

Un sous-sol « sous-estimé » par les collectivités territoriales ? État des lieux et perspectives à partir de l'exemple de la géothermie

Benoit Boutaud et Élodie Jeandel

Volume 23, numéro 2, septembre 2023

Varia

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1108838ar>
DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.41684>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Boutaud, B. & Jeandel, É. (2023). Un sous-sol « sous-estimé » par les collectivités territoriales ? État des lieux et perspectives à partir de l'exemple de la géothermie. *VertigO*, 23(2), 1–38. <https://doi.org/10.4000/vertigo.41684>

Résumé de l'article

La question du rôle des collectivités territoriales en matière de mise en valeur du sous-sol se pose ces dernières années alors que l'État en a longtemps été le principal acteur. Si leurs prérogatives en matière d'énergie et d'environnement se sont accrues, le sous-sol souffre cependant d'un manque d'intérêt et d'une certaine invisibilité de leur part qui conduisent à une sous-estimation de sa contribution potentielle à la transition énergétique. L'objectif de cet article est d'apporter des éclairages sur le rapport qu'entretiennent ces acteurs avec cette partie non visible de notre environnement, en se fondant pour cela sur une série d'entretiens et en s'intéressant principalement au cas de la géothermie. Les conclusions font apparaître que leur niveau de connaissance est globalement très faible, bien que des sources d'information variées existent. Il résulte d'un ensemble de facteurs défavorables, jusqu'ici largement dominants (confusions techniques, temporalité des projets, concurrence avec les autres énergies, volume des investissements, faible prise en compte dans les réflexions et les documents d'urbanisme, ambivalence de la médiatisation), et d'autres qui sont plus favorables (solution bas carbone, source renouvelable d'énergie non intermittente, emprise spatiale limitée, potentiel important). Une situation qui pourrait cependant changer compte tenu de la crise énergétique, du souci d'accroître l'indépendance énergétique, et de la recherche de solutions capables de contribuer massivement à l'effort de transition.



Un sous-sol "sous-estimé" par les collectivités territoriales ? État des lieux et perspectives à partir de l'exemple de la géothermie

Benoit Boutaud et Élodie Jeandel

Introduction

- 1 Le sous-sol se caractérise par une multifonctionnalité associée à ses propriétés de contenant, de contenu et d'espace poral. Il offre de nombreuses ressources (hydrocarbures, minerais, eau potable, réservoir de chaleur), sert de support à la création d'infrastructures urbaines et permet le stockage de fluides (CO₂, H₂, hydrocarbures, et *cetera*), de déchets radioactifs ou hautement toxiques (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Parriaux et al., 2010). Ces ressources ont souvent été décisives dans le choix d'implantation des sociétés humaines, le développement urbain et la densification des métropoles (Parriaux et al., 2010). À partir de la révolution industrielle, l'extraction de matériaux et de ressources fossiles devient en particulier rapidement indispensable. Une utilisation du sous-sol qui est aujourd'hui doublement questionnée en raison de ses effets néfastes sur l'environnement, mais aussi des opportunités qu'elle offre en faveur de la transition énergétique (Le Berre et Chailleux, 2021)¹. En effet, si son exploitation est à l'origine de l'épuisement des ressources fossiles et minières, d'émissions de gaz à effet de serre et de pollutions, il est paradoxalement l'espace à l'intérieur duquel se trouvent certaines solutions à ces problèmes (Culot, 2022 ; Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021).
- 2 La transition énergétique tend à renouveler ses usages qui passent d'un modèle purement extractif basé sur les mines et les hydrocarbures à un autre fondé sur des solutions de stockage (hydrogène, chaleur, carbone, et *cetera*) et de production d'énergie renouvelable (géothermie). Elle implique également le développement de

moyens de production adaptés (mobilité électrique, batteries, énergies renouvelables, hydrogène) engendrant une évolution de la demande en matières premières (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Tardieu, 2019). Les différentes filières du sous-sol ne sont pas soumises aux mêmes enjeux dans ce contexte de montée en puissance des préoccupations climatiques, sociales ou de durabilité (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Chailleux et Hourcade, 2021 ; Galin, 2016). La géothermie occupe par exemple une place particulière en tant que source d'énergie peu carbonée. D'autres filières suscitent également un intérêt renforcé comme le stockage de CO₂ et d'énergie, ou émergent à l'image de l'hydrogène naturel. La quasi-totalité d'entre elles fait en tout cas l'objet de débats, voire de controverses, à l'instar du secteur minier.

- 3 En France, la régulation et le développement de ces différentes filières incombent traditionnellement à l'État qui est chargé de définir leurs orientations stratégiques. Toutefois, la récente modernisation du code minier initiée par la Loi climat et résilience du 22 août 2021 a renforcé les modalités d'information et de participation des collectivités territoriales. Une évolution à replacer dans le cadre d'une série de mesures législatives leur transférant différentes compétences liées à l'énergie, et qui en font aujourd'hui des actrices à part entière de la transition aux côtés de l'État (Poupeau et Boutaud, 2021)². Des changements qui sont également à interroger compte tenu de la place qu'occupe l'exploitation du sous-sol dans les politiques publiques par rapport notamment aux autres énergies renouvelables. En effet, ce secteur possède une histoire et des caractéristiques spécifiques qui font qu'il demeure peu ou mal connu des élus et des fonctionnaires territoriaux : technicité, complexité de la réglementation, multiplicité des acteurs impliqués, contribution à l'indépendance énergétique, logique industrielle propre ou poids des représentations.
- 4 À quelques exceptions près, la question de l'exploitation du sous-sol est un sujet qui a suscité relativement peu de publications en sciences humaines et sociales comparativement à son importance dans le développement de nos sociétés (voir par exemple Spijkerboer et al., 2022 ; Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Blanck, 2021 ; Chavot et al., 2021 ; Labussière, 2021 ; Chavot et al., 2019a ; Manzella et al., 2019 ; Serrano et al., 2019 ; Stein, 2019 ; Chailleux et Arnauld de Sartre, 2018 ; Gunzburger et al., 2017 ; Pellizzone et al., 2017 ; Bergeron et al., 2015 ; Baudrin et al., 2014). C'est ce qui a motivé la rédaction de cet article, dont l'objectif est d'apporter des éléments d'analyse concernant les relations entre les collectivités territoriales et le sous-sol. Quels sont leur niveau de connaissance et leurs sources d'information, alors même que l'accès à l'information est apparu comme un élément clé de certaines controverses (Chavot et al., 2021) ? Quelle est l'importance des enjeux liés au sous-sol pour les collectivités ? Quels sont les motivations et les freins au développement des projets ? Afin de répondre à ces questions, nous nous sommes intéressés aux communes, aux EPCI (établissements publics de coopération intercommunale) et aux métropoles à travers le couple élus-fonctionnaires territoriaux qui a été considéré d'un seul bloc, nonobstant une attention particulière portée aux élus. Malgré des disparités en matière de potentiels géologiques, aucun périmètre géographique n'a été ciblé en particulier. L'étude s'est d'une part appuyée sur la littérature scientifique et grise, ainsi que sur douze entretiens semi-directifs menés auprès de professionnels du secteur en lien direct avec ces élus entre mars 2020 et janvier 2022 (associations de collectivités ou de professionnels, chercheurs, fonctionnaires, et *cetera*). D'autre part, le choix a été fait de

s'intéresser principalement à la géothermie, technique qui offre différentes possibilités aux collectivités pour mettre en œuvre la transition énergétique sur leur territoire.

- 5 Nous avons suivi un cheminement en quatre étapes. La première présente les enjeux de recherche relatifs aux relations qu'entretiennent les collectivités avec leur sous-sol, en particulier leur rôle en arrière-plan s'agissant de sa gestion qui connaît toutefois des avancées récentes. La seconde étape donne des éléments de compréhension expliquant leur faible niveau de connaissance à ce sujet. La troisième s'intéresse au dispositif informationnel à leur disposition. Enfin, la quatrième détaille les facteurs favorables et défavorables qui peuvent déterminer l'intérêt des collectivités et des élus pour les projets d'exploitation du sous-sol, en particulier pour la géothermie.

Collectivités et sous-sol : un objet de recherche pour les sciences humaines et sociales

Les différentes filières du sous-sol

- 6 Le sous-sol contient de nombreuses ressources et peut satisfaire différents types d'usages, même si la France a choisi de ne pas toutes les exploiter. Si l'on s'en tient à l'histoire récente, l'exploitation pétro-gazière a connu son apogée au milieu du 20^e siècle avant de décroître de façon continue. Deux lois actent son abandon programmé en 2011 et 2017³, la France devenant le premier pays à mettre fin à la recherche et à l'exploitation des hydrocarbures conventionnels et non conventionnels à l'horizon 2040. L'exploitation des mines et des carrières, basée en particulier sur le couple charbon et fer (Nord-Pas-de-Calais et Lorraine pour les plus grosses exploitations), décline à partir des années 1980. Toutefois, l'ouverture de nouvelles mines pour répondre à la dépendance européenne en matière de métaux et de terres rares nécessaires à la transition énergétique est en discussion depuis quelques années (Varin, 2022 ; Pitron, 2018). De nouveaux concepts sont apparus comme celui de mine « responsable » et « durable », avec comme ambition de faire émerger des projets plus respectueux de l'environnement (Loi climat et résilience du 22 août 2021). Le sous-sol abrite également des solutions en matière de stockage. Il existe 23 sites de stockage pour le gaz naturel, les hydrocarbures liquides, le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et les produits chimiques ; des projets démonstrateurs testent le stockage massif d'hydrogène en cavité saline et ont expérimenté celui du CO₂, d'autres le stockage souterrain d'air comprimé et le stockage thermique. Le stockage de déchets radioactifs fait également l'objet de travaux de recherche.
- 7 Parmi ces ressources, la géothermie se distingue en raison des solutions qu'elle offre en matière de satisfaction des usages énergétiques et parce qu'elle entre dans le champ de compétences des collectivités territoriales, que celles-ci soient optionnelles (gestion des réseaux de chaleur), historiques (distribution de l'électricité et du gaz opérant dans une logique décentralisée avant la nationalisation de la production, du transport et de la distribution) (Belot et Juilhard, 2006), ou associées aux politiques récentes de transition énergétique. Cette compétence est toutefois restée limitée jusqu'à une période récente. Les premières expérimentations en matière de géothermie couplée à un réseau de chaleur ont eu lieu à la suite du premier choc pétrolier en 1973. Dans les bassins parisien et aquitain, des réseaux de chaleur urbains utilisant la technique du doublet desservent le secteur résidentiel, des bâtiments publics, des locaux industriels ou des

serres (AFPG, 2021 ; Wannous, 2013). Dans les années 1990 et 2000, le rythme des projets est limité par les prix bas des énergies fossiles puis augmente dans les années 2010 dans le cadre d'un soutien à la filière (fonds chaleur, instauration d'une TVA réduite). La géothermie est alors considérée comme pouvant jouer un rôle dans la politique de transition énergétique programmée par les pouvoirs publics. Elle est aujourd'hui devenue une filière dont l'intérêt potentiel pour la décarbonation des économies a été récemment reconnu par les pouvoirs publics (ministère français de la Transition énergétique, 2023 ; Haut-Commissariat au Plan, 2022), même si elle reste encore peu connue par les Français. Selon l'enquête annuelle « les Français et l'environnement », la géothermie apparaît par exemple comme l'une des énergies renouvelables les moins connues, ne serait-ce que de nom, sa notoriété étant en baisse par rapport à 2014 (OpinionWay et Ademe, 2021). Il existe plusieurs techniques ayant des caractéristiques différentes : la géothermie de surface, sur nappe ou sur sonde, et la géothermie profonde basse à haute voire très haute énergie. La géothermie basse énergie valorise des ressources supérieures à 30°C alimentant des réseaux de chaleur ou permettant le chauffage de serres, d'installations piscicoles, et autres. La géothermie haute et très haute énergie exploite des ressources dont la température est comprise entre 90°C et 300°C, notamment pour des usages de chaleur industrielle et/ou électrogène⁴. La température de la ressource détermine ainsi les usages. On dénombre en 2021 environ 175 000 installations de surface ; 59 réseaux de chaleur alimentés par géothermie ; 15 installations de balnéothérapie, industrielles ou agricoles et 2 centrales électrogènes⁵.

- 8 Le régime administratif applicable dépend de la technique utilisée. En dessous de 200 mètres, la géothermie est dite de minime importance (GMI). La cartographie réglementaire distingue trois zones : vertes, absence de dangers et d'inconvénients graves du projet régi par un régime déclaratif ; orange, régime déclaratif avec attestation d'un expert agréé garantissant l'absence de risques graves du projet ; et enfin rouges, autorisation de l'installation au titre du code minier⁶. La géothermie profonde est quant à elle régie, pour la phase d'exploration, par l'octroi d'un permis exclusif de recherches (PER) accordé par arrêté ministériel puis transmis à la préfecture. Pour la phase d'exploitation, les concessions sont attribuées par décret en Conseil d'État⁷.

Le rôle des collectivités dans l'exploitation du sous-sol, un sujet de recherche encore peu investigué

- 9 L'exploitation du sous-sol a été peu questionnée par les sciences humaines et sociales. Les controverses associées à certains projets et filières ont toutefois été évoquées par plusieurs auteurs (Labussière, 2021 ; Stein, 2019 ; Chailleux et Arnauld de Sartre, 2018 ; Gunzburger et al., 2017 ; Bergeron et al., 2015 ; Baudrin et al., 2014), notamment les différentes formes de contestations du sous-sol entre actions des riverains, arguments écologiques et critique d'un modèle de développement capitaliste et extractiviste (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021). Ces derniers auteurs soulignent en particulier qu'en dépit d'une problématisation croissante des usages du sous-sol, ceux-ci resteraient confinés dans des « arènes expertes » (Labussière, 2021, p.77), cadrées par les services de l'État et les porteurs de projets, excluant ainsi certaines catégories d'acteurs. Une situation exacerbée par les particularités du milieu souterrain qui requiert une médiation technique. Cette « incomplète mise en politique du sous-sol français » (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021, p.S2) marque une absence de débat

autour de la légitimité, de la crédibilité et de la mise en gouvernance des techniques que viendrait appuyer l'analyse des échecs et des réussites des projets comme ceux de stockage géologique de CO₂ ou de géothermie (Missaghieh-Poncet, 2023 ; Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Chailleux et Arnauld de Sartre, 2021). Le champ de la géologie politique est également abordé par Blanck (2021) qui étudie, dans le cadre du stockage géologique de déchets radioactifs, les liens entre contestation et évolution des dispositifs pluralistes de concertation. L'auteur souligne un processus de politisation contrôlé et ambigu consistant à intégrer certaines critiques pour légitimer la technique et à évacuer les positions les plus radicales. De la même façon, s'agissant du stockage de déchets et de CO₂, Schellenberger (2021) questionne, via l'analyse des mécanismes de droit minier, les droits d'accès au sous-sol ainsi que l'intégration de l'espace de stockage géologique dans les cadres décisionnels démocratiques, qui seraient fracturés entre des intérêts conflictuels (intérêt public porté par l'État et usage industriel).

- 10 Dans le cas particulier de la géothermie, les travaux scientifiques abordent la perception des projets, les relations qui se nouent entre les acteurs (industriels, riverains, institutions) et les outils d'engagement social mis en œuvre, tout en rappelant l'intérêt récent et limité des sciences sociales pour la filière (Spijkerboer et al., 2022 ; Manzella et al., 2019 ; Pellizzone et al., 2017). L'analyse des projets utilisant cette technique permet par exemple de distinguer d'un côté des projets ancrés dans leur environnement territorial et résultant d'une consultation approfondie avec les collectivités et les riverains, et de l'autre des projets « hors-sol » n'ayant pas suivi d'un tel processus (Chavot et al., 2021, p. S46, 2019a). Ces travaux s'attachent aussi à analyser la trajectoire des arguments mobilisés dans les controverses. C'est le cas notamment à travers l'étude de celles ayant éclaté en 2014 autour des projets de géothermie profonde de l'Eurométropole de Strasbourg (Illkirch, Mittelhausbergen, Eckbolsheim, Port aux pétroles). Chavot et al. (2021) mettent en évidence que certains de ces arguments – en l'occurrence la critique du manque d'engagement de l'Eurométropole – ont conduit à des changements de gouvernance des projets initiés par les pouvoirs publics, au regard des préoccupations informationnelles portées par des associations de riverains. Par ailleurs, l'analyse des enquêtes publiques et des sources médiatiques dans le cadre de ces mêmes projets a montré la façon dont une formule – « la géothermie profonde n'est pas mature » – a pu être utilisée dans le cadre des controverses, devenant l'objet d'une lutte entre opposants maniant son potentiel argumentatif et promoteurs (Serrano et al., 2019, p. 51).
- 11 Ces travaux ont mis en évidence les enjeux relatifs à la mise en place de modalités de gouvernance, d'information et de dialogue adaptées aux contextes locaux. Une ambition qui a également animé le projet Gouvernance élargie pour les filières d'ingénierie du sous-sol (Géfiss)⁸, dans le prolongement duquel s'inscrit cet article, et dont l'objet était d'analyser les enjeux autour de la gouvernance du sous-sol. Nous avons souhaité aborder ces enjeux de gouvernance en étudiant en particulier les collectivités territoriales. En effet, leur rôle de régulateur local se trouve questionné, d'une part au regard de leur qualité d'intermédiaire en mesure d'influencer la faisabilité d'un projet et ses caractéristiques, voire en tant qu'acteur situé à l'interface entre l'État, les riverains et les industriels, et d'autre part en raison de leur présence *a priori* relativement faible dans les débats autour des développements des usages du sous-sol.

12 Dans cet objectif, nous nous sommes fondés sur une douzaine d'entretiens semi-directifs. Les personnes interrogées appartiennent à six catégories d'acteurs (professionnel du secteur énergétique, organisme public, association de collectivité, fonctionnaire d'État, chercheur et chargé de mission géothermie) ayant pour point commun d'être spécialisés dans les questions liées à l'exploration et à l'exploitation du sous-sol ainsi que d'être en contact régulier ou constant avec les collectivités territoriales (élus ou fonctionnaires). Leur position permet de disposer d'un premier niveau d'agrégation s'agissant des connaissances et de l'intérêt des collectivités, ainsi que d'éléments d'analyse fondés sur une expérience et une expertise. Il ne s'agit donc pas de l'expression directe des élus ou des fonctionnaires, mais de celle d'acteurs qui se trouvent dans une position les mettant en mesure de procéder à une analyse préliminaire, dans une majorité de cas à l'échelle nationale ou d'une région administrative. Ceci induit toutefois trois remarques. Leur niveau d'expertise en fait des observateurs qualifiés susceptibles de mettre en avant certains éléments directement liés à leur discipline. Ensuite, si ces éléments donnent un bon aperçu, ils ne permettent pas d'en tirer systématiquement des généralités. Enfin, s'agissant des types de géothermie, ces acteurs sont généralement en contact avec les collectivités dans le cadre de prospects très basse et basse énergie (par exemple dans le cas où les collectivités sont susceptibles d'être des maîtres d'ouvrage). Les projets en question sont donc généralement de « petits projets », même si les enjeux autour de la géothermie haute énergie non conventionnelle de type *Enhanced Geothermal System* – EGS, systèmes géothermiques améliorés⁹ – ne sont jamais totalement absents. Ce fut par exemple le cas à l'occasion des questionnements soulevés par les événements de sismicité induite de l'Eurométropole de Strasbourg (Schmittbuhl et al., 2021)¹⁰. « Les événements alsaciens ont fait se poser des questions à tout le monde » selon un animateur géothermie¹¹. Parallèlement aux entretiens, un sondage de 15 minutes environ devait permettre d'évaluer ce niveau de connaissances et d'intérêt d'après des critères quantitatifs à l'aide d'un logiciel en ligne spécialisé. Nous nous sommes appuyés pour cela sur des relais qui ont diffusé ce sondage dans leur réseau (associations de collectivités et institutions publiques). Malgré cela, le nombre de réponses n'a pas été suffisant pour être exploité. Il est difficile de mettre ce résultat sur le compte d'un faible intérêt pour la géothermie, la démarche en suscitant généralement peu, quel que soit le sujet, même si cela ne peut être totalement exclu.

Un rôle en arrière-plan, mais de récentes avancées

13 En matière de sous-sol, l'État a longtemps tenu le rôle principal. À partir de 1945, dans le cadre de la reconstruction, son interventionnisme est important avec par exemple la nationalisation des mines de charbon en 1946 ou la création du Bureau de recherches géologiques et minières, BRGM, en 1959 (Varaschin, 2009). À partir des années 1980, on assiste ensuite à la libéralisation du marché et à son retrait relatif. En 1986 et 1994, des lois mettent en place une privatisation – par exemple Coframines¹² ou Elf Aquitaine – tandis que le soutien des activités associées au sous-sol par l'État devient plus limité (Mercier et al., 2021). Les années 1990 sont synonymes de réduction des ambitions relatives au sous-sol, de déclin de la production pétro-gazière, et de l'ouverture de l'ère de l'après-mine (Foucher et al., 2012), concomitante à la montée des questions environnementales et climatiques (Chailleux et Hourcade, 2021).

- 14 Parallèlement, certaines collectivités territoriales commencent à s'intéresser à leur sous-sol et à la géothermie alors que leurs compétences juridiques en matière d'énergie deviennent plus nombreuses (Poupeau et Boutaud, 2021). Si ces dernières possèdent la compétence réseau de chaleur depuis 1980, les mesures permettant de participer plus fortement à la définition des politiques énergétiques sont en revanche plus récentes¹³. Elles ont été octroyées dans le courant des années 2010 par des mesures législatives incitant, permettant ou obligeant les collectivités à agir (par exemple les lois Grenelle ou la LTECV). Le contexte social y contribue également. Les projets liés au sous-sol sont en particulier de plus en plus contestés, à l'instar de la technique de la fracturation hydraulique qui a nécessité de renforcer la phase de consultation (Terral, 2012). C'est aussi ce qu'a révélé le projet minier guyanais Montagne d'or, qui s'est heurté à une forte opposition et dont l'un des facteurs explicatifs réside précisément dans le manque de concertation avec la population (Clérfeuille, 2022)¹⁴. Face à ce constat d'une consultation du public lacunaire, le code minier a été réformé en 2021 pour que les collectivités soient davantage intégrées.
- 15 Le code minier, créé en 1956 en remplacement de la première législation établie sous Napoléon 1^{er} en 1810, régit les règles de l'exploitation du sous-sol. Il encadre l'attribution des titres miniers qui permettent à l'État de réguler l'exploration et l'exploitation via ses représentants, les préfets. La procédure comprend une enquête publique qui sous-entend la consultation de la population et des collectivités territoriales concernées. Avant la réforme, celles-ci interviennent simplement lorsqu'une installation se trouve sur leur territoire dans le cadre des procédures d'urbanisme classiques, au moment de la demande d'autorisation des travaux d'exploration et donc en aval de la demande de PER¹⁵. Le préfet peut – du moins en théorie – passer outre leur avis. Le fait qu'il soit garant en dernier ressort en cas de défaillance de l'exploitant et en charge de contrôler les activités d'un projet jusqu'à son arrêt définitif renforce également son rôle. Les activités d'exploitation du sous-sol peuvent en effet avoir des effets sur les individus (par exemple le cancer des mineurs) ou sur l'environnement (pollutions, déchets), aussi bien pendant l'exploitation que des décennies après, à l'instar des remontées d'eaux souterraines affectant d'anciennes communes minières mosellanes¹⁶. Ce faisant, les communes peuvent se retourner vers l'État qui doit assurer son rôle de garant en dernier ressort.
- 16 La réforme du code minier est une idée récurrente, mais sa mise en œuvre a été difficile (Gossement, 2011). Il faut en effet attendre la loi climat et résilience votée le 22 août 2021 pour que des modifications soient apportées à ces procédures. Par exemple, l'article L. 114-5 stipule désormais que les collectivités concernées doivent être informées des dépôts de demande de titre et du ou des candidats à ces titres. L'article 114-2 prévoit quant à lui que celle-ci soit « transmis(e) pour avis au représentant de l'État dans le département ainsi qu'aux communes, aux établissements publics de coopération intercommunale, au conseil départemental, au conseil régional, aux collectivités à statut particulier ou aux collectivités d'outre-mer concernés par le projet minier ». Un Comité régional de l'énergie est également créé avec pour objectif de favoriser la concertation, en particulier avec les collectivités territoriales, sur les questions relatives à l'énergie en général (associé au suivi et à l'évaluation du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, SRADDET, coprésidé par le président du conseil régional et le préfet de région).

- 17 Cependant, et au-delà des limites et des ambivalences des évolutions du code minier sur la participation du public, laquelle reste notamment soumise au principe de proportionnalité voulant que cette participation soit proportionnée aux enjeux des projets (Schellenberger, 2023), la mobilisation des collectivités dans le cadre de la préparation de la loi a été inégale. La géothermie de surface faisait l'objet de peu d'enjeux compte tenu des faibles risques et de l'ampleur limitée des projets¹⁷. Concernant la géothermie profonde, pour laquelle ces enjeux étaient plus importants, certains élus ont en revanche exprimé le souhait d'un renforcement de la consultation. Certaines propositions, comme celle portée par la députée de Seine-Maritime Stéphanie Kerbarh d'un Conseil national des mines rassemblant les acteurs de la filière pour discuter de l'usage du sous-sol et augmenter la participation du public, n'ont toutefois pas abouti¹⁸.
- 18 Par ailleurs, dans certains DROM-COM (départements-régions d'outre-mer, collectivités d'outre-mer), une demande de renforcement des compétences a été formulée de longue date. Si la Loi d'orientation pour l'outre-mer du 13 décembre 2000 leur a attribué la compétence d'octroi de permis d'exploration et d'exploitation minière en mer – cette instruction était traditionnellement faite au niveau ministériel –, il a fallu attendre 2018 pour que le décret d'application soit publié, à la suite notamment du dépôt par l'exécutif régional de Guyane d'un recours contentieux auprès du Conseil d'État¹⁹. En effet, la collectivité territoriale s'était alors mobilisée « pour l'effectivité d'un droit pour le Guyanais de s'approprier et d'exploiter le potentiel de son territoire » dans le cadre d'un projet pétrolier extraterritorial initié par le groupe TotalEnergies²⁰.

Un niveau de connaissance globalement très faible

Un constat, mais des nuances

- 19 Un consensus ressort des entretiens concernant le faible niveau de connaissance des collectivités en matière de sous-sol. Les filières font l'objet de peu de questionnement, notamment au regard des autres techniques de production d'énergie²¹, exception faite de la géothermie. Celles-ci suscitent moins d'intérêt en raison de leur faible développement et niveau de maturité. Les collectivités sont donc, comme la population dans son ensemble, très peu informées des techniques d'exploitation du sous-sol et des potentialités de leurs territoires²².
- 20 La technicité de l'exploitation du sous-sol représente un facteur réhibitoire. « On perd les collectivités » lorsque l'on vient les sensibiliser, déplore un animateur géothermie²³. Il s'agit en effet d'un savoir très spécialisé (complexité du vocabulaire, difficulté à se représenter le milieu souterrain, culture générale limitée sur le sous-sol) qui demande une médiation technique (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021) et des efforts en matière de pédagogie et de vulgarisation²⁴. La géothermie, technique qui est pourtant déjà développée sur le territoire national, est ainsi peu connue. Lorsque de nouveaux projets sont imaginés, cette solution n'est donc souvent pas prise en considération²⁵ (Thorsteinsson et Tester, 2010). Un élément déterminant car, à la différence des autres énergies renouvelables, celle-ci peut plus difficilement être installée si elle n'est pas pensée en amont des projets d'aménagement.
- 21 Un facteur bien connu est lié à la multiplicité des sujets que les élus ont à traiter, élément qu'il faut relier au manque de formation et de moyens. Un autre consiste en un

défaut de communication et de promotion. Les professionnels – architectes, bureaux d'étude, et cetera – ne connaissent souvent pas la géothermie et, de ce fait, ne la proposent pas à leurs clients. Par exemple, les enquêtes réalisées dans le cadre du projet Ademe/BRGM « À la loupe » auprès d'un échantillon de professionnels et de conseillers suggèrent que la moitié d'entre eux ne propose pas la géothermie (Branchu, 2022). Plus surprenant, les conseillers qui œuvrent pour sensibiliser les élus sur les questions énergétiques ne le sont guère davantage, ce qui réduit toute perspective de la proposer. Quelques acteurs interrogés estiment toutefois que les collectivités s'intéressent davantage à leur sous-sol depuis quelques années, le faible niveau de connaissance ne semblant pas être systématiquement réhibitoire à la découverte puis à l'adoption des usages du sous-sol²⁶. La préoccupation du verdissement des réseaux de chaleur, le contexte de crise environnementale, mais aussi une implication plus grande des différentes collectivités dans la définition et la mise en œuvre des politiques publiques de l'énergie concourent à cette évolution.

- 22 Par-delà ces exemples, il reste difficile de déterminer précisément la nature de cet intérêt. La diversité des collectivités territoriales, des individus qui les composent – élus ou fonctionnaires – ou bien des potentialités géologiques des territoires qu'ils administrent implique de faire preuve de nuance. Le profil de l'interlocuteur et la région à laquelle il appartient, selon qu'elle compte beaucoup d'infrastructures ou pas, peuvent en particulier amplifier ou au contraire relativiser cet intérêt²⁷. En partant de ce constat, notre objectif a donc été de comprendre si des nuances pouvaient être apportées, sur quelles bases, et d'identifier les facteurs entrant en ligne de compte dans l'intérêt que les collectivités portent aux projets d'exploitation du sous-sol, en particulier géothermiques.
- 23 Nous n'avons pas procédé à une typologie des collectivités qui permettrait de connaître lesquelles s'intéressent plus ou moins à la question du sous-sol. Les communes et les intercommunalités sont citées comme étant celles qui sont les plus demandeuses d'informations auprès d'acteurs ressources (associations de collectivités, Ademe, BRGM, et cetera) et tout spécialement les plus grandes d'entre elles, c'est-à-dire celles qui possèdent souvent des moyens plus importants pour se tourner vers les acteurs compétents²⁸. Cette hypothèse n'est cependant pas validée par l'ensemble des praticiens interrogés. Certains pensent au contraire que les plus petites communes prendraient « davantage de temps pour s'intéresser à la géothermie » et solliciteraient un accompagnement au même titre que les plus grandes²⁹.
- 24 L'histoire du territoire, selon qu'il ait déjà fait ou non l'objet d'exploitations, peut expliquer que certaines collectivités soient « en avance » concernant la connaissance des potentialités de leur sous-sol, son développement et sa gestion³⁰, au sens où elles ont pu se familiariser avec son utilisation par l'intermédiaire de projets antérieurs. C'est par exemple le cas avec la présence de mines de charbon en Lorraine ou d'installations de géothermie en Île-de-France. Des forages exploratoires pétroliers permettent également de disposer de données importantes pour l'évaluation de potentiels géothermiques³¹. Enfin, il s'agit parfois d'une volonté de trouver des solutions de reconversion pour d'anciennes infrastructures minières. La présence de projets peut également obliger les collectivités à s'intéresser à certaines techniques. Même s'ils n'en sont pas les maîtres d'ouvrage, les élus se trouvent parfois contraints de se positionner face à un projet sur leur territoire et doivent répondre aux questions

de leurs administrés. Ils sont dans ce cas le « réceptacle de (leurs) inquiétudes »³², comme cela a été le cas pour les projets alsaciens de géothermie profonde de type EGS.

- 25 L'histoire et la présence de projets antérieurs ne sont toutefois pas des conditions indispensables à leur intérêt pour le sous-sol. La curiosité et les compétences de certains élus, ayant par exemple des profils techniques étant donné leur formation initiale, leur métier ou leur intérêt personnel, le bouche-à-oreille ou des projets menés à leur terme dans un territoire à proximité peuvent suffire à persuader les collectivités de prendre en considération une technique d'exploitation³³. Un travail de promotion effectué en particulier par les chargés de mission d'associations de collectivités et les animateurs géothermie offre aussi la possibilité d'expliquer les techniques liées au sous-sol³⁴. Il permet de relativiser l'ampleur des infrastructures nécessaires, certaines pouvant paraître *a priori* comme étant de grande ampleur ou très innovantes alors qu'en fait elles ne le sont pas, comme un forage de géothermie de minime importance par exemple³⁵.

De nombreuses confusions sémantiques et techniques

- 26 La géothermie fait l'objet de confusions qui font écho à certaines inquiétudes qu'ont les élus. Une confusion à la fois sémantique et technique qui a été identifiée lors de tous les entretiens. L'absence de complément du nom précisant de quelle technique il est question – profonde, de surface, sur sonde, pompe à chaleur (PAC) sur nappe, et cetera – engendre des effets qui peuvent être importants. Le terme générique de "géothermie" sert ainsi généralement à désigner des installations de GMI comme des centrales de production électrogène mobilisant des techniques EGS.
- 27 Le fait de ne pas disposer de précisions sur les techniques associées – profondeur, caractéristiques géologiques, usages, et autres – tend à attribuer des caractéristiques (économie des projets, risques) de la géothermie profonde à la géothermie de surface. Or, à chacune d'entre elles se trouvent liées des spécificités. Ainsi, si les risques associés aux projets de géothermie de surface peuvent être faibles, leur perception peut au contraire être importante et représenter un frein. De même, la difficulté à distinguer les techniques induit des confusions autour des enjeux financiers des projets.
- 28 Une autre source de confusion vient du fait que la géothermie n'échappe pas à la surreprésentation de l'électricité dans les discours liés à l'énergie. En conséquence, les collectivités tendent à négliger le rôle de la chaleur ou du froid faiblement carbonés dans la transition énergétique³⁶ (Cour des comptes et Chambres régionales et territoriales des comptes, 2021). Les potentialités de la géothermie ne sont pas non plus toutes connues : production de chaleur, de froid, d'électricité, cogénération, perspectives de valorisation des fluides géothermaux riches en métaux critiques, et cetera.
- 29 Lorsqu'elle est présente à l'esprit des collectivités, et notamment celles qui ont une expérience en matière de thermalisme, c'est souvent en tant que moyen de valorisation des eaux souterraines alors que l'exploitation d'aquifères n'est pas nécessairement au cœur de toutes les techniques. Ce type de connaissances peut à son tour engendrer des confusions, le potentiel géothermique du territoire pouvant être uniquement favorable à des installations sur sondes qui se basent sur la conductivité thermique des terrains³⁷. Dans le même ordre d'idée, la géothermie est souvent appréhendée comme une énergie dont le potentiel et l'exploitation sont limités aux zones volcaniques, résumant celle-ci

à la géothermie haute enthalpie et occultant sa capacité à être déployable quasiment partout sur les territoires dans des contextes géologiques variés³⁸.

- 30 Enfin, la question des liens entre la géothermie profonde de type EGS et la fracturation hydraulique, qui a été au cœur des débats sur l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels (gaz de schistes), a fait l'objet de malentendus donnant lieu à des controverses au niveau des savoirs technologiques (Anjou, 2018). Ces malentendus sont notamment associés à l'historique de développement des techniques de géothermie profonde. En effet, les premiers projets expérimentaux – géothermie des roches chaudes ou « *Hot dry rock* » (HDR) – ont mobilisé des techniques de fracturation hydraulique massive (injection d'eau à forte pression et récupération de l'eau réchauffée dans le puits de production). L'échec de ces techniques a conduit au développement de la géothermie stimulée (EGS) sur ces mêmes projets³⁹. Ceci s'opère par des traitements thermiques ou hydrochimiques mobilisant des volumes et des pressions d'injection bien moindres que celles de l'HDR et se basant sur une faible circulation d'eau initiale, mais déjà existante, par opposition aux techniques pétro-gazières recourant à la fracturation hydraulique⁴⁰.
- 31 En dépit de ces changements, l'association entre géothermie et fracturation hydraulique perdure, notamment dans certains rapports institutionnels (Haut-Commissariat au Plan, 2022 ; OPECST, 2013). La loi Jacob fait pourtant bien la différence en prévoyant l'interdiction de l'exploration et de l'exploitation des hydrocarbures par fracturation hydraulique et ne concerne pas la géothermie⁴¹. Une différenciation entre les filières qui a été confirmée par un avis du Conseil constitutionnel⁴². Ces confusions sont à l'origine d'initiatives portées par les associations de représentation du secteur pour clarifier certaines ambiguïtés et différencier fracturation hydraulique pour l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels et stimulation utilisée en géothermie (Egec, 2014). Ces associations, ainsi que les animateurs géothermie et les associations de collectivités, ont de plus choisi de parler de préférence en termes d'usages – chauffage collectif, usages industriels, et cetera⁴³ – ou de faire un effort de précision concernant les termes employés⁴⁴.

Quelles sources d'information pour les collectivités ?

- 32 La question de l'information à la disposition des collectivités territoriales est un élément essentiel lorsqu'il s'agit d'évaluer leur niveau de connaissance. S'il n'a pas été possible de procéder à une évaluation quantitative des acteurs qu'elles sollicitent le plus – et ce d'autant plus que ces sollicitations dépendent des besoins exprimés, du territoire et du type de projet –, les entretiens ont tout de même permis de dresser un panorama des principales sources d'information sur lesquelles les collectivités peuvent compter.

Un dispositif informationnel en question

- 33 Le dispositif informationnel auquel ont accès des collectivités en matière de sous-sol et de géothermie est caractérisé par une pluralité de sources que nous avons regroupées en deux catégories.
- 34 La première catégorie rassemble les acteurs publics : services de l'État (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, DREAL)⁴⁵ ; agences

nationales (BRGM, Ademe, Institut national de l'environnement industriel et des risques, Ineris)⁴⁶ ; secteur de la recherche et de l'enseignement (École nationale supérieure de géologie (ENSG) de Nancy, École et observatoire des sciences de la Terre (EOST) de Strasbourg, Institut polytechnique UniLaSalle, et autres) ; associations de collectivités (Fédération nationale des collectivités concédantes et régies, FNCCR, Amorce, Association des maîtres d'ouvrage public en géothermie, Agémo)⁴⁷. Récemment, a été également mis en place un dispositif d'animation de la géothermie, dont la généralisation dans chaque région a été prévue par la programmation pluriannuelle de l'énergie adoptée en 2020 (ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020). La seconde catégorie réunit les acteurs non publics : associations de professionnels (Association française des professionnels de la géothermie, AFGP, par exemple)⁴⁸ ; opérateurs, bureaux d'étude et professionnels de la géothermie⁴⁹.

- 35 Ces acteurs forment un dispositif informationnel *a priori* relativement complet. Il appelle cependant quatre remarques. La première concerne des problématiques de financement et de portage. Par exemple, les effectifs dédiés à la géothermie dans les antennes régionales de l'Ademe dépendent fortement des potentiels et des choix politiques régionaux effectués pour soutenir ou non la filière, alors même que ces entités jouent un rôle important dans la prise en compte de la géothermie⁵⁰. Parallèlement, l'Ademe et les régions participent au financement des animateurs géothermie. Or, si la fusion des régions a pu susciter quelques problèmes aujourd'hui résolus, il reste toujours des difficultés pour financer ces postes, attirer des candidats ayant un profil hybride – communication et connaissances techniques – ou trouver une structure d'accueil⁵¹.
- 36 La seconde remarque est relative aux besoins exprimés par les collectivités de disposer d'une information pédagogique et spécifique aux potentialités de leur territoire. Nos entretiens montrent par exemple que le BRGM apparaît comme un acteur ressource pour les collectivités dont l'avis possède un poids important. Toutefois, son haut niveau d'expertise fait qu'il est parfois perçu comme étant peu accessible pour les profanes. Cette expertise passe notamment par des outils cartographiques techniques qui ne s'adressent pas au grand public, mais plutôt à des utilisateurs ayant des connaissances préalables⁵². De plus, d'une manière générale, la capacité des acteurs ressources à fournir des informations adaptées au contexte local est jugée comme étant inégale⁵³.
- 37 La troisième remarque porte sur la nature même de l'information. La connaissance du sous-sol n'est pas directe et implique de recourir à des dispositifs d'acquisition de données (forages, profils sismiques, échantillonnages, et cetera). Une médiation technique est donc nécessaire pour accéder à ces savoirs experts (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021). De surcroît, il existe des incertitudes sur la connaissance des ressources en elles-mêmes dont l'amélioration de la caractérisation est désormais reconnue comme un élément clé pour favoriser le développement des géothermies (Haut-Commissariat au Plan, 2022 ; Nehlig, 2019). Le degré de connaissance est par conséquent variable entre les régions et les domaines géologiques, qui disposent d'une plus ou moins grande densité de données d'exploration pétro-gazière et minière, ou entre les ressources de surface et profondes, celles de surface étant généralement mieux connues du fait du nombre souvent important de puits peu profonds, notamment forés pour des usages d'alimentation en eau. À cela s'ajoutent des niveaux de maturité et de développement industriel différenciés pour les techniques dont certaines sont encore accompagnées de travaux de recherche (compréhension du

comportement des réservoirs et des impacts des technologies EGS en géothermie profonde, problématiques d'injectivité des réservoirs sableux, réduction des risques financiers, pour ne citer que quelques exemples).

- 38 La dernière remarque porte sur les ambiguïtés du rôle que peuvent avoir certains acteurs ou la difficulté à l'identifier clairement. Dans le secteur public, c'est le cas par exemple de la DREAL ou de l'Ademe. Les DREAL accompagnent les territoires en leur fournissant des conseils et des études, mais leur activité principale concerne la réglementation et la police des mines (élaboration de la réglementation dans le cadre des SRADDET, instruction des PER et des concessions, mission de contrôle de l'application du code minier). Ce double rôle tend, dans de rares cas, à susciter de la méfiance, le service instructeur de l'État pouvant être perçu comme étant à la fois « juge et partie »⁵⁴. Une dualité qui semble cependant ne pas poser de véritable problème en raison d'une relation de confiance qui s'est établie entre les collectivités et les DREAL⁵⁵. L'Ademe cumule également des activités de conseil, de financement (via notamment la gestion du fonds chaleur), de formation, d'études ou de promotion. Toutefois, sa mission n'est pas de répondre spécifiquement à des sollicitations individuelles en amont des projets, le nombre croissant de demandes ayant été un facteur incitatif au financement de postes d'animateurs géothermie en région⁵⁶. Enfin, l'aspect probablement le plus important concerne les ambiguïtés soulevées par la place des acteurs privés. Les maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, industriels ou exploitants vendent des prestations ou commercialisent des solutions techniques, mais peuvent également faire du conseil, délivrer des informations et fournir des données aux collectivités. Ils peuvent constituer des interlocuteurs de proximité à partir du moment où les sociétés en question possèdent des connaissances spécifiques en géothermie ou sont en mesure de proposer un accompagnement sur tout ou partie de la chaîne de valeur d'un projet⁵⁷. Or cette configuration peut engendrer une asymétrie au regard de leur poids prépondérant dans la mise en œuvre des installations de géothermie, à plus forte raison lorsque les communes concernées sont de petite taille, disposent de moyens humains limités et n'ont pas ou peu de connaissances en matière de géothermie⁵⁸. Cette asymétrie est renforcée par les modalités d'acquisition des données géologiques. En effet, la réduction des incertitudes sur la connaissance du sous-sol implique des financements importants qui ne peuvent être seulement assumés par des acteurs publics. Leur acquisition résulte de ce fait d'un partenariat public-privé permettant une mutualisation des moyens et des données (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021). Le fait que les acteurs privés disposent des données et des savoirs experts permettant de lever ces incertitudes alors même qu'ils peuvent avoir un intérêt à exploiter le sous-sol a pu être considéré comme problématique, la réalisation d'une contre-expertise étant couteuse et compliquée (Arnauld de Sartre et Chailleux, 2021 ; Wylie, 2018).
- 39 Cela étant, les perceptions des collectivités à leur égard et les relations qu'ils entretiennent semblent dépendre du territoire et du type de projet. Les collectivités peuvent être empreintes d'une certaine « défiance », notamment si le discours est offensif et commercial, suscitant des craintes en matière de neutralité de l'information apportée. Cette perception peut également être associée à l'existence de retours d'expérience négatifs, notamment au regard de modalités contractuelles et financières considérées comme défavorables pour les collectivités⁵⁹. « Il y a eu des abus dans le privé et des problèmes de confiance (associés) à des "contrats boîte noire" »⁶⁰. De même, les événements de sismicité induite de l'Eurométropole de Strasbourg ont été à

l'origine de questionnements sur les compétences des opérateurs à gérer les risques des projets de géothermie profonde de type EGS⁶¹. Toutefois, ce constat apparaît comme circonscrit. Une certaine confiance existe, fondée sur une relation de long terme facilitée par une solide expérience dans le domaine et une implantation sur le territoire (Chavot et al., 2021).

Une configuration opérante qui s'étoffe

- 40 Ces remarques évoquées, il reste que le dispositif informationnel à la disposition des collectivités territoriales est opérant et en train de s'étoffer. Idéalement, elles doivent être en mesure de trouver des informations neutres, accessibles, transparentes, non ambiguës, adaptées à leur territoire et présentées de manière pédagogique. Concrètement, les collectivités ont accès à des informations allant de la plus générale (Ademe) à la plus experte (BRGM, Ineris ou institutions universitaires). Cela passe entre autres par la mise en œuvre de journées de sensibilisation à la géothermie en région, souvent organisées en collaboration avec l'Ademe, les animateurs géothermie, le BRGM ou l'AFPG. Facilement accessibles, apportant des informations sur les techniques, les dispositifs d'accompagnement et des retours concrets sur les clés de réussites et les points de vigilance des projets, ces événements sont reconnus par les participants comme étant particulièrement utiles pour « éveiller(r) un intérêt particulier pour la géothermie » et développer un réseau de contacts auprès de professionnels (AFPG, 2012).
- 41 De plus, les collectivités peuvent disposer d'interlocuteurs tant à l'échelle nationale que régionale, avec notamment la mise en place dans chaque région d'animateurs spécifiquement dédiés à la géothermie ou encore via le maillage régional du BRGM. L'expertise concrète et territorialisée des bureaux d'étude et des animateurs géothermie est également souvent appréciée, permettant un appui opérationnel via l'apport d'informations adaptées au contexte local⁶². Les animateurs géothermie répondent au besoin des élus d'avoir des interlocuteurs directs et des référents facilement identifiables, jouant un rôle d'« acteurs pivot » ou de « courroie de transmission » entre l'ensemble des parties prenantes publiques et privées⁶³. Si ces derniers sont chargés de faire le lien entre les différents acteurs, leur capacité à orienter vers des professionnels certifiés, compétents, reconnus et disposant de références contribue à rassurer les collectivités⁶⁴.
- 42 Alors que leur rôle positif dans le développement de la filière a été mentionné – « les régions où un animateur dédié à la géothermie est en place affichent une dynamique plus marquée de développement de la filière » (ministère français de la Transition écologique et solidaire, 2020) –, les acteurs de la filière préconisent souvent d'augmenter leur nombre, qui est de 6 début 2022⁶⁵. Leurs missions répondent à une grande diversité d'enjeux. Ainsi, le spectre de leurs compétences est large et s'étend de la communication à la sensibilisation en passant par la formation, la réalisation d'études, ou encore le conseil⁶⁶. Ces actions peuvent être associées à d'autres missions en fonction du contexte régional et des besoins : appui à l'assistance à maîtrise d'ouvrage, activités de démarchage des élus pour faire connaître la filière ou en réponse à leurs sollicitations, et cetera. Les actions de formation menées par les animateurs géothermie répondent en outre à la problématique globale de manque de connaissance de la filière. Celles-ci sont ciblées en direction d'acteurs ayant un rôle

local clé auprès des élus pour faire connaître les filières, les réglementations et les possibilités de financements, c'est-à-dire les conseillers multi-énergie – ceux des collectivités ou des acteurs privés – présents sur le territoire régional et départemental, ou encore les chargés de mission énergies renouvelables⁶⁷. Toutefois, la majorité d'entre eux reste formée à la filière bois-énergie, ce qui peut limiter la promotion de la géothermie auprès des collectivités⁶⁸.

- 43 S'agissant des formations, plusieurs sont directement proposées aux élus, via des associations de collectivités comme la FNCCR. Cette dernière, avec d'autres comme Amorce ou l'Agémo, jouent un rôle de tiers de confiance à travers leurs activités de conseils, d'accompagnement financier, technique et administratif dans le champ des compétences des collectivités (énergie et réseaux, eau, déchets, et cetera). Ces associations sont donc *a priori* au plus proche de leurs préoccupations. Si elles assurent également un rôle d'animation et de représentation des collectivités auprès des pouvoirs publics, leur apport en termes de partage d'expérience, de bonnes pratiques et d'expertise est particulièrement reconnu. En témoignent des processus de montée en connaissances et en compétences opérés par exemple au sein de l'Agémo, permettant une acculturation des communes moins connaisseuses et consolidant celles d'ores et déjà acquises par les collectivités disposant d'une certaine expertise dans le domaine⁶⁹. Ces processus sont stimulés par la création d'espaces d'échanges composés d'acteurs techniques compétents et de pairs ayant pour certains des retours d'expérience à partager, tels que les apprentissages opérationnels réalisés sur les premières centrales de géothermie basse énergie d'Île-de-France. Des retours qui peuvent également être trouvés dans d'autres pays par l'intermédiaire de publications dédiées ou à l'occasion de visites⁷⁰.
- 44 Pour autant, si ce dispositif informationnel peut être considéré comme en mesure de satisfaire à une majeure partie des demandes des collectivités territoriales et des profils de leurs décideurs, ces possibilités sont à ce jour encore peu utilisées par ces derniers. C'est ce que révèlent par exemple les sollicitations pour des demandes de formation en géothermie qui restent limitées à une poignée de communes par an, reflétant un intérêt tout relatif pour le secteur comparé aux autres filières énergétiques comme le photovoltaïque, l'éolien ou la biomasse⁷¹. Une situation qui peut s'expliquer par la conjugaison de différents facteurs dont certains sont favorables et d'autres qui le sont moins.

Les facteurs de l'intérêt pour la géothermie

- 45 De nombreux éléments jouent un rôle dans la façon dont les collectivités et les élus considèrent le sous-sol ou les projets exploitant ses ressources. Nous avons choisi de les rassembler en deux catégories au regard de la littérature et surtout des entretiens que nous avons menés, dont cette partie est l'expression. Une catégorisation qui présente d'évidentes limites – les facteurs peuvent être ambivalents – mais qui permet d'avoir une meilleure compréhension des différents éléments en jeu.

Les facteurs favorables

- 46 Un fonctionnaire spécialisé sur les questions liées au sous-sol observe que « ce qui intéresse les collectivités ce n'est pas le sous-sol, mais les retombées économiques »⁷².

L'emploi est en particulier un enjeu essentiel mis en avant par les politiques publiques et les acteurs, quels qu'ils soient. Ceci s'explique aussi par le fait qu'une partie des collectivités ayant des possibilités d'exploiter leur sous-sol administrent des territoires en crise et en quête de redynamisation.

- 47 S'agissant de la géothermie, la filière représentait seulement 1,6% du marché total du secteur des énergies renouvelables et de récupération en 2015, mais près de 3% des emplois associés en équivalent temps plein (ETP) (Ademe et In Numeri, 2017). L'évolution du nombre d'emplois montre une baisse significative entre 2006 et 2014 (avec un nombre d'ETP passant de 4 040 à 2 570), suivie par une reprise (3020 en 2015 à 3830 en 2020), conduisant à un niveau malgré tout inférieur à celui d'avant la crise économique de 2008 (Ademe et In Numeri, 2022b)⁷³.
- 48 En dépit des difficultés à réaliser une évaluation fiable, notamment des emplois indirects et induits⁷⁴ (Kurek et al., 2021), l'intensité en emplois directs de la géothermie, c'est-à-dire le nombre d'emplois rapporté au nombre de MWh produit à l'échelle d'une installation, serait moins importante que pour d'autres énergies renouvelables⁷⁵ (Kurek et al., 2021 ; Cano et al., 2020). C'est le cas de la biomasse qui est considérée comme plus pourvoyeuse d'emplois, notamment car elle offre des perspectives de développement territorial à travers la création d'une filière locale alors que la géothermie ne requiert pas d'approvisionnement en combustibles⁷⁶. Malgré tout, l'énergie issue de la géothermie étant produite localement, celle-ci reste une pourvoyeuse d'emplois locaux, tout du moins pour la phase de construction et d'opération et maintenance (AFPG, 2021 ; Cano et al., 2020 ; Geothermal Energy Association et Geothermal Resources Council, 2013 ; Schütz et al., 2013).
- 49 La géothermie n'est pas non plus soumise aux problématiques de volatilité des prix des énergies. Lorsque la collectivité possède par exemple un réseau de chaleur qui alimente des logements sociaux ou des bâtiments communaux, le prix de la ressource n'est pas corrélé aux variations de marché comme c'est le cas pour d'autres énergies (biomasse, énergies fossiles). Il peut par conséquent prendre part à une stratégie de réduction de la précarité énergétique⁷⁷. Cependant, cet atout peut être nuancé par l'effet des tarifs de l'électricité nécessaire au fonctionnement des installations et le besoin d'un appoint gaz qui affecte le prix de vente de la chaleur (Amorce, 2020)⁷⁸. En matière d'économie, le fonds chaleur est également un facteur qui influence favorablement les collectivités, sous réserve qu'elles connaissent et maîtrisent cette procédure et soient accompagnées⁷⁹.
- 50 La fiscalité représente un argument de poids dans le positionnement des collectivités s'agissant de l'accueil fait aux projets privés⁸⁰. L'instauration d'une TVA réduite de 5,5% pour les réseaux de chaleur dont le mix énergétique est composé à plus de 50% d'énergies renouvelables a aussi suscité un intérêt (Amorce, 2018). Au-delà de la question spécifique de la géothermie, qui est longtemps restée la seule filière du sous-sol pour laquelle l'exploitant n'était pas soumis au paiement d'une redevance à la différence des autres substances minières (BRGM et Ademe, 2010)⁸¹, la fiscalité des projets d'exploitation du sous-sol suscite un débat, celle-ci étant perçue tantôt comme un facteur de motivation, tantôt comme un moyen d'« acheter l'adhésion des acteurs locaux »⁸².
- 51 La réglementation invite les collectivités à s'intéresser aux solutions basées sur l'exploitation des énergies renouvelables dont fait partie la géothermie⁸³. Complémentairement, des dispositifs incitatifs ont été mis en place comme les contrats

de développement des énergies renouvelables (CoT EnR) portés par l'Ademe qui accordent des aides financières à la réalisation de projets. Parce qu'ils sont regroupés, ces derniers peuvent prétendre à l'éligibilité au fonds chaleur et bénéficient de procédures simplifiées⁸⁴. Ce dispositif est particulièrement destiné aux zones rurales et apporte un soutien à la concrétisation de projets d'ampleur limitée, souvent portés par de petites collectivités⁸⁵. Néanmoins, le manque de visibilité sur les évolutions potentielles de cette réglementation peut constituer un frein⁸⁶.

- 52 D'après les acteurs consultés, la géothermie de surface et profonde de type conventionnel (hors EGS) jouit généralement d'une bonne réputation auprès de la population et des élus⁸⁷. Elle est également moins clivante que d'autres énergies renouvelables comme l'éolien, eu égard aux perceptions sur le lien entre énergies renouvelables et respect de la biodiversité ou des paysages (Ademe et ministère de Transition écologique, 2021 ; OpinionWay et Ademe, 2021). Il en est de même pour la biomasse, les chaufferies pouvant engendrer certains dissensus relatifs à l'émission de particules fines, aux nuisances associées à l'approvisionnement ou à l'impact paysager⁸⁸. Les atouts de la géothermie mis en avant sont notamment sa faible visibilité en surface – seules restent les têtes de puits après la phase de forage – et l'absence de ravitaillement en combustible. Il n'est d'ailleurs pas rare que les usagers n'aient pas connaissance de l'existence des installations : « (la géothermie ne nécessite) pas d'approvisionnement et a besoin de peu de maintenance [...] donc on a [...] des utilisateurs qui ne savent même pas qu'ils ont ça »⁸⁹. Si cet avantage contribue à l'acceptabilité de la filière, il engendre dans le même temps des difficultés en matière de représentations de la géothermie pour les collectivités. Il contribue à expliquer qu'elle demeure peu exploitée et connue des Français (OpinionWay et Ademe, 2021) : « l'enjeu de pouvoir "montrer" aux administrés ce qui est fait est important. La géothermie une fois installée est invisible, c'est un avantage et un inconvénient »⁹⁰; « la géothermie c'est trop silencieux, c'est un peu magique ; [...] c'est méconnu et mystérieux »⁹¹.
- 53 De plus, l'idée selon laquelle son acceptabilité serait meilleure demande à être nuancée, cette dernière variant en fonction de nombreux facteurs, qu'ils soient de nature technique, mais aussi politique, sociale et économique : techniques utilisées, risques environnementaux et nuisances associées, contextes propres à chaque projet (modalités d'accès à l'information et de gouvernance, capacité à ancrer territorialement les projets, confiance accordée aux institutions politiques, image et implantation des porteurs de projet, coûts et bénéfices des projets pour les parties prenantes, et cetera) (Chavot et al., 2021 ; Chavot et al., 2019a, 2019b ; Meller et al., 2018 ; Pellizzone et al., 2017). La géothermie profonde de type EGS suscite ainsi des réserves ou des craintes liées à certaines expériences passées⁹². Ces controverses peuvent aussi affecter les projets de géothermie de surface en raison des difficultés – non systématiques – à distinguer les techniques. Il en est de même de l'effet de certaines contre-références, par exemple l'incident de Lochwiller qui a notamment motivé des évolutions réglementaires⁹³, ou encore du poids des incertitudes associées à la nécessité de confirmer la présence de ressources⁹⁴.
- 54 C'est la raison pour laquelle l'acceptabilité passe tout d'abord par une information fiable, neutre, transparente, apportée en amont des projets et permettant de peser l'ensemble des « tenants et des aboutissants » (Chavot et al., 2021). Elle passe ensuite par des initiatives visant à « déconstruire les préjugés » et à fournir des explications sur

les différences et les risques associés à chaque technique⁹⁵. Elle demande enfin de valoriser les retours d'expérience positifs. « (Il y a) beaucoup à gagner à diffuser les bons retours d'expérience » et à utiliser des indicateurs « compréhensibles et vulgarisés » qui concourent au processus de construction d'une conviction positive des élus et de leurs administrés⁹⁶. Par exemple, le pourcentage de plans climat air énergie territorial (PCAET) réalisé permet de mettre en lumière l'efficacité du projet, de même la quantité de CO₂ évitée peut être imagée en nombre de trajets en voiture.

- 55 Le sous-sol est un espace qui enferme des ressources très intéressantes en matière d'usage de l'énergie en mesure d'intéresser des élus devant trouver des solutions énergétiques compatibles avec l'idée de transition. La géothermie permet de produire de la chaleur, mais également du froid – utile alors que le réchauffement s'accélère – et, si la géologie le permet, de l'électricité (par exemple à Bouillante en Guadeloupe). Cette technique faiblement carbonée a un impact limité sur l'environnement⁹⁷ – sous réserve du respect des règles de l'art et d'une maîtrise des risques – et sur l'artificialisation. En effet, le rapport entre production et espace utilisé est très favorable⁹⁸. Cela en fait une solution adaptée au milieu urbain dense comme en région parisienne⁹⁹. Elle est également un moyen de production pilotable et non intermittent, ce qui représente un avantage important lorsque sont comparés la géothermie électrogène et l'éolien ou le photovoltaïque qui ne peuvent s'adapter à la consommation sans dispositifs de stockage. Ses caractéristiques assurent ainsi une production d'énergie en base, tout en pouvant apporter la flexibilité nécessaire aux systèmes énergétiques (Geosmart, 2022 ; Egec, 2018). Il s'agit aussi d'une ressource exploitée *in situ* et non délocalisable dont le potentiel, encore sous-exploité, est abondant, même s'il demande à être davantage caractérisé, notamment pour les régions ne bénéficiant pas des connaissances géologiques issues de l'exploration pétro-gazière (Culot, 2022 ; Varet, 2018). Ainsi, selon le BRGM, les gisements de géothermie de surface représenteraient un potentiel d'économie de gaz de l'ordre de 100 TWh annuels, accessible d'ici 15 à 20 ans (Haut-Commissariat au Plan, 2022). Enfin, la géothermie permet de répondre à certains enjeux en matière de développement de réseaux de distribution alors que celui de gaz ne s'étend pas partout, en particulier dans les zones rurales¹⁰⁰. Plus récemment, c'est l'extraction des éléments dissous dans les fluides géothermaux qui est devenue un sujet d'intérêt face à la dépendance européenne aux matières premières critiques dans le contexte de transition énergétique (valorisation de lithium à destination de la production de batteries Li-Ion). Ces arguments interpellent les élus¹⁰¹, mais aussi l'État, comme en témoigne le lancement en février 2023 d'un plan d'action en faveur de la géothermie, visant à sensibiliser les acteurs locaux, à structurer la filière et à améliorer la connaissance des ressources du sous-sol (ministère de la Transition énergétique, 2023).
- 56 Outre les aspects socio-économiques et réglementaires, l'environnement et l'écologie représentent des enjeux forts. Ils exigent de plus en plus des futurs élus qu'ils se positionnent et de ceux en place qu'ils mettent en œuvre des mesures adéquates. Or le développement des énergies renouvelables représente un argument électoral : « il est difficile de se faire élire sans mesures écologiques dans son programme »¹⁰² ; « c'est à l'approche des élections qu'on parle de verdir le réseau de chaleur »¹⁰³. Il peut aussi procéder naturellement de démarches volontaires de protection de l'environnement¹⁰⁴ animées par des préoccupations écologiques jugées « sincères »¹⁰⁵ : la géothermie n'est pas un « calcul politique », elle peut être perçue comme un « bien collectif [...] à long

terme pour la commune » et « bonne pour l'environnement » ; « (l' élu) agit pour le bien de sa commune, pas pour son image »¹⁰⁶.

- 57 Par ailleurs, si la nature des projets ou les contextes peuvent favoriser la conflictualité politique (Chavot et al., 2021)¹⁰⁷, la géothermie, et notamment celle de surface et de basse énergie, fait plus facilement l'objet de consensus que d'autres techniques dont les impacts paysagers ou en matière de nuisances peuvent être considérés comme plus importants. C'est aussi ce qui explique qu'elle ne fasse généralement pas l'objet de remise en cause lors des alternances politiques, procédant de réflexions techniques et budgétaires de long terme et impliquant des acteurs permettant d'assurer une certaine continuité comme les syndicats d'énergie intercommunaux¹⁰⁸.

Les facteurs défavorables

- 58 Parallèlement à ces éléments que nous avons choisi de placer dans la catégorie des facteurs « positifs », plusieurs autres ont au contraire des effets « négatifs ». Le premier d'entre eux est que la mise en œuvre des projets est souvent longue entre l'étude de faisabilité et la réception des installations. Elle est par exemple de l'ordre de 7 ans pour un projet de géothermie électrogène de 50 MW (Banque Mondiale, 2012). Les projets sont difficilement valorisables sur un temps court, comme celui d'un mandat politique, et sont ainsi en décalage par rapport au temps électoral. *A contrario*, les autres énergies renouvelables peuvent être perçues comme étant plus rapides à déployer, car soumises à moins d'incertitudes quant à la présence de ressources, alors que les incertitudes géologiques ne peuvent être levées que par une phase de caractérisation s'étalant sur plusieurs mois ou années¹⁰⁹. De plus, la phase du forage est très capitalistique (Ademe, 2020), induisant de long temps de retour sur investissement¹¹⁰. Le risque financier peut donc s'avérer élevé et constituer une barrière trop importante¹¹¹. Cette question financière est spécifique à la géothermie en raison de la nécessité d'effectuer des forages. Au contraire, les frais de maintenance durant l'exploitation sont peu élevés. Pour les promoteurs de la filière, tout l'enjeu est donc de sensibiliser sur la possibilité de « réaliser des économies sur un temps long », favorisées par ces faibles coûts de fonctionnement¹¹².
- 59 Au fort déséquilibre entre dépenses d'investissement et d'exploitation s'ajoute la problématique du risque géologique, source d'incertitudes sur la rentabilité des projets. Seule la phase de forage permet en effet de confirmer la présence de ressources. « Même si le risque que ça ne marche pas est seulement de 10%, les maîtres d'ouvrage n'aiment pas ça »¹¹³. Enfin, la reproductibilité des projets qui permet d'avoir certaines garanties n'est que partielle en raison de configurations technico-économiques variables selon les territoires¹¹⁴. Les collectivités sont confrontées à la concurrence entre les différentes énergies lorsqu'elles souhaitent opter pour une solution technique, se positionner au sujet d'un projet porté par un acteur privé ou en promouvoir une plutôt que l'autre dans le cadre de la politique publique de l'énergie.
- 60 Les différences entre les sources d'énergie dépendent premièrement de leurs capacités à être rentables. De ce point de vue, la compétitivité des énergies renouvelables thermiques s'inscrit de manière comparée avec les évolutions du prix du gaz. S'agissant de la production de chaleur dans le secteur collectif et tertiaire, la gamme de coûts de production de l'énergie des chaufferies gaz (64-90 €HT/MWh) est inférieure aux solutions renouvelables sur la base du prix des énergies à leurs valeurs de 2020 : 85-104

€HT/MWh pour la géothermie sur aquifères superficiels, 77-139 €HT/MWh pour la géothermie sur champ de sondes, 83-177 €HT/MWh pour la biomasse collective (Ademe et In Numeri, 2022a). En revanche, si une hausse de prix du gaz de 100% est considérée par rapport à cette valeur de 2020 comme le proposent l'Ademe et In Numeri, la géothermie et la biomasse deviennent compétitives.

- 61 Deuxièmement, à la différence des autres sources d'énergie, la géothermie manque d'outils de préféabilité technico-économique permettant de faire une analyse préliminaire des potentiels et des coûts sur un territoire donné. Leur absence vient donc en quelque sorte fausser la concurrence entre les différentes techniques. Pour pallier cela, des initiatives comme celle portée par Terres de Lorraine – structure de coopération de communautés de communes rurales et périurbaines – avec son cadastre géothermique, ou l'outil EnR'CHOIX de l'Ademe Île-de-France ont été développées et intègrent systématiquement la géothermie afin de ne pas l'écarter des scénarios de solutions énergétiques par méconnaissance ou par choix des collectivités de valoriser d'autres sources d'énergie *a priori*¹¹⁵.
- 62 Enfin troisièmement, la concurrence avec les autres énergies apparaît également dans la mesure où les solutions existantes tendent à réduire l'attention portée aux autres techniques. « On parle (souvent) de la façon dont on va développer le réseau gazier plutôt que de s'interroger sur la pertinence de passer à d'autres énergies »¹¹⁶. En cause notamment un ancrage territorial et commercial beaucoup moins étoffé. Les entretiens mettent ainsi en évidence une « puissante » capacité d'influence et une visibilité bien meilleure d'autres acteurs, en particulier des gaziers¹¹⁷.
- 63 Les documents réglementaires – d'urbanisme et de planification – tels que le plan local d'urbanisme (PLU), le schéma de cohérence territoriale (SCOT), le PCAET ou le SRADDET régulent, organisent et prévoient le développement des différents types d'énergies sur le territoire des collectivités. Or, la place qui est réservée à la géothermie est limitée, en particulier à l'échelle régionale, et vient confirmer sa faible prise en considération par les collectivités qui élaborent ou co-élaborent ces documents¹¹⁸. Ceci a des effets sur l'intégration de cette technique par les collectivités infrarégionales en raison des liens existant entre les documents. Le PLU doit ainsi prendre en compte les objectifs du PCAET, qui lui-même doit considérer les objectifs du SRADDET (Amorce et Ademe, 2017). L'intégration de la géothermie est souvent conditionnée à la présence d'un représentant de la filière ou d'un acteur sensibilisé au sein des groupes de travail. « La géothermie part de très loin, elle est mal considérée. [...]. Si personne n'est là pour en parler alors (elle) n'est pas prise en compte »¹¹⁹. Une faible prise en compte qui est cependant en train de diminuer, et ce tout particulièrement au regard de l'intérêt de la géothermie pour la transition énergétique vis-à-vis des autres filières du sous-sol. « Il y a aujourd'hui beaucoup de schémas et de documents qui existent, ce qui a permis de voir que les collectivités ne traitaient pas du sous-sol. Le cas de la géothermie est différent, elles commencent à se l'approprier de plus en plus »¹²⁰.
- 64 La nécessité d'être accompagné, à la fois en matière d'ingénierie et de financement, est exprimée par certaines collectivités en raison de la technicité et du risque propre à l'exploitation du sous-sol, via par exemple l'utilisation de mécanismes assurantiels permettant de surmonter l'échec d'un forage dû à l'absence de potentiel géothermique. Or, la filière ne dispose pas de ressources humaines importantes permettant de les accompagner convenablement, à l'image notamment de celle du bois-énergie. Les chargés de mission transition énergétique au sein des collectivités ne sont par exemple

pas très nombreux et ont plusieurs sujets à traiter¹²¹. Cette problématique semble par ailleurs générale au secteur des réseaux de chaleur urbains contribuant à la transition énergétique, la Cour des comptes ayant récemment souligné un manque de ressources humaines adaptées au sein des collectivités délégantes (Cour des comptes et Chambres régionales et territoriales des comptes, 2021).

- 65 Parallèlement à l'action des acteurs publics, celle des acteurs privés est également questionnée. Leur capacité à répondre aux demandes est parfois considérée comme inégale, notamment dans le secteur du forage, formant par conséquent des « zones blanches » sur le territoire¹²². Un obstacle qui décourage les prétendants à la géothermie, peut conduire à l'abandon de projets et limite sa place dans le secteur de l'énergie. De même, peu de professionnels proposent des PAC géothermiques, compte tenu de la spécificité du savoir-faire et de la nécessité de disposer d'équipements de forages (Haut-Commissariat au Plan, 2022). Pallier ces difficultés par le développement d'une offre de formation pour la filière GMI, de capacités de forage et d'offres en matière de systèmes de chauffage géothermiques est désormais au cœur du plan d'action gouvernemental en faveur de la filière (ministère de la Transition énergétique, 2023 ; Haut-Commissariat au Plan, 2022). Des enjeux clés pour la dynamisation des filières géothermiques qui sont également exprimés à l'échelle européenne (Schütz et al., 2013).
- 66 Les retours d'expérience ont un rôle essentiel et sont à replacer dans l'espace et le temps. La diffusion spatiale des échecs ou des incidents dépasse celle des réussites, que ce soit auprès des élus comme du grand public. « Le classique bouche-à-oreille fonctionne. Mais le retour d'expérience fonctionne surtout lorsqu'il est négatif »¹²³. Des craintes peuvent se cristalliser pour des élus de communes pourtant très éloignées des zones concernées par des retours d'expérience négatifs, voire même avoir une dimension extranationale. Par exemple, si la géothermie profonde de type EGS a joui d'un crédit satisfaisant jusqu'au milieu des années 2010, en particulier sur la base des tests réalisés à Soultz-sous-Forêts (Bas-Rhin), les événements de sismicité induite en Suisse et en Allemagne à partir du milieu des années 2000 (Bâle, 2006 ; Landau, 2009 ; Insheim, 2010 ; Saint-Gall, 2013) ont eu des effets négatifs sur les représentations liées à cette technique (Chavot et al., 2021). Ces inquiétudes peuvent en outre se diffuser à tous les types de géothermie, bien que les risques soient spécifiques à la géothermie profonde. Alors même que le potentiel géothermique de leur territoire ne se prête qu'à des projets de géothermie de surface, des élus bretons ont ainsi pu s'inquiéter du risque de sismicité induite à la suite des événements ayant eu lieu à Strasbourg où des techniques pourtant très différentes avaient été employées¹²⁴.
- 67 Cependant, cet effet n'est pas systématique, les impacts pouvant rester circonscrits à une échelle locale. Combinée aux actions de communication des pouvoirs publics¹²⁵, une certaine acculturation technique aux filières du sous-sol de communes ayant déjà une expérience d'exploitations souterraines semble contribuer à « démystifier » le sous-sol et à faire adhérer plus facilement aux nouveaux projets¹²⁶. Une antériorité qui rend « le dialogue plus concret et facile »¹²⁷ et illustre une grande disparité entre les territoires. Cela n'empêche pas la notion d'héritage d'être à double tranchant, loin d'être une condition suffisante à l'acceptabilité des projets, car pouvant représenter un facteur de contestation ou être à l'origine de traumatismes en cas de défaillances des installations en opération ou en post-opération¹²⁸.

- 68 Dans certains territoires, on peut également observer la persistance d'effets résultants de mauvaises expériences passées, notamment sur des installations de géothermie basse énergie alimentant des réseaux de chaleur. « La commune est tombée sur une bulle froide dans les années 1980, ils s'en souviennent encore alors qu'il y a maintenant eu de nouveaux mandats et que c'est un nouveau parti politique à la mairie ! La mémoire reste. Ils ne veulent pas entendre parler de géothermie »¹²⁹. Pour d'autres communes, c'est un problème de corrosion de l'eau – pouvant pourtant être résolu – qui est considéré comme un frein. « L'eau était corrosive, on peut résoudre ce problème [...], mais ils restent sur l'idée que la géothermie, ça ne marche pas »¹³⁰. Des problématiques techniques qui se conjuguent avec celles de nature économique. « Une fois que les élus ont entendu parler d'un tel (exemple de retour négatif), il peut être dur de les convaincre, parce que ça a coûté cher et que ça n'a pas abouti »¹³¹.
- 69 La diffusion d'informations concernant les expérimentations, et notamment les problèmes qu'elles rencontrent, pose la question du rôle des médias dont l'influence peut être capitale en matière de genèse et de renforcement de mobilisations citoyennes et de controverses, par exemple autour des projets d'ouverture de nouvelles exploitations minières, d'évènements sismiques en lien avec des projets de géothermie profonde de type EGS ou autour du stockage souterrain de déchets radioactifs (Aubertin et al., 2021 ; Blanck, 2021). Ce rôle apparaît comme étant « ambivalent », en particulier par sa capacité à renforcer les amalgames¹³². L'hypermédiatisation d'évènements et l'objectif de « faire le buzz »¹³³ véhiculent des craintes et des inquiétudes parfois infondées tout en pouvant exacerber les confusions sémantiques et techniques. Par ailleurs, les journalistes ne sont souvent pas experts et peuvent véhiculer des « images médiatisées parfois plus ou moins exactes » (Mercier et al., 2021). C'est le cas en particulier dans les rédactions nationales, les locales ayant des relations plus directes avec les parties prenantes ou – si le territoire exploite cette ressource – étant plus habituées à traiter de ces questions¹³⁴.

Conclusion

- 70 Le sous-sol, en tant qu'espace abritant des solutions contribuant à la transition énergétique – préparer l'après-pétrole, instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs environnementaux –, paraît à ce jour « sous-estimé » par les collectivités territoriales, en particulier s'agissant de la géothermie.
- 71 Ceci au sens où, premièrement, le sous-sol fait l'objet de peu d'*estime* ; c'est-à-dire qu'il est souvent caractérisé par un manque d'appréciations favorables ou de considération, ou, tout du moins, d'une certaine invisibilité, voire d'une indifférence. Deuxièmement, et en conséquence, le sous-sol ne fait pas l'objet de suffisamment d'*estimations* sur sa capacité ou non à répondre aux enjeux de cette transition. Les solutions qu'il est en mesure de fournir ne sont parfois tout simplement pas prises en compte parmi les choix possibles en matière de satisfaction des usages énergétiques. Cette remarque conclusive jouant sur les deux acceptions du verbe ne doit cependant pas laisser à penser que les collectivités territoriales, et les élus qui se trouvent à leurs têtes sont à l'origine de ces sous-estimations. Leur manque de connaissance est unanimement reconnu et s'explique par de multiples facteurs qui entrent en ligne de compte lorsqu'il

s'agit de déterminer les relations entre ces collectivités territoriales et le sous-sol : technicité, place de l'État, caractéristiques économiques, enjeux environnementaux, risques associés, effet sémantique, médiatisation, etc.

- 72 Ces observations demandent naturellement à être nuancées afin de tenir compte des caractéristiques humaines, historiques et physiques propres à chaque territoire. Elles imposent surtout de les intégrer dans une dynamique récente marquée par de profonds changements pouvant conduire à une réestimation en termes de potentiel et d'appréciation. L'état des lieux que nous avons réalisé se trouve interrogé par les changements endogènes et exogènes à la filière géothermique (urgence écologique, crise économique, instabilités géopolitiques, guerre en Ukraine, et cetera). Sans perdre de vue l'inertie que peuvent avoir les phénomènes accréditant l'hypothèse d'une évolution lente, voire d'un *statu quo*, un intérêt est en effet perceptible envers cette source d'énergie qui concerne potentiellement l'ensemble des territoires administrés par les collectivités territoriales, eu égard à la relativement bonne distribution des ressources, et notamment celles de la géothermie de minime importance. Un intérêt qui est en mesure de s'étendre à tout le sous-sol compte tenu des solutions qu'il peut fournir au regard des changements programmés, attendus ou plus soudains qui viennent questionner les avantages et les inconvénients des différentes techniques utilisées.
- 73 Cet intérêt s'inscrit premièrement dans un contexte de responsabilités juridiques élargies des collectivités territoriales en matière d'énergie et d'environnement qui les oblige ou les aide à explorer et exploiter toutes les possibilités offertes par l'espace qu'elles administrent.
- 74 Deuxièmement, les collectivités peuvent s'appuyer sur une diversité de sources d'information mises à leur disposition provenant de différents acteurs, publics et privés, officiants à la plupart des niveaux administratifs. Cette facilitation repose sur les actions réalisées par l'ensemble des parties prenantes de la filière en direction des collectivités, y compris le gouvernement et le Parlement qui ont pris des mesures pour mieux les accompagner.
- 75 La relation entre collectivités territoriales et sous-sol dépend, troisièmement, d'un contexte marqué par l'augmentation croissante et attendue de l'exploitation de sources d'énergie intermittentes, alors que les techniques de la géothermie sont capables de produire en base, mais sont aussi flexibles. Elle représente également une source faiblement carbonée de chaleur et de froid capable de s'imposer comme un substitut aux énergies fossiles, notamment au gaz, permettant de satisfaire une demande significative en chaleur renouvelable. Ces atouts sont d'autant plus cruciaux que le potentiel de décarbonation de ce secteur est gigantesque. En effet, la consommation de chaleur représente 50% de la consommation énergétique nationale et sa production reste majoritairement réalisée par des énergies fossiles (ministère de la Transition énergétique, 2023).
- 76 Quatrièmement, la question environnementale exige des réponses adaptées comme celle consistant à développer l'utilisation des énergies renouvelables dans un contexte de lutte contre l'artificialisation et de problèmes de disponibilité du foncier.
- 77 Enfin, cinquièmement, les pouvoirs publics se sont encore relativement peu penchés sur le sous-sol en tant que solution permettant de contribuer aux objectifs de transition énergétique, comparativement et additionnellement aux ressources présentes à la

surface sur lesquelles la plupart des acteurs de l'énergie se sont concentrés et qui ne pourront à elles seules solutionner des défis qui s'annoncent gigantesques. Une contribution dont la particularité est d'être protéiforme, qui peut répondre à des besoins de masse, et qui est compatible avec l'idée retrouvée d'une souveraineté énergétique de la France.

- 78 C'est donc bien à l'aune de ces éléments et de leurs interactions avec les différents facteurs plaçant au contraire pour des changements limités qu'il faut désormais penser les perspectives d'évolutions de la relation entre les collectivités et leur sous-sol.

BIBLIOGRAPHIE

Ademe, 2020, Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Données 2019, 100p.

Ademe, In Numeri, 2017, Marchés et emplois liés à l'efficacité énergétique dans le secteur des énergies renouvelables, Situation 2013-2015, 78p.

Ademe, In Numeri, 2022a, Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Édition 2022, 120p.

Ademe, In Numeri, 2022b, Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans les secteurs des énergies renouvelables et de récupération, des transports terrestres et du bâtiment résidentiel, Situation 2018-2020, Estimation préliminaire 2021, Objectifs 2023, Synthèse générale, 20p.

Ademe, ministère de Transition écologique, 2021, Sondage Harris Interactive : Les Français et l'éolien, [En ligne], URL : <https://presse.ademe.fr/2021/10/sondage-harris-interactive-les-francais-et-leolien.html>

AFPG, 2012, Récapitulatif 5 journées de sensibilisation à la Géothermie en 2012, 2p.

AFPG, 2021, La géothermie en France. Étude de filière 2021, 5^{ème} édition, 52p., [En ligne] URL : https://www.geothermies.fr/sites/default/files/inline-files/AFPG_etude-fili%C3%A8re-v12-corrige%CC%81e.pdf

Amorce, 2018, La TVA sur les réseaux de chaleur, 36p. [En ligne] URL : <https://amorcer.asso.fr/publications/la-tva-sur-les-reseaux-de-chaleur-rce30>

Amorce, 2020, Enquête prix de vente de la chaleur et du froid en 2018, 4p. [En ligne] URL : <https://amorcer.asso.fr/publications/enquete-sur-le-prix-de-vente-de-la-chaleur-et-du-froid-en-2020-rce38>

Amorce, Ademe, 2017, Guide de création d'un réseau de chaleur. Éléments clés pour le maître d'ouvrage, 55p. [En ligne] URL : <https://reseaux-chaleur.cerema.fr/espace-documentaire/guide-creation-reseau-chaleur-amorceademe-2017>

Anjou, C., 2018, L'énergie géothermique : représentations, enseignements et contextes aux Antilles et dans la zone caraïbe, Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université des Antilles, 405p.

- Arnauld de Sartre, X., S., Chailleux, 2021, L'incomplète mise en politique du sous-sol français, Introduction, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 2-11.
- Aubertin, C., B., Hubert et C., Millier, 2021, Le sous-sol, un nouvel enjeu environnemental, *Natures Sciences Sociétés*, 5, p.1.
- Banque Mondiale, 2012, *Geothermal handbook: planning and financing power generation*, Technical report, 164 p.
- Battistel, M.-N., 2017, Avis fait au nom de la commission des affaires économiques sur la proposition de loi portant adaptation du code minier au droit de l'environnement (n°4251), Assemblée nationale, 64p.
- Baudrin, M., B., D., Dauguet, Deias et B. Raimbault, 2014, « On n'est pas des cow-boys ». Controverse sur l'exploitation des gaz de schiste et stratégie de l'industrie pétrolière, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 8, 2, 2, pp. 451-478.
- Belot, C., J.-M., Juilhard, 2006, Énergies renouvelables et développement local : l'intelligence territoriale en action, Rapport d'information n° 436 fait au nom de la délégation à l'aménagement du territoire du Sénat, 244p.
- Bergeron, K. M., M., Jébrak, S., Yates, C., Séguin, V., Lehmann, P.-Y., Le Meur, S., P., Angers, S., Durand et C. Gendron, 2015, Mesurer l'acceptabilité sociale d'un projet minier : essai de modélisation du risque social en contexte québécois, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 15, 3, [En ligne], URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/16737>
- Bézèlques-Courtade, S., P., Durst, 2012, Impacts potentiels de la géothermie très basse énergie sur le sol, le sous-sol et les aquifères – Synthèse bibliographique, Avec la collaboration de F., Garnier, T., Demutrecy.
- Blanck, J., 2021, Des dispositifs pluralistes sous contrôle : internaliser les critiques pour gouverner le stockage des déchets radioactifs, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 33-42.
- Branchu, F., 2022, La géothermie de surface à usage domestique au prisme de ses acteurs. Comment sortir de la niche ?, Communication présentée à la conférence Journées de la géothermie, tenue le 9 et 10 juin 2022 à Aix-Les-Bains, France.
- BRGM, 2013, Sinistre de Lochwiller lié à une sonde géothermique – situation en juillet 2013 et pistes d'investigations et de travaux, Rapport final, 39p., [En ligne] URL : <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-62574-FR.pdf>
- BRGM, Ademe, 2010, La géothermie et les réseaux de chaleur. Guide du maître d'ouvrage, Guide technique, 68p., [En ligne] URL : <https://www.geothermies.fr/sites/default/files/inline-files/guide%20ademe%20brgm%20r%C3%A9seau%20de%20chaleur.pdf>
- BRGM, Ineris, 2020, Site géothermique de Vendenheim. Point de situation des actions réalisées par Fonroche géothermie depuis la remise du rapport de tierce-expertise de février 2020, 132p.
- Cano, R., E., Jeandel et A., Tabourdeau, 2020, Rapport préliminaire. Proposition méthodologique de caractérisation des retombées territoriales de projets sous-sol, Rapport réalisé dans le cadre du projet Géfiss, 147p.
- Chailleux, S., X., Arnauld de Sartre, 2018, Acceptabilité de deux technologies utilisant le sous-sol pour la transition énergétique. La géothermie profonde et le stockage de CO₂, Rapport de recherche.
- Chailleux, S., X., Arnauld de Sartre, 2021, L'acceptabilité au prisme du stockage géologique de CO₂ : retour sur un débat non émergé, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 12-24.

- Chailleux, S., R., Hourcade, 2021, Politiques locales de l'énergie : un renouveau sous contraintes, Introduction au dossier, *Natures Sciences Sociétés*, 29, 1, pp. 3-12.
- Chavot, P., O., Ejderyan, H., Puts, W., Cees et Y., Serrano, 2019a, Risk governance strategy report (Project H2020 DESTRESS), Université de Strasbourg, HAL Science ouverte, [En ligne] URL : <https://hal.science/hal-02463989>
- Chavot, P., A. Masseran, C., Bodin, Y., Serrano et J., Zoungrana, 2019b, Geothermal Energy in France. A Resource Fairly Accepted for Heating but Controversial for High-Energy Power Plants, dans Manzella, A., A. Allansdottir et A. Pellizzone (dir), *Geothermal Energy and Society*, Springer International Publishing, pp. 105-122.
- Chavot, P., A., Masseran, Y., Serrano et J., Zoungrana, 2021, L'information comme enjeu ? La controverse autour de la géothermie profonde à l'Eurométropole de Strasbourg, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 43-54.
- Clérfeuille, F., 2022, Le conflit autour du projet minier « Montagne d'or » en Guyane au prisme de la géopolitique locale, *Géoconfluences*. [En ligne] URL : https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/changement-global/articles-scientifiques/montagne-dor-guyane/@@download_pdf?id=montagne-dor-guyane&uid=30dee73015ff45d983df81b5a90c0552
- Cour des comptes, Chambres régionales et territoriales des comptes, 2021, Le chauffage urbain : une contribution efficace à la transition énergétique insuffisamment exploitée, 172p.
- Culot, A., 2022, Le sous-sol, le grand oublié de la transition énergétique ?, *CNRS Le Journal*, [En ligne] UR : <https://lejournal.cnrs.fr/articles/le-sous-sol-le-grand-oublie-de-la-transition-energetique>
- Egec, 2014, Fact sheet on enhanced geothermal systems: Why it is different to shale gas, Communiqué de presse, 4p., [En ligne] URL : <https://www.egec.org/wp-content/uploads/2017/05/Fact-Sheet-on-EGS-Why-it-is-different-from-shale-gas..pdf>
- Egec, 2018, A flexible renewable: the key role of geothermal energy in the electricity market, Document de communication, 2p.
- Foucher, J.-L., P., Bodenez, K. et B., Slimane, 2012, Après-mine en France, Congrès International sur la gestion des rejets miniers et l'après-mine (GESRIM), Marrakech, Maroc, 4-6 avril 2012.
- Galín, R., 2016, Le renouveau minier français et les matières premières stratégiques, *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 82, 2, pp. 77-80.
- Geosmart, 2022, Electricity market design in a time of crisis: the case for geothermal and renewable flexibility resources, Document de communication, 6p.
- Geothermal Energy Association, Geothermal Resources Council, 2013, The Values of Geothermal Energy: A Discussion of the Benefits Geothermal Power Provides to the Future US Power System, 19p., [En ligne] URL : https://geothermal.org/sites/default/files/2021-02/Values_of_Geothermal_Energy.pdf
- Gonnot, F.-M., P., Martin, 2011, Rapport d'information n°3517 sur les gaz et huile de schiste fait au nom de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, Assemblée nationale de la République française, [En ligne] URL : <https://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i3517.asp>
- Gossement, A., 2011, Droit minier et droit de l'environnement. Éléments de réflexion pour une réforme relative à l'évaluation environnementale, à l'information et à la participation du public, Rapport, ministère français de l'Écologie, du développement durable, du transport et du

- logement, 374p., [En ligne] URL : <https://www.vie-publique.fr/rapport/32093-droit-minier-et-droit-de-lenvironnement>
- Gunzburger, Y., M.-F., Agnoletti, M., Deshaies, S., Ferey et P. Raggi, 2017, Social perception of unconventional gas extraction on the outskirts of a former coal-mining area in Northeast France, *The Extractive Industries and Society*, 4, 1, pp. 53-62.
- Haut-Commissariat au Plan, 2022, Responsabilité climatique. La géothermie de surface : une arme puissante, *Ouverture*, N°12, 32p., [En ligne] URL : https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2023/05/note_geothermie_de_surface_0.pdf
- Kurek, K., A., W., Heijman, J., van Ophem, S., Gędek et J., Strojny, 2021, The contribution of the geothermal resources to local employment: Case study from Poland, *Energy Reports*, 7, pp. 1190-1202.
- Labussière, O., 2021, Un « volume » incertain : géologie politique de l'exploration du gaz de charbon en Lorraine (France), *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 69-80.
- Le Berre, S., S. Chailleux, 2021, La relance minière en France et en Europe à l'épreuve des critiques, *Revue Gouvernance*, 18, 2, pp. 1-15.
- Manzella, A., A., Allansdottir, A., Pellizzone, 2019, *Geothermal Energy and Society*, Springer International Publishing AG, 288p.
- McDonald, R. I., J., Fargione, J., Kiesecker, W. M., Miller, J., Powell, 2009, Energy sprawl or energy efficiency: climate policy impacts on natural habitat for the United States of America, *PloS one*, 4, 8, [En ligne] URL : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0006802>
- Melillo, J., T. T. C., Richmond et G. W., Yohe, 2014, *Climate Change Impacts in the United States: The third National Climate Assessment*, U.S Global Change Research Program, 841p.
- Meller, C., E., Schill, J., Bremer, O., Kolditz, A., Bleicher, C., Benighaus, P., Chavot, M., Gross, A., Pellizzone, O., Renn, F., Schilling et T., Kohl, 2018, Acceptability of geothermal installations: a geoethical concept for GeoLab, *Geothermics*, 73, pp. 133-145.
- Mercier, C., S., Chailleux et X. Arnaud de Sartre, 2021, Évolution de la perception et de la gestion du sous-sol dans l'administration centrale française : vue de l'intérieur de Carole Mercier, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 81-90.
- Ministère français de l'Écologie du développement durable et de l'énergie, 2015, *Guide d'élaboration de la carte des zones réglementaires relatives à la géothermie de minime importance*, 83p.
- Ministère français de la Transition écologique et solidaire, 2020, *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 2024-2028*, 400 p.
- Ministère français de la Transition énergétique, 2023, *Géothermie : un plan d'action pour accélérer*, Dossier de presse, 16p.
- Missaghieh-Poncet, J., 2023, *Aux frontières de la géothermie profonde : l'émergence du milieu « sous-sol » dans un contexte de transition énergétique*, Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Nehlig, P., 2019, Améliorer la connaissance géologique du sous-sol, un enjeu pour la France, *Géosciences, Hors-Série octobre 2019, Les géosciences au cœur des enjeux de demain*, BRGM, pp 18-27.
- OPECST, J.-C., Lenoir, C. Bataille, 2013, *Rapport d'étape sur les techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non*

conventionnels, Rapport parlementaire, Sénat, Assemblée nationale, République française, 118p., https://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opepst/quatre_pages/4pages_techniques_alternatives_fracturation_hydraulique.pdf

OpinionWay et Ademe, 2021, Les Français et l'environnement, Enquête annuelle, vague 7, [En ligne] URL : <https://bibliothèque.ademe.fr/air-et-bruit/4219-barometre-les-francais-et-l-environnement-vague-7.html>

Parriaux, A., P., Blunier et P., Maire, 2010, Projet Deep City. Ressources du sous-sol et développement durable des espaces urbains, Rapport de recherche PNR 54, 106p., [En ligne] URL : <https://infoscience.epfl.ch/record/150127>

Pellizzone, A., A., Allansdottir, R., De Franco, G., Muttoni et A., Manzella, 2017, Geothermal energy and the public: A case study on deliberative citizens' engagement in central Italy, *Energy Policy*, 101, pp. 561-570.

Pitron, G., 2018, La guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique, Les Liens qui libèrent, Paris, 296p.

Poupeau, F.-M., B., Boutaud, 2021, La transition énergétique, un nouveau laboratoire de l'action publique locale ?, *Pouvoirs Locaux : les cahiers de la décentralisation / Institut de la décentralisation*, I, 119, pp. 28-36.

Schellenberger, T., 2021, Stockage géologique de déchets et droit du sous-sol : une fracture entre intérêt public et usage industriel, *Natures Sciences Sociétés*, 29, pp. 25-32.

Schellenberger, T., 2023, La réforme du Code minier à l'ère de la transition écologique, *Revue juridique de l'environnement*, 48, pp. 139-155.

Schmittbuhl, J., S., O., Lambotte, M., Lengliné, H., Grunberg, J., Jund, F., Vergne, C., Cornet, F., Doubre et F., Masson, 2021, Induced and triggered seismicity below the city of Strasbourg, France from November 2019 to January 2021, *Comptes Rendus, Géoscience, Sciences de la planète, Académie des sciences*, 353, pp. 561-584.

Schütz, F., E., Huenges, A., Spalek, D., Bruhn, P., Pérez et M., de Gregorio, 2013, Employment study: solutions on lack of skilled workers in the geothermal sector & results of the questionnaires, Luxembourg : Publications Office of the European Union, Geoelec, Deliverable 5.1., 61p., [En ligne] URL : https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemFullPage.jsp?itemId=item_376373_5

Serrano, Y., C., Heimlich, C., Bodin, P., Chavot, A., Masseran et J., Zoungrana, 2019, La géothermie profonde « n'est pas mûre » : parcours d'une formule-argument à l'Eurométropole de Strasbourg », *Mots. Les langages du politique*, 119, pp. 51-67.

Spijkerboer, R. C., E., Turhan, A., Roos, M., Billi, S., Vargas-Payera, J., Opazo et M., Armiero, 2022, Out of steam? A social science and humanities research agenda for geothermal energy, *Energy Research & Social Science*, 92, [En ligne] URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629622003048>

Stein, M., 2019, La controverse du « gaz de charbon » en France (2006-2018) : conflits de nomination et mise en question de la neutralité de l'expertise, *Mots. Les langages du politique*, 119, pp. 69-85.

Tardieu, B., 2019, Une exploitation du sous-sol à réinventer, *Connaissance des énergies*, Tribune publiée le 14 novembre, [En ligne] URL : <https://www.connaissancedesenergies.org/tribune-actualite-energies/une-exploitation-du-sous-sol-reinventer>

- Terral, P.-M., 2012, La fronde contre le gaz de schiste : essai d'histoire immédiate d'une mobilisation éclair (2010-2011), *Écologie politique*, 2, pp. 185-194.
- Thorsteinsson, H. H., J. W., Tester, 2010, Barriers and enablers to geothermal district heating system development in the United States, *Energy Policy*, 38, 2, pp. 803-813.
- Varaschin, D., 2009, Pas de veine pour le charbon français (1944-1960), 624p., Beltran, Bouneau, Bouvier, Varaschin, Williot, *État et énergie XIXe-XXe siècle*, Institut de la gestion publique et du développement économique, Vincennes, pp. 129-152.
- Varet, J., 2018, Transition écologique en France : et la géothermie ?, *Futuribles*, 425, 4, pp. 21-33.
- Varin, P., 2022, « Nous devons développer une véritable diplomatie des matériaux », *Géosciences*, 26, pp. 4-9.
- Wannous, S., 2013, Les économies d'énergie provoquées par la crise pétrolière de 1974 dans les bâtiments publics franciliens, Thèse de doctorat en Histoire des techniques, Conservatoire national des arts et métiers (CNAM), Paris, France.
- Wylie, S.A., 2018. *Fractivism: corporate bodies and chemical bonds*, Durham, Duke University Press, coll. *Experimental futures*, 403p.

NOTES

1. Voir par exemple la tenue récente du colloque « Ressources et usages du sous-sol dans la transition énergétique », organisé par le CNRS, le BRGM, l'IFPEN, l'Ademe et le Pôle Avenia les 27 et 28 septembre 2022 à la Cité des sciences et de l'industrie à Paris. L'expression de "transition énergétique" sera considérée dans le sens que lui donne la Loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), en tant que démarche visant à préparer l'après-pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs environnementaux.
2. La décentralisation organise le transfert de compétences et de moyens vers les collectivités territoriales afin d'augmenter leur niveau d'autonomie juridique. Elle comprend deux phases principales qualifiées d'actes I et II. Le premier acte s'inscrit dans le cadre des lois Defferre promulguées en 1982 et 1983, et le second dans celui de la loi constitutionnelle de 2003. Les principales mesures législatives concernant l'énergie sont : Loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles ; Loi du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République ; Loi du 18 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte ; Loi énergie et climat du 8 novembre 2019 ; Loi du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.
3. Loi n°2011-835 du 13 juillet 2011, dite loi Jacob, visant à interdire l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par fracturation hydraulique et à abroger les permis exclusifs de recherches comportant des projets ayant recours à cette technique ; Loi n°2017-1839 du 30 décembre 2017, dite loi Hultot, mettant fin à la recherche ainsi qu'à l'exploitation des hydrocarbures et portant diverses dispositions relatives à l'énergie et à l'environnement.
4. Pour plus d'informations, voir le site de l'Association française des professionnels de la géothermie [en ligne], URL : <https://www.afpg.asso.fr/geothermie-profonde/>.
5. Pour plus d'informations, voir le site Geothermies, [en ligne], URL ; <https://www.geothermies.fr/decouvrir-la-geothermie>.

6. Pour plus d'informations, voir le site de l'Association française des professionnels de la géothermie [en ligne], URL : <https://www.afpg.asso.fr/reglementation/>. Voir notamment : Décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015 modifiant le décret n°78-498 du 28 mars 1978 modifié relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie ; Décret n°2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains ; annexe de l'article R. 122-2 et article R. 414-27 du code de l'environnement ; ministère de l'Écologie du développement durable et de l'énergie (2015).
7. Décret n°2006-648 du 2 juin 2006 relatif aux titres miniers et aux titres de stockage souterrain. Certaines dispositions ont été modifiées par le Décret n°2019-1518 du 30 décembre 2019 relatif aux titres d'exploration et d'exploitation des gîtes complétant l'Ordonnance n°2019-784 du 24 juillet 2019 modifiant les dispositions du code minier relatives à l'octroi et à la prolongation des titres d'exploration et d'exploitation des gîtes géothermiques. Pour les titres miniers d'exploration, la limite de 150°C qui distinguait géothermie basse et haute température n'est plus considérée, le pétitionnaire pouvant choisir entre une autorisation de recherche délivrée par la préfecture et un PER. Pour l'exploitation, un critère de puissance primaire remplace le critère de température et distingue un permis d'exploitation, inférieur 20 MW, et une concession, pour les puissances supérieures. Pour plus d'informations, voir le site Geothermies, [en ligne], URL ; <https://www.geothermies.fr/actualites/news/nouvelle-reglementation-pour-la-geothermie-profonde> , publié le 7 janvier 2020.
8. Pour plus d'informations, voir le site de la Gouvernance élargie pour les filières d'ingénierie du sous-sol, [en ligne], URL : <https://www.gefiss.eu>.
9. Les techniques EGS visent à augmenter la perméabilité initiale du réservoir, qui est généralement trop faible pour une exploitation économiquement viable, améliorant ainsi la connectivité des puits au réservoir géothermal. Pour plus d'informations, voir le site de l'Association française des professionnels de la géothermie [en ligne], URL : <https://www.afpg.asso.fr/la-geothermie-egs/>.
10. Entre novembre 2019 et janvier 2021, une série d'évènements sismiques a été ressentie à Strasbourg, questionnant leur lien avec les activités du projet de géothermie profonde Géoven, situé sur la commune de Vendenheim, et conduisant à l'arrêt du projet dont le développement se basait sur des technologies EGS.
11. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
12. La société Compagnie française des mines (Coframines) est une structure d'investissement et d'exploitation minière qui avait été créée en 1978. Elle regroupait les actifs miniers de l'organisme public BRGM et bénéficiait alors d'un soutien financier de l'État, souhaitant voir émerger un opérateur minier de premier plan.
13. La Loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur permet aux collectivités de créer des installations en vue d'alimenter des réseaux de chaleur. Cette compétence était toutefois optionnelle.
14. Pour un exemple, voir l'article de *Reporterre*, publié le 7 avril 2021, « Réforme du Code minier : "Ouvrir une mine, c'est ouvrir une décharge" », [en ligne], URL : <https://reporterre.net/Reforme-du-Code-minier-Ouvrir-une-mine-c-est-ouvrir-une-decharge>.
15. La loi n°94-588 du 15 juillet 1994 a supprimé la disposition du code minier qui exigeait une enquête publique lors de l'instruction d'un PER, limitant l'association des collectivités au moment de la demande d'autorisation des travaux d'exploration. Jusqu'en 2012, le code minier indique ainsi explicitement que l'instruction de la demande de titre ne comporte pas d'enquête publique (article 122-3). Cette mention explicite a été supprimée par la Loi du 27 décembre 2012 relative à la mise en œuvre du principe de participation du public défini à l'article 7 de la Charte de l'environnement, sans toutefois rétablir l'obligation d'enquête publique lors de l'instruction des titres miniers (Battistel, 2017). Un rapport d'information sur les huiles et gaz « de schiste » souligne ainsi que l'absence d'information et de consultation des riverains et des élus locaux

constatée à l'occasion de l'attribution de permis en 2010 en Île-de-France n'est pas imputable « à une quelconque violation de la réglementation en vigueur par les entreprises ou par l'administration » (Gonnot et Martin, 2011).

16. Pour plus d'informations, voir le site de France Info, « En Moselle, une inexorable montée des eaux souterraines depuis l'arrêt des mines de charbon », publié le 7 novembre 2021, [en ligne], URL : https://www.francetvinfo.fr/economie/risque-industriel/reportage-en-moselle-une-inexorable-montee-des-eaux-souterraines-depuis-l-arret-des-mines-de-charbon_4822655.html.

17. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.

18. *Actu-environnement*, 2021, « Les députés font un grand pas vers la réforme du code minier », publié le 9 avril 2021, URL : <https://www.actu-environnement.com/ae/news/code-minier-reforme-projet-loi-climat-resilience-vote-deputes-37345.php4> ; Commission spéciale chargée d'examiner le projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, Compte rendu n°26 du 13 mars 2021, Assemblée nationale.

19. Voir <https://www.ctguyane.fr>, [en ligne], publié le 22 mai 2018, URL : <https://www.ctguyane.fr/communiqu-letat-condamne-a-verser-la-somme-de-500-000-euros-a-la-collectivite-territoriale-de-guyane-pour-la-non-prise-dans-le-delai-imparti-du-decret-relatif-a-la-competence-en-matiere-d/> ; *La Tribune des Antilles*, 2018, « Le conseil d'État condamne l'État à verser 500.000 euros à la collectivité territoriale de Guyane », publié le 28 mai 2018, [en ligne] URL : <http://www.latribunedesantilles.net/article/le-conseil-detat-condamne-letat-verser-500000-euros-la-collectivite-territoriale-de-guyane>.

20. Voir <https://www.ctguyane.fr>, publié le 12 octobre 2022, [en ligne], URL : <https://www.ctguyane.fr/recherche-petroliere-mobilisation-continue-sein-de-ctg/>. Dans une interview, Gauthier Horth, conseiller territorial et porte-parole du groupe Pour une Guyane audacieuse déclare : « c'est à nous de décider, la loi nous donne cette responsabilité, alors nous décidons » (France Info, 2017, « Collectivité Territoriale de Guyane autorise la société Total à poursuivre ses recherches au large des côtes de Guyane », publié le 15 mars 2017, [en ligne], URL : <https://la1ere.francetvinfo.fr/guyane/collectivite-territoriale-guyane-autorise-societe-total-poursuivre-ses-recherches-au-large-cotes-guyane-453603.html>).

21. Entretien avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.

22. Entretiens avec un chercheur spécialisé sur les questions énergétiques, mars 2020, avec fonctionnaire d'État, avril 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec chargé de mission géothermie, janvier 2022, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.

23. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

24. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne.

25. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne.

26. Entretiens avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

27. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, en ligne.

28. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

29. Entretien avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.

30. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, en ligne.

31. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un fonctionnaire d'État, avril 2021, en ligne.
32. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un chercheur spécialisé sur les questions énergétiques, mars 2020, en ligne.
33. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
34. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
35. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
36. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un fonctionnaire d'État, avril 2021, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
37. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
38. Entretien avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, en ligne.
39. Pour plus d'informations, voir le site internet [en ligne] URL : <https://www.afpg.asso.fr>.
40. Jean-Jacques Graff, de l'AFPG, déclare à l'AFP : « On ne fracture pas la roche, mais on nettoie des failles existantes, à des pressions beaucoup plus faibles, c'est complètement autre chose... » (*La République des Pyrénées*, 2015, « L'interdiction du gaz de schiste devant le Conseil constitutionnel », publié le 9 août 2015, [en ligne], URL : <https://www.larepubliquedespyrenees.fr/societe/afp/l-interdiction-du-gaz-de-schiste-devant-le-conseil-constitutionnel-4946713.php>). Voir aussi <https://www.afpg.asso.fr>.
41. Projet Geoelec (<http://www.geoelec.eu>), « Compte-rendu de l'atelier : L'électricité géothermique française : quels verrous, quelles solutions ? », 17 octobre 2013.
42. Ce dernier avait été saisi par le Conseil d'État d'une question prioritaire de constitutionnalité posée par la société Schuepbach, dont les deux PER d'hydrocarbures liquides ou gazeux dans le sud-est de la France avaient été abrogés en octobre 2011, car l'usage de la fracturation hydraulique, devenue interdite par la loi Jacob, était envisagé (*Le Monde*, 2013, « Gaz de schiste : l'interdiction de la fracturation hydraulique devant le Conseil constitutionnel », publié le 27 juin 2013, [en ligne], URL : https://www.lemonde.fr/planete/article/2013/06/27/gaz-de-schiste-la-loi-jacob-sur-la-selle_3437830_3244.html ; *Le Monde*, 2013, « Gaz de schiste : la fracturation hydraulique restera interdite », publié le 11 octobre 2013, [en ligne], URL : https://www.lemonde.fr/planete/article/2013/10/11/gaz-de-schiste-la-fracturation-hydraulique-restera-interdite-en-france_3494009_3244.html). Schuepbach avait fait valoir du caractère discriminatoire de cette loi, car elle ne concerne que les huiles et gaz non conventionnels et non la géothermie, au motif qu'elle utiliserait également la fracturation hydraulique (*La Gazette des communes*, 2013, « Gaz de schiste : l'interdiction de la fracturation hydraulique est constitutionnelle », publié le 11 octobre 2013, [en ligne], URL : <https://www.lagazettedescommunes.com/201689/gaz-de-schiste-linterdiction-de-la-fracturation-hydraulique-est-constitutionnelle/>). Jugeant les dispositions contestées de la loi Jacob conformes à la Constitution, le juge a relevé que le législateur « a traité différemment des procédés distincts de recherche et d'exploitation de ressources minières », notamment eu égard aux différences en matière de nombre de forages, de caractéristiques et de conditions d'utilisation des produits ajoutés à l'eau sous pression (Décision n° 2013-346 QPC du 11 octobre 2013 : Société Schuepbach Energy LLC). Il a également avancé que le législateur soulignait des différences en matière de risques environnementaux, tout en souhaitant ne pas faire obstacle au développement de la géothermie.
43. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.

44. Entretien avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne. L'Ademe a également renommé son site web faisant référence en matière d'information sur les géothermies en ajoutant un « s » à géothermie (<https://www.geothermies.fr>).

45. Les DREAL sont sous l'autorité des préfets de région et de département.

46. Le BRGM est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle conjointe des ministères en charge de la recherche, de l'écologie et de l'économie. Présent au niveau national et régional, il recueille et met à disposition les informations géologiques couvrant le territoire national et le plateau continental. Le BRGM est sollicité pour des expertises techniques par les autorités publiques, à l'occasion par exemple des événements sismiques de Vendenheim (BRGM et Ineris, 2020) et des problèmes survenus à Lochwiller (BRGM, 2013). Dans ce dernier cas, lors d'un forage superficiel réalisé pour une installation de géothermie sur sonde, le percement d'un aquifère captif avait généré une remontée d'eau dans l'aquifère superficiel, rendant inefficace la cimentation réalisée. L'eau aurait également rencontré des couches d'argile à anhydrite, qui s'est transformée en gypse et a gonflé au contact de cette eau, engendrant des soulèvements en surface. Voir <http://www.afpg.asso.fr> ; Géoderis, 2016, « Étude du phénomène de gonflement d'anhydrite à Lochwiller », Réunion à la préfecture du Bas-Rhin - Comité de pilotage "Lochwiller" - Strasbourg le 05 juillet 2016 ; Bézègues-Courtade et al. (2023). L'Ineris est un EPIC placé sous la tutelle du ministère chargé de l'environnement. Depuis 2011, sa mission d'expert public pour la maîtrise des risques technologiques a été étendue aux forages géothermiques profonds, et notamment à un appui à l'instruction des dossiers d'autorisation de forage. L'institut peut également faire partie de comités d'experts à l'image de celui mobilisé à la suite des événements sismiques associés au projet de Vendenheim (BRGM et Ineris, 2020).

47. La FNCCR est une association spécialisée dans les services publics locaux en réseaux (énergie, eau, numérique, déchets) qui regroupe plus de 900 collectivités. Amorce est un réseau national de collectivités ayant des missions d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement concernant les déchets, l'énergie et les réseaux.

L'Agémo rassemble des collectivités, maîtres d'ouvrage et donneurs d'ordre public de 24 communes d'Île-de-France, région phare pour la géothermie basse énergie grâce à la présence de l'aquifère du Dogger.

48. L'AFPG réunit une centaine d'entreprises représentant les métiers de la géothermie (bureaux d'études, installateurs, foreurs, exploitants, fabricants, etc.). L'association conduit des actions au niveau régional, national, européen et international : participation à l'élaboration des politiques publiques, qualification, communication, formation, veille sectorielle, structuration de la filière à l'export. Compte tenu de son périmètre d'action et de ses missions – répondre aux sollicitations de ses membres –, l'association n'est cependant pas nécessairement en contact direct avec les collectivités.

49. Ces acteurs privés peuvent être spécialisés en géothermie (évaluation des ressources, conception des forages, etc.) ou avoir un profil multi-énergie.

50. Entretien avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.

51. Entretiens avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.

52. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.

53. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

54. Entretien avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.

55. Entretiens avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.

56. Entretien avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.

57. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
58. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
59. Entretiens avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
60. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
61. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
62. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
63. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
64. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
65. BPI France, 2021, « La géothermie, une énergie renouvelable encore sous-exploitée en France », publié le 20 décembre 2021, [en ligne], URL : <https://bigmedia.bpifrance.fr/decryptages/la-geothermie-une-energie-renouvelable-encore-sous-exploitee-en-france>.
66. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
67. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
68. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
69. Entretien avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.
70. La visite en Islande d'une délégation du groupe interparlementaire France-Europe du Nord en 2006 soulignait par exemple que la géothermie est, avec l'hydroélectricité, au « cœur de la réussite islandaise » (Groupe interparlementaire France-Europe du Nord, 2006, « Islande : développement économique et protection de l'environnement, une symbiose réussie », Compte rendu du déplacement du 6 au 10 octobre 2006, Sénat). De la même façon, dans un contexte où le besoin d'information émanant de la population apparaissait comme un véritable enjeu dans l'instruction de différents projets de géothermie profonde à Strasbourg (Chavot et al., 2021), les élus de l'Eurométropole se sont rendus en 2015 en Islande afin d'acquérir une meilleure connaissance technique de la filière et de « s'inspirer du modèle islandais en matière d'acceptabilité citoyenne » (L'Energieek, 2016, « L'Islande, source d'inspiration pour l'exploitation géothermique du bassin rhénan », publié le 29 septembre 2016, [en ligne], URL : <https://lenergeek.com/2016/09/29/lislande-source-dinspiration-pour-lexploitation-geothermique-du-bassin-rhenan/>). La référence internationale qu'est l'Islande en matière de développement des nombreux usages de la géothermie s'est donc imposée de fait comme une « source d'information légitime pour les responsables alsaciens ».
71. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, en ligne.
72. Entretien avec un fonctionnaire d'État, avril 2021, en ligne.
73. Les estimations considèrent la géothermie de surface assistée par PAC dans les secteurs résidentiel, collectif et tertiaire, ainsi que la géothermie profonde basse et haute énergie. Celles réalisées pour l'année 2020 sont provisoires.
74. Entretien avec un chercheur spécialisé sur les questions énergétiques, mars 2020, en ligne.

75. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
76. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
77. Voir par exemple la déclaration du maire de Grigny en ce sens dans *Le Parisien*, 2022, « "On va devoir faire des sacrifices" : à la Grande Borne, la hausse de 55,2 % du prix du gaz asphyxie les ménages », publié le 15 février 2022, [en ligne], URL : <https://www.leparisien.fr/essonne-91/on-va-devoir-faire-des-sacrifices-a-la-grande-borne-la-hausse-de-55-2-du-prix-du-gaz-asphyxie-les-menages-15-02-2022-3Z5ZEEIKQRDK7DAWQ5POTDQWNM.php>.
78. Voir *Citoyens.com*, 2022, « Chevilly, L'Hay et Villejuif : la géothermie menacée par le bond des prix de l'énergie », publié le 13 janvier 2022, [en ligne], URL : <https://94.citoyens.com/2022/chevilly-lhay-et-villejuif-la-geothermie-menacee-par-le-bond-des-prix-de-lenergie,13-01-2022.html>.
79. Entretiens avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne. Créé en 2009, le fonds chaleur est un outil de financement de la production de chaleur et de froid utilisant des sources renouvelables pour les industriels, entreprises ou collectivités territoriales.
80. Entretiens avec un fonctionnaire d'État, avril 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
81. L'exploitation de la géothermie pour la production d'électricité fait désormais l'objet d'une imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux inscrite dans le Code général des impôts (*France Info*, 2020, « La géothermie va rapporter à la commune de Bouillante », publié le 1^{er} janvier 2020, [en ligne], URL : <https://la1ere.francetvinfo.fr/guadeloupe/geothermie-va-rapporter-commune-bouillante-785793.html>).
82. Entretiens avec un chercheur spécialisé sur les questions énergétiques, mars 2020, et avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, en ligne.
83. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
84. Entretien avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne.
85. Voir les sites internet [en ligne] URL : <https://agirpoulatransition.ademe.fr> et <https://centre.ademe.fr>.
86. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
87. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
88. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
89. Entretien avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
90. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
91. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
92. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
93. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
94. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

95. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
96. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
97. Pour l'EGS, l'un des principaux enjeux environnementaux porte sur la gestion des risques de sismicité induite.
98. McDonald et al. (2009) et Melillo et al. (2014) montrent que la géothermie électrogène a une empreinte au sol limitée avec 7,5 km² par TWh/an et est la seconde énergie la moins consommatrice d'espace après le nucléaire.
99. Métropole du Grand Paris, 2021, « Géothermie de surface. Une énergie performante et durable adaptée à la Métropole du Grand Paris. 7 bonnes raisons de choisir la géothermie », Document de communication ; Unigéo, 2022, « Un nouveau réseau de chaleur géothermique en Île-de-France », Communiqué de presse publié le 17 février 2022.
100. Entretien avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
101. Entretiens avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
102. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
103. Entretien avec un professionnel du secteur énergétique, juin 2020, en ligne.
104. Entretien avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
105. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
106. Entretien avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne.
107. TF1 Info, 2020, « Comment la centrale géothermique a-t-elle fait trembler Strasbourg ? », Journal télévisé du 12 décembre 2020, [en ligne], URL : <https://www.tf1info.fr/sciences-et-innovation/energie-comment-la-centrale-geothermique-fonroche-a-t-elle-fait-trembler-strasbourg-2172052.html> ; *Témoignages*, 2009 « "Développer davantage la géothermie" ! De la revendication à la concrétisation », publié le 13 novembre 2009, [en ligne], URL : <https://www.temoignages.re/politique/actualites-politiques/developper-davantage-la-geothermie,39987>.
108. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
109. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne. Ceci ne signifie toutefois pas que les temps de déploiement des autres projets d'énergie renouvelable soient systématiquement plus courts que ceux de la géothermie, ces projets nécessitant aussi une phase de caractérisation des potentiels.
110. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
111. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
112. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
113. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
114. Entretien avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.
115. Plus d'informations disponible sur le site internet [en ligne] URL : <https://www.enrchoix.idf.ademe.fr>.
116. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
117. Entretiens avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
118. Entretiens avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.

119. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
 120. Entretien avec un fonctionnaire d'État, avril 2021, en ligne.
 121. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
 122. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
 123. Entretien avec un représentant d'un organisme public, janvier 2022, en ligne.
 124. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, en ligne.
 125. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, janvier 2022, en ligne.
 126. Entretiens avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, et avec un chargé de mission géothermie, janvier 2022, en ligne.
 127. Entretien avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.
 128. Entretiens avec un chercheur spécialisé sur les questions énergétiques, mars 2020, et avec un représentant d'un organisme public, avril 2020, en ligne.
 129. Entretien avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, en ligne.
 130. Entretien avec un chargé de mission géothermie, septembre 2020, en ligne.
 131. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
 132. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
 133. Entretiens avec un représentant d'une association de collectivités, octobre 2021, et avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
 134. Entretien avec un chargé de mission géothermie, juin 2020, en ligne.
-

RÉSUMÉS

La question du rôle des collectivités territoriales en matière de mise en valeur du sous-sol se pose ces dernières années alors que l'État en a longtemps été le principal acteur. Si leurs prérogatives en matière d'énergie et d'environnement se sont accrues, le sous-sol souffre cependant d'un manque d'intérêt et d'une certaine invisibilité de leur part qui conduisent à une sous-estimation de sa contribution potentielle à la transition énergétique. L'objectif de cet article est d'apporter des éclairages sur le rapport qu'entretiennent ces acteurs avec cette partie non visible de notre environnement, en se fondant pour cela sur une série d'entretiens et en s'intéressant principalement au cas de la géothermie. Les conclusions font apparaître que leur niveau de connaissance est globalement très faible, bien que des sources d'information variées existent. Il résulte d'un ensemble de facteurs défavorables, jusqu'ici largement dominants (confusions techniques, temporalité des projets, concurrence avec les autres énergies, volume des investissements, faible prise en compte dans les réflexions et les documents d'urbanisme, ambivalence de la médiatisation), et d'autres qui sont plus favorables (solution bas carbone, source renouvelable d'énergie non intermittente, emprise spatiale limitée, potentiel important). Une situation qui pourrait cependant changer compte tenu de la crise énergétique, du souci d'accroître l'indépendance énergétique, et de la recherche de solutions capables de contribuer massivement à l'effort de transition.

The question of the role of local and regional authorities in subsoil development has arisen in recent years, despite the fact that the State has long been the main player. Although their prerogatives in the field of energy and the environment have increased, the subsoil suffers from a lack of interest and a certain invisibility on their part, which leads to an underestimation of its potential for the energy transition. The objective of this article is to shed light on the

relationship between these actors and this invisible part of our environment, based on a series of interviews and focusing on the case of geothermal energy. The conclusions show that their level of knowledge is generally very low, although various sources of information exist. This is the result of a combination of unfavourable factors, which until now have been largely dominant (technical confusion, projects temporality, competition with other energies, volume of investments, little consideration given to geothermal energy in urban planning documents, ambivalence of media coverage), and of others more favourable (low-carbon solution, non-intermittent renewable source of energy, limited spatial extent, significant potential). However, this situation could change in view of the energy crisis, the concern to increase energy independence, and the search for solutions capable of making a massive contribution to the transition effort.

INDEX

Mots-clés : énergie, collectivités, géothermie, sous-sol, transition, territoire

Keywords : energy, communities, geothermal, underground, transition, territory

AUTEURS

BENOIT BOUTAUD

Docteur en aménagement et urbanisme, chercheur à l'European Institute for Energy Research, Emmy-Noether Strasse 11 – 76131 Karlsruhe, Allemagne, adresse courriel : boutaud@eifer.org

ÉLODIE JEANDEL

Docteur en géochimie, chercheuse à l'European Institute for Energy Research, Emmy-Noether Strasse 11 – 76131 Karlsruhe, Allemagne, adresse courriel : jeandel@eifer.org