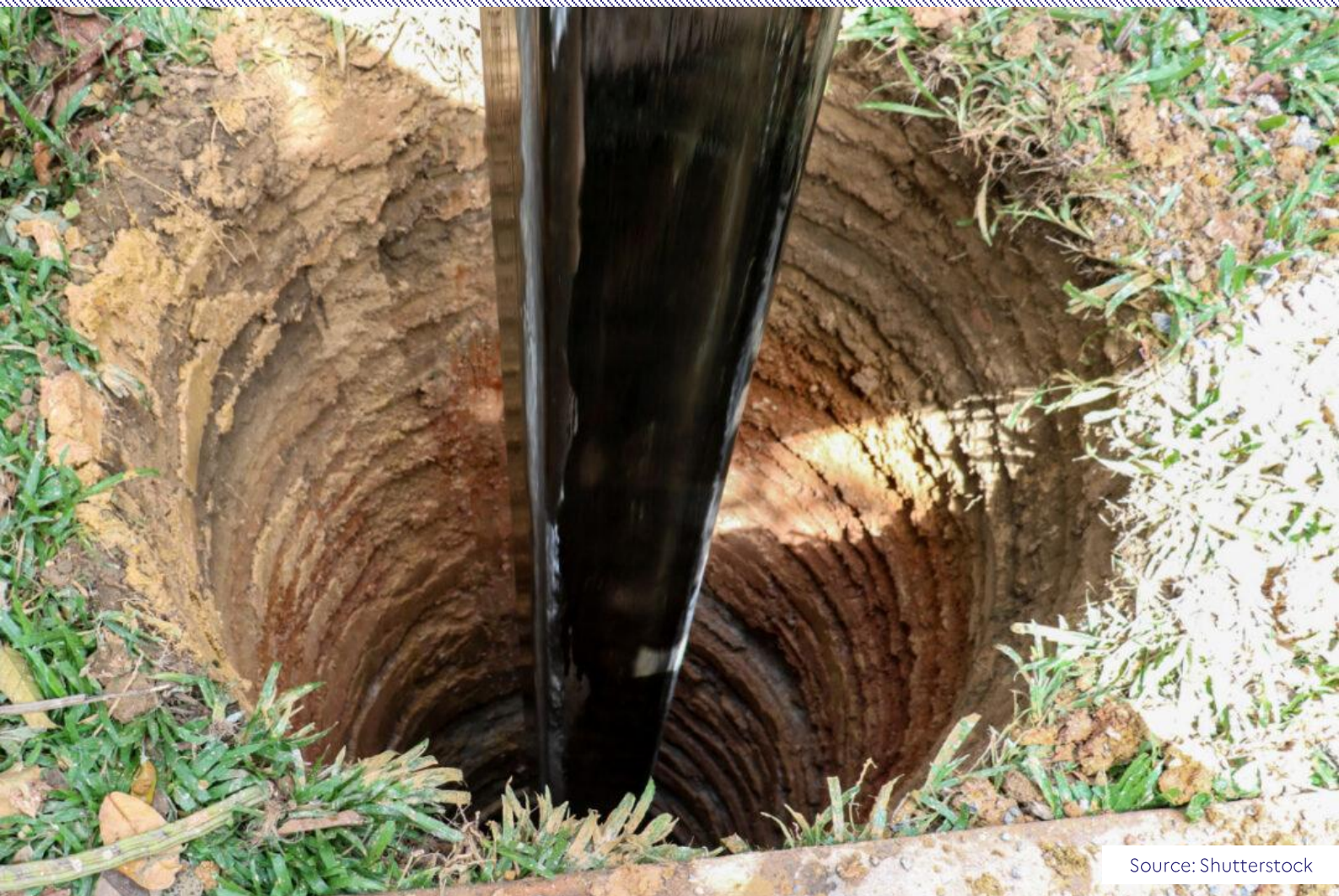


Parcelles (en vert) dont l'énergie géothermique extractible est supérieure au besoin en chaleur du bâtiment



SOMMAIRE

- 1/ Méthode et hypothèses pour simuler l'implantation des sondes _____ **P.5**
- 2/ Estimation de l'énergie géothermique extractible _____ **P.7**
- 3/ Choix des critères de pertinence de la géothermie dans BatEnR _____ **P.8**



Source: Shutterstock

1/ Méthode et hypothèses pour simuler l'implantation des sondes

Les analyses du projet BatEnR ayant pour vocation de caractériser le potentiel de développement des EnR thermiques pour les bâtiments résidentiels et tertiaires, seules les parcelles bâties ont été considérées.

Après concertation avec l'ADEME, le BRGM et l'AFPG, les hypothèses suivantes ont été retenues pour l'implantation des sondes :

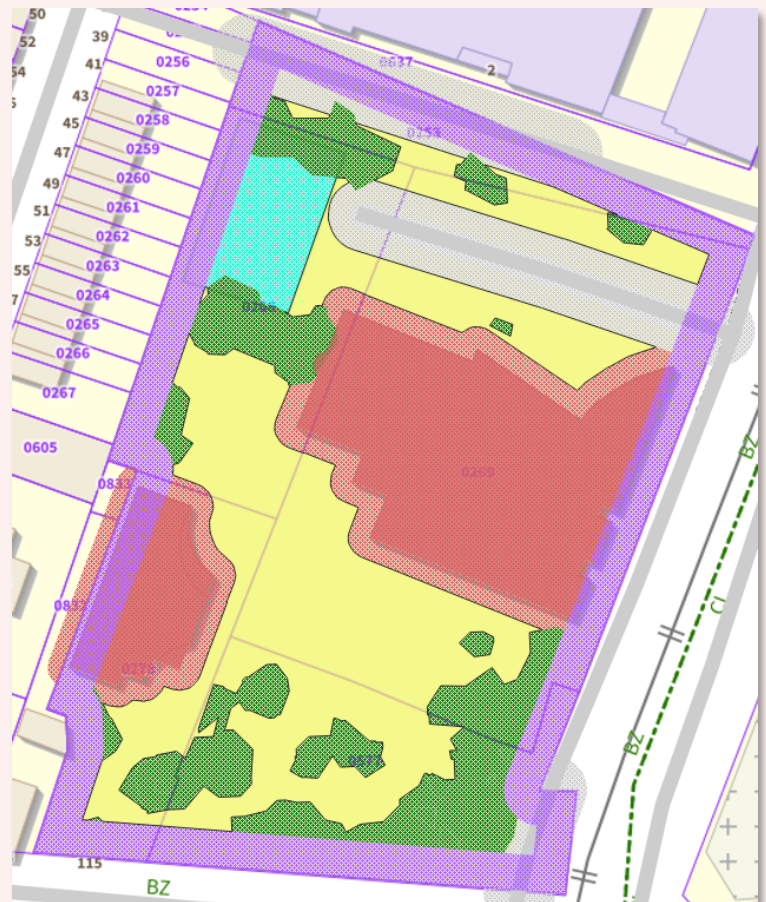
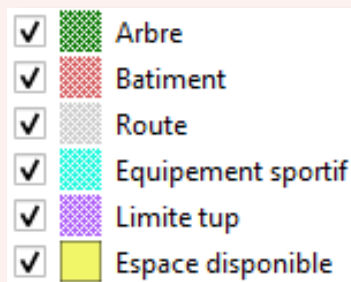
- Une distance entre chaque sonde de 10 mètres ;
- Un espacement entre les éléments bâtis de 3 mètres ;
- Un espacement avec la limite de propriété de 5 mètres.

Également, tous les éléments considérés comme de potentiels « obstacles » à l'implantation de sondes ont été pris en compte :

- Les routes, les plans d'eau et les cimetières (données issues de la BD TOPO de l'IGN) ;
- Les houppiers des arbres (donnée issue la base de données COSIA de l'IGN).

Exemple d'application à l'échelle d'une parcelle

Une fois les éléments cités précédemment pris en compte, la première simulation consiste à déterminer l'espace disponible (ou « zone forable ») sur chaque parcelle (en jaune sur l'exemple ci-contre).



La géothermie sur sondes

Pour la géothermie sur sondes, la méthode consiste ensuite à simuler l'implantation de sondes distantes de 10 mètres.

Méthode pour simuler l'implantation des sondes sur la zone forable

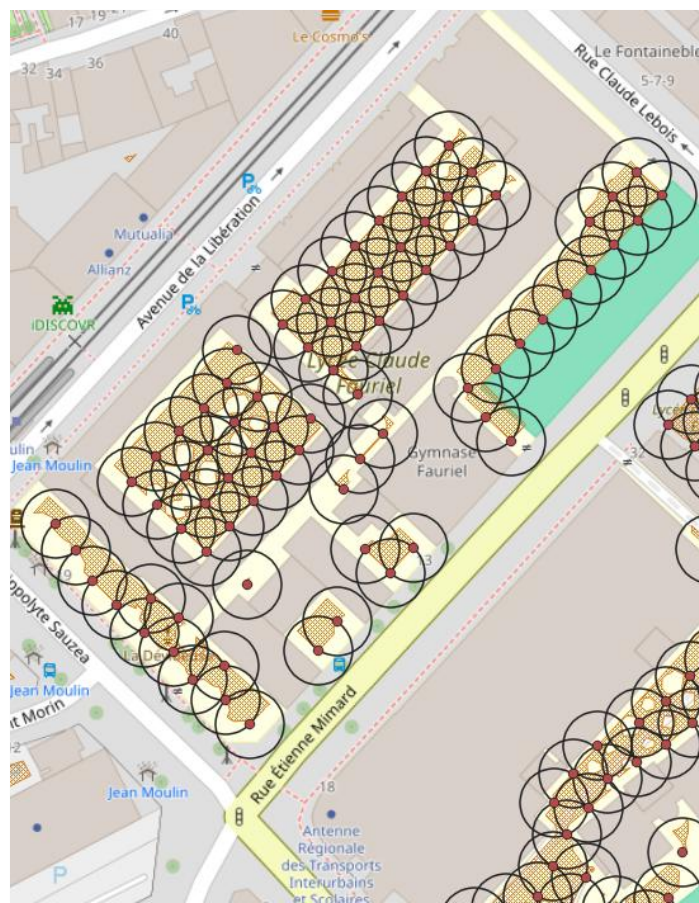
Les emplacements des sondes sont générés par itération, en supprimant successivement les espaces disponibles de la zone forable :

1. Le point le plus au Sud de la zone forable devient un emplacement de sonde.
2. Un cercle de 10 mètres de rayon est retiré de la zone forable autour de la sonde.
3. Itération.

Prise en compte du zonage GMI

À chaque sonde sont associés des productibles énergétiques et des zonages de GMI (vert, orange et rouge) à 50 m, 100 m et 200 m de profondeur.

Le productible considéré pour une parcelle est la somme des productibles de chaque sonde à la profondeur la plus grande sans être en GMI rouge.



Représentation, pour une parcelle, du résultat de la méthode d'implantation de sondes distantes de 10 mètres

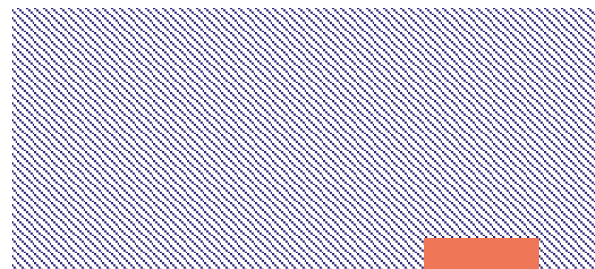


Représentation, pour chaque parcelle d'un quartier, du résultat de la méthode d'implantation de sondes distantes de 10 mètres

La géothermie sur nappe

Pour la géothermie sur nappe, la seule possibilité d'implanter deux puits distants de 20 mètres a été considérée.

La méthode est donc similaire à celle de la géothermie sur sondes en ne considérant que deux sondes distantes de 20 mètres.



2/ Estimation de l'énergie géothermique extractible

Une fois le nombre de sondes implantables sur chaque parcelle estimée, la méthode consiste à estimer l'énergie qu'il est possible d'extraire du sous-sol pour alimenter une pompe à chaleur.

Pour cela, l'étude du BRGM « Cartographie de la favorabilité du sous-sol au déploiement de la géothermie de surface sur une sonde verticale », éditée en janvier 2025, a été utilisée.

La géothermie sur sondes

CARTOGRAPHIE DE LA FAVORABILITÉ DU SOUS-SOL AU DÉPLOIEMENT DE LA GÉOTHERMIE DE SURFACE SUR UNE SONDE VERTICALE / BRGM

Dans le cadre du plan national géothermie publié en février 2023, le BRGM a mis en place un programme pour construire, sur l'ensemble du territoire métropolitain, une cartographie de favorabilité du sous-sol pour la mise en œuvre d'une sonde géothermique verticale sur 4 profondeurs de sondes (50, 100, 150 et 200 m).

Dans cet objectif, les équipes du BRGM ont élaboré une méthodologie permettant d'évaluer les valeurs des paramètres clés du sous-sol pour le dimensionnement de sondes géothermiques :

- la conductivité thermique, regroupant les estimations sur les massifs cristallins et sur les zones sédimentaires,
- la température initiale des terrains traversés moyennée sur la profondeur de la sonde,
- et, en combinant ces 2 valeurs, **la quantité de chaleur extractible par mètre linéaire de sonde géothermique pour un usage de chauffage exclusivement.**

Lien de la ressource : <https://www.geothermies.fr/outils/guides/cartographie-de-la-favorabilite-du-sous-sol-au-deploiement-de-la-geothermie-de>

Concernant la géothermie sur sondes, l'énergie extractible par parcelle bâtie a été calculée selon la formule suivante :

Énergie extractible par mètre de sondes x nombre de sondes x profondeur de sonde

avec une profondeur de sondes fixée à 200 mètres.

La géothermie sur nappe

Concernant la géothermie sur nappes, il n'existe pas de données qualifiant de façon homogène, sur le territoire français, les débits et températures des ressources géothermales sur nappe. Il n'est donc pas possible d'estimer l'énergie extractible de cette ressource.

Le BRGM a toutefois édité une cartographie caractérisant de façon qualitative cette ressource (de très fort à très faible et en indiquant les zones non étudiées).

Celle-ci sera utilisée pour identifier les bâtiments considérés comme favorables à la solution « géothermie sur nappe ».

3/ Choix des critères de pertinence de la géothermie dans BatEnR

La géothermie sur sondes

Sur la base des estimations des besoins en chaleur (chauffage et ECS) des bâtiments résidentiels et tertiaires, il est donc possible de calculer la couverture énergétique annuelle que la géothermie sur sondes peut apporter aux bâtiments. Pour cela, l'énergie extractible de la parcelle est comparée aux besoins en chaleur des bâtiments de cette même parcelle.

Après concertation avec l'ADEME et les principaux représentants de la filière géothermie (AFPG et SER notamment), il a été choisi de considérer les bâtiments comme favorables à la solution « géothermie sur sondes » dès lors que la couverture annuelle (production / besoin) était supérieure ou égale à 80% et que le zonage GMI était vert ou orange à 200 mètres.

$$\text{Couverture annuelle} = \frac{\text{Potentiel de production géothermiesur}_{\text{sondes}}}{\text{Besoins en chaleur (chauffage + ECS)}}$$

Un bâtiment est considéré comme favorable si :

Couverture annuelle > 80%

Représentation des bâtiments considérés comme favorables à la solution « géothermie sur sondes » dans l'outil BatEnR



Représentation des bâtiments selon la couverture annuelle des besoins en chaleur permise par la géothermie sur sondes

