

# Foire aux questions

*Sur la campagne d'acquisition géophysique, avec passage de camions vibreurs :*

## 1. Ce type de campagne d'exploration est-il courant ?

Récemment, des campagnes d'exploration pour identifier les endroits les plus favorables au développement de la géothermie profonde ont eu lieu en [Suisse](#), aux [Pays-Bas](#), en Belgique, au [Luxembourg](#) et également en France. La plus étendue était celle menée dans le cadre de Géoscan Île-de-France. D'autres ont eu lieu sur des territoires plus restreints, comme à Toulouse ou à Douai par exemple. Donc oui, ce type de campagnes est courant et les techniques utilisées éprouvées et bien encadrées par la réglementation. C'est aussi parce que c'est un moment particulièrement favorable au développement de la géothermie (voir [Q3](#)).

## 2. Dans certains territoires, comme par exemple l'Île-de-France, des campagnes similaires ont déjà eu lieu, pourquoi en refaire ?

En effet, entre les années 70 et 90, plusieurs campagnes ont été menées en Île-de-France et plus largement dans les différents bassins sédimentaires français. Cependant, ce n'était pas la ressource géothermale qui était recherchée, mais des hydrocarbures. Si cela a contribué à améliorer les connaissances sur le sous-sol, les "cibles" recherchées à cette période étaient parfois différentes des "cibles" géothermales. En particulier, les "pièges" pour les hydrocarbures se situent généralement dans des formations géologiques différentes de celles que l'on étudie pour la géothermie. Ainsi, les "cibles" géothermales ne sont pas toujours imagées avec précision.

Les technologies de recherche se sont aussi améliorées depuis et permettent d'obtenir des images du sous-sol plus précises ou complémentaires avec les données anciennes.

Refaire des campagnes s'avère donc parfois nécessaire pour mieux cibler l'exploration en fonction de ce que l'on recherche et améliorer la précision des résultats.

Le projet Géoscan Arc, autour de l'étang de Berre, concerne à l'inverse un territoire qui a fait l'objet de peu d'études.

## 3. Pourquoi une campagne maintenant ?

Plusieurs éléments se conjuguent :

- L'urgence de l'adaptation au changement climatique ;

- Un contexte d'augmentation et/ou d'instabilité des prix des énergies conventionnelles (pétrole, gaz, électricité) ;
- Un besoin accru de souveraineté énergétique dans le contexte géopolitique actuel.

La géothermie offre des réponses à chacun de ces points :

- C'est une énergie décarbonée et durable (voir [Q22](#)) ;
- Elle demande un investissement important au départ (CAPEX), mais présente ensuite des coûts d'exploitation stables et réduits (OPEX). Ce coût maîtrisé se répercute sur les factures énergétiques des habitants raccordés aux réseaux de chaleur alimentés par la géothermie ;
- C'est une ressource locale. Issue du territoire, elle est valorisée en proximité.

Le contexte est donc très favorable au développement de la géothermie. Et ce développement demande de connaître le sous-sol, ce à quoi s'emploient les campagnes d'exploration Géoscan.

#### 4. Comment ont-été choisi les lignes de passage des camions ?

Fruit d'un travail de précision, le tracé des lignes de passage des camions vibreurs a été dessiné en fonction :

- Des incertitudes géologiques à lever et de l'appartenance à l'objet géologique d'intérêt ;
- Des zones de développement souhaité de la géothermie déjà identifiées, notamment par les collectivités ;
- Des zones non couvertes par des campagnes passées ;
- De contraintes pratiques au passage des camions.

#### 5. Pourquoi ne faut-il pas toucher aux boîtiers ?

Les boîtiers orange sont des capteurs (ou géophones) qui mesurent les réflexions par le sous-sol des vibrations générées par les camions vibreurs. Si des capteurs manquent le long du tracé, moins de données seront récoltées car les camions ne passent qu'une fois sur chaque point à vibrer. La qualité et la fiabilité des résultats seront alors altérées. Découvrez plus d'informations sur une campagne d'acquisition géophysique avec le passage de camion vibreur sur cette [page dédiée](#).

#### 6. Quelles nuisances peuvent provoquer les vibrations des camions sur les bâtiments ?

Lorsque les vibrations restent dans les limites définies par les normes (APAVE), elles n'ont pas d'impact sur les bâtiments. Les camions ont un programme de vibration défini en fonction des zones de la ville et des bâtiments rencontrés. Il y a des distances de sécurité en fonction de la zone

d'acquisition et chaque vibration est surveillée par une personne munie d'un appareil de mesure placé près des constructions les plus proches.

Les vibrations générées par les camions vibreurs sont régies par les mêmes règles que celles qui s'appliquent par exemple aux chantiers de construction. L'amplitude des vibrations sera du même ordre que celles induites par un compacteur vibrant lors de travaux. La durée sera toutefois plus courte, moins d'une minute en un point vibré donné. Ces opérations seront menées dans le strict respect des normes environnementales, notamment en matière de protection des sols et des infrastructures.

## **7. Quelles nuisances peuvent provoquer les vibrations des camions sur les réseaux en sous-sol (gaz, électricité, eau, télécommunication, internet) ?**

Tenir compte des réseaux présents dans le sous-sol est une exigence réglementaire. Les informations pour les identifier et les localiser sont récoltées auprès des différents gestionnaires et fournisseurs. Cela permet de définir des distances de sécurité en fonction du type de conduites (type de réseaux, matériaux utilisés). En plus de la distance de sécurité, il est aussi possible de baisser l'amplitude des vibrations, si nécessaire. Les opérations sont donc conçues pour que les réseaux en sous-sol ne soient pas impactés.

## **8. Quelle va être l'effet sonore dans la zone sondée ?**

Un camion vibreur effectue un passage unique sur chaque ligne (voir Q4) et l'émission des ondes est de courte durée (environ 1 minute tous les 10 mètres). Suivant la distance à laquelle on se trouve de l'opération, du bruit ou des vibrations (Q6 et 7) peuvent donc être perçus, mais, à un point donné en zone urbaine, l'effet sonore ne devrait pas dépasser 15 minutes. L'équipe fait son maximum pour minimiser les désagréments pour les populations alentour, qui sont prévenues en amont.

## **9. Quel est l'impact sur le trafic routier ?**

L'acquisition se fait de nuit et donc en dehors des heures de pointe du trafic. Il est probable que le passage des camions ralentisse la circulation en ville, voire hors agglomération. Une équipe sur place veille à la sécurité des opérations, au contrôle et à la fluidité du trafic. Les communes et leurs services techniques sont associés à la planification des opérations et à leur déroulement pour en minimiser les impacts. À ce titre, des annonces sont diffusées par les services communaux en amont du passage des camions.

## **10. Quel est l'impact ressenti par les êtres humains et les animaux ?**

En termes de ressenti, à proximité d'un camion vibreur, on peut percevoir des vibrations au niveau du sol, en particulier dans les basses fréquences, comme c'est le cas lors du passage d'un tramway. Toutefois, au-delà d'une certaine distance (>10 m), les vibrations deviennent faibles et elles ne sont quasiment plus perceptibles physiquement (cela dépend de la géologie du terrain en surface et de la disposition des bâtiments).

Il n'y a pas eu d'études sur le ressenti des animaux. Lors des dizaines de campagnes géophysiques déjà effectuées, il n'y a jamais eu de retour de problèmes particuliers alors que des acquisitions ont été réalisées dans des écuries et des centres d'élevage bovin.

La campagne d'acquisition Géoscan Arc traverse des zones Natura 2000 riches en mammifères, oiseaux, reptiles et invertébrés. Ni les espèces, ni leurs habitats naturels ne seront impactés par le passage du camion vibreur. Les fréquences des vibrations sont, par exemple, trop faibles pour être perçues par les espèces de chauve-souris présentes.

Un rapport d'incidence à ce sujet a été déposé aux autorités compétentes. Concernant l'acquisition lacustre, voir ce lien dédié.

## 11. Pourquoi faire l'acquisition terrestre la nuit ?

Cela permet de profiter du calme nocturne, avec un double objectif :

- La circulation routière étant moins importante que pendant la journée, elle est moins impactée par le passage des camions ;
- La faible activité de la nuit permet des enregistrements de meilleure qualité, grâce à la réduction du bruit environnant (celui de la circulation routière entre autres).

*Sur la campagne d'acquisition géophysique en milieu aquatique :*

## 12. Pourquoi acquérir de la donnée sur l'étang de Berre dans Géoscan Arc ?

La campagne Géoscan Arc implique des acquisitions géophysiques sur l'étang de Berre. Il ne s'agit pas d'envisager de développer des installations de géothermie sur l'étang, mais la compréhension globale de l'objet géologique qu'est le synclinal de l'Arc nécessite l'acquisition d'informations à cet endroit pour la continuité des lignes de mesure. Ce type d'opération a déjà eu lieu sur des lacs, comme sur le lac Léman en Suisse par exemple.

## 13. Concrètement, comment ça se passe ?

Sur un lac, les vibrations sont générées par des canons à air (source acoustique) déplacés grâce à une barge. Des capteurs (appelés hydrophones) déposés préalablement au fond de l'étang, enregistrent la réflexion des ondes.

Vous trouverez plus d'information sur cette [page dédiée](#).

#### 14. Quelles conséquences pour le milieu aquatique ?

Conformément à la loi sur l'eau, un rapport d'incidence (IOTA) a été préparé et déposé auprès de la Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) des Bouches-du-Rhône. Pendant la campagne, les équipes chargées d'effectuer les mesures veillent à minimiser l'impact environnemental (faune et flore). La barge source démarre graduellement l'émission des ondes acoustiques dans l'étang pour permettre l'éloignement des espèces marines. L'expérience acquise au cours de campagnes précédentes montre que celles-ci reviennent sur les lieux après les mesures.

*Sur les résultats des campagnes géophysiques et des projets dans leur ensemble :*

#### 15. Quels seront les résultats de la campagne ?

Le traitement des signaux enregistrés va permettre de déterminer la géométrie des formations géologiques et les propriétés du sous-sol. Ces données seront intégrées avec d'autres informations géoscientifiques (géologiques, hydrothermiques et géochimiques) et permettront d'identifier les zones les plus favorables au développement de la géothermie profonde dans les territoires étudiés (cartes de potentiel).

#### 16. À quoi vont servir les résultats ?

Les informations relatives aux données du sous-sol et aux zones favorables pour le développement de la ressource géothermique profonde seront mises à la disposition des collectivités territoriales, des acteurs des territoires et des opérateurs de géothermie. Ces éléments seront cruciaux pour la prise de décision concernant le développement de cette ressource pour l'alimentation de réseaux de chaleur ou des usages industriels ou agricoles.

Les résultats contribueront également à accroître globalement la connaissance du sous-sol de ces territoires.

**17. Les communes sur les tracés du passage des camions sont-elles les seules concernées par les résultats ?**

Les lignes d'acquisition de données géophysiques sont en partie déterminées en fonction de la cohérence de l'objet géologique considéré (voir Q4 pour les autres déterminants). Cela signifie que les nouvelles connaissances vont permettre de mieux comprendre cet objet géologique dans sa globalité, donc à une échelle qui dépasse celles des territoires qui auront vu passer les camions vibreurs.

**18. Est-ce que les informations récoltées peuvent servir à d'autres choses qu'au développement de la géothermie ?**

Les campagnes d'acquisition géophysiques sont un moyen d'acquérir des connaissances sur le sous-sol de façon indirecte, sans avoir à réaliser de forages. Elles peuvent être effectuées à différentes fins et sont adaptées à ce que l'on cherche. Les données acquises augmentent globalement la connaissance du sous-sol et devraient être complétées si on voulait, par exemple, étudier des possibilités de stockage de chaleur. Comme on l'a vu (voir Q2), les campagnes effectuées dans les années 80 en Île-de-France pour la recherche d'hydrocarbures, ont fourni des informations précieuses, qui peuvent être utiles pour la géothermie, mais doivent être complétées.

**19. Combien de temps faudrait-il pour que cela débouche sur la création d'une installation de géothermie ?**

En Île-de-France, des projets d'installations sont déjà en cours sur le territoire. Dans le synclinal de l'Arc, deux projets d'installations sont à l'étude. Les deux campagnes Géoscan, et les résultats qui en découleront, visent à en faire naître de nouveaux. De façon globale, il faut compter environ 5 ans entre les études de faisabilité et la mise en service d'une installation (études, financement, permis, travaux).

*Sur la géothermie :*

**20. Dans les années 80, certaines installations de géothermie, notamment franciliennes, n'ont pas fonctionné. Pourquoi est-ce que ce serait aujourd'hui différent ?**

Quelques installations dans les années 80-90 ont connu des difficultés techniques dues à des phénomènes de corrosion et de dépôt affectant les tubages à l'intérieur des forages en raison de la

qualité du fluide exploité. L'expérience acquise par la suite a permis à la profession de tirer des leçons. Elle a mis en place des méthodes correctives pour les opérations en difficulté et des moyens de prévention pour les nouvelles installations, favorisant ainsi leur durée de vie. C'est ce qui fait qu'aujourd'hui, les acteurs du secteur croient au potentiel de développement de cette énergie et l'étudient, notamment avec les projets Géoscan.

## 21. Quel impact aurait pour le territoire la création d'une installation de géothermie ?

Ce serait d'abord de pouvoir disposer d'une énergie décarbonée, à un prix stable et maîtrisé. Le coût médian en sortie de centrale de production de la géothermie profonde est de 38 € HT/MWh d'après l'ADEME. Une installation permet d'éviter jusqu'à 15 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Les aspects négatifs lors de la création d'une installation sont en général liés aux nuisances pendant les travaux de forage qui durent environ 3 mois et engendrent un peu de bruit et une circulation routière plus importante que la normale autour de la zone des travaux. Des mesures compensatoires peuvent être adoptées pour limiter ces impacts (mur anti-bruit, foreuse électrique, etc.). Une fois cette phase de travaux achevée, la centrale fonctionne en silence et ne nécessite pas d'approvisionnement qui engendrerait une circulation supplémentaire. Mobilisant un espace restreint, elle s'intègre bien au paysage.

## 22. La géothermie est-elle vraiment une énergie renouvelable ?

Cela renvoie à plusieurs questions :

- La géothermie est-elle une énergie décarbonée ?

La géothermie utilisée pour alimenter un réseau de chaleur est 240 fois moins carbonée que du gaz naturel (part géothermie, base de données empreinte carbone ADEME). La géothermie couvre en règle générale environ 70 % des besoins d'un réseau de chaleur. En période de forts besoins (grands froids), un appoint est apporté à partir de gaz naturel.

- La géothermie est-elle respectueuse des écosystèmes et de la biodiversité ?

Les puits et leur exploitation ne perturbent pas la vie végétale ou animale, rare dès que l'on pénètre le sous-sol. La réglementation impose que les aquifères environnants soient protégés, surtout s'il s'agit de source d'eau potable. La géothermie profonde est donc respectueuse de l'environnement.

- L'exploitation de la géothermie est-elle viable dans le temps (durable) ?

Le principe du doublet de géothermie est que l'on prélève un fluide chaud, par le biais d'un puits de production, pour valoriser ses calories et que l'on réinjecte ce même fluide refroidi, par un puits de réinjection, dans l'aquifère dans lequel il a été initialement prélevé. Sur la durée, la réinjection d'une eau plus froide entraîne l'apparition d'une « bulle froide » qui pourrait refroidir à terme le fluide chaud prélevé au niveau du puits de production. Ce phénomène est étudié en amont de la réalisation du forage puis surveillé durant l'exploitation de façon à être retardé. La distance entre les puits de production et de réinjection est dimensionnée à cet effet. Elle prend en compte les paramètres du sous-sol et s'inscrit dans un cadre réglementaire. La durée d'exploitation d'un site est estimée à 50 ans. À sa fermeture, la ressource se réchauffera naturellement sur le temps long.

### **23. Si un projet de géothermie se développe, y-a-t-il un risque sismique ? D'autres risques ou nuisances ?**

Ce risque est faible et n'a jamais été observé en contexte sédimentaire sans activité tectonique, tel que la géothermie alimentant des réseaux de chaleur se pratique dans les Bassins parisien et aquitain.

Une opération française, menée au nord de Strasbourg, à 5 km de profondeur, avait provoqué une sismicité ressentie en surface, en raison d'opérations de stimulation mal maîtrisées par l'opérateur. Cela a donné lieu à la production d'un [guide de bonnes pratiques](#) que doivent suivre les opérateurs, encadrés par les services de l'Etat.

Le synclinal de l'Arc est un territoire géologiquement différent du Bassin parisien, où il existe une sismicité naturelle. Les futures installations feront donc l'objet d'un encadrement et d'une surveillance accrus. La campagne Géoscan Arc devrait aussi permettre de mieux comprendre les structures tectoniques en présence.

Comme pour tous travaux importants, la réalisation d'un forage entraîne des nuisances ponctuelles (bruits, circulation, ...). Une fois en place, une installation de géothermie profonde s'intègre bien au territoire parce qu'elle demande relativement peu d'espace et ne produit pas de bruit. Sans nuisance visuelle, sonore ou olfactive, elle est considérée comme une énergie renouvelable très bien adaptée au milieu urbain.

### **24. Géothermie profonde, géothermie très profonde, géothermie de surface... il existe plusieurs géothermies ?**

En effet ! On mobilise la chaleur de la terre en fonction des usages que l'on veut en faire : chauffer ou rafraîchir une maison, chauffer un quartier, produire de l'électricité... Cela n'implique pas le même type d'installations. Celles qui pourraient être développées grâce aux résultats de Géoscan sont les premières sur ce schéma, qui produisent de la chaleur et de l'eau chaude sanitaire, pour les réseaux de chaleur ou directement pour les usages industriels ou agricoles.



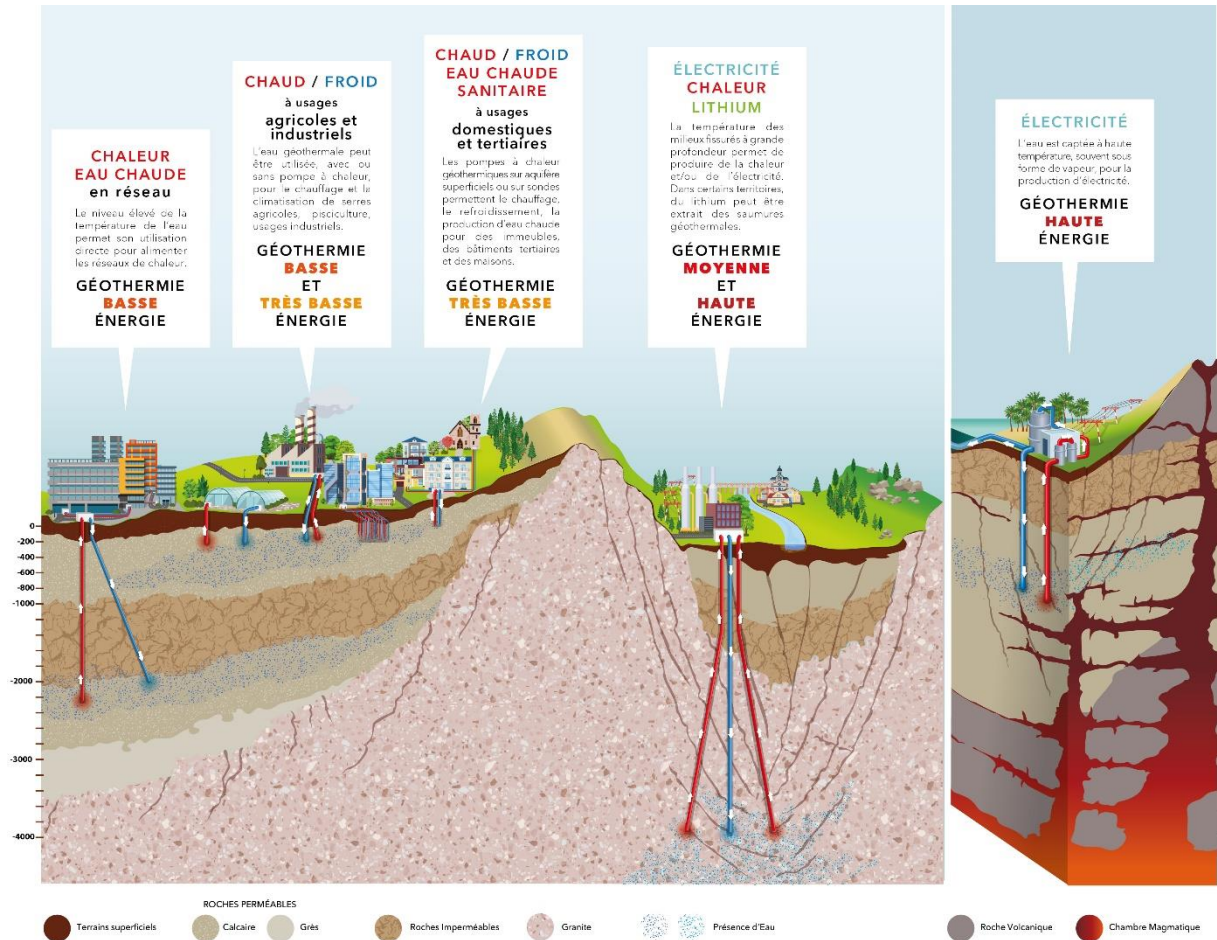


Figure 1 : Panorama des usages de la géothermie © ADEME-BRGM