



HAL
open science

Les nouvelles frontières de la géothermie profonde : dépasser l'acceptabilité sociale pour aller vers une analyse systémique

Justin Missaghieh–Poncet

► To cite this version:

Justin Missaghieh–Poncet. Les nouvelles frontières de la géothermie profonde : dépasser l'acceptabilité sociale pour aller vers une analyse systémique. Sols et sous-sols dans la transition socio-écologique, Olivier Labussière, Adrien Baysse-Lainé, Pierre-Olivier Garcia, Céline Granjou, Julien Merlin, Germain Meulemans, Jun 2021, Grenoble, France. hal-03643072

HAL Id: hal-03643072

<https://univ-pau.hal.science/hal-03643072>

Submitted on 12 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Les nouvelles frontières de la géothermie profonde : dépasser l'acceptabilité sociale pour aller vers une analyse systémique

Justin Missaghieh--Poncet, Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, TREE, Pau, France
Doctorant, justin.missaghieh-poncet@univ-pau.fr

RÉSUMÉ

Cette communication a pour but de présenter le cadre conceptuel utilisé dans un travail de recherche présentant la question de la territorialisation de la géothermie profonde, en se basant sur des cas d'études français et suisses. En effet, la géothermie profonde porte la promesse d'une énergie présentée comme « inépuisable », et serait ainsi une technologie de choix dans un contexte de transition énergétique. Pour répondre à ces promesses, la géothermie va suivre un processus d'extension en dehors de ses « régions historiques », notamment dans le bassin parisien en France où elle s'est développée depuis les années 1980. Cela passe par la construction de modèles technico-économiques, notamment à travers la mise en place de démonstrateurs industriels, ainsi que la réutilisation d'anciens puits pétroliers. Néanmoins, l'arrivée de la géothermie sur de nouveaux territoires engendre un certain nombre de contraintes techniques, économiques et sociales spécifiques, engendrant *de facto* une adaptation sociotechnique. Afin d'étudier les réponses à ces contraintes, et voir comment « atterrir » la géothermie sur ces territoires, plusieurs concepts ont été mobilisés. Tout d'abord, il a été adopté une approche de géographie politique. Ce cadre théorique a été amendé en intégrant la dimension sociotechnique, en mobilisant la sociologie de la traduction, avec la construction sociotechnique d'artefacts. La dimension de la sociologie de la traduction permet ainsi d'intégrer la question des controverses technologiques. Finalement, il a été interrogé la question de l'acceptabilité sociale.

ABSTRACT

The new frontiers of deep geothermal energy: beyond social acceptability towards systemic analysis
The aim of this presentation is to expose the conceptual framework used in research work presenting the issue of the territorialization of deep geothermal energy, based on French and Swiss case studies. Indeed, deep geothermal energy carries the promise of an energy presented as “endless”, and would thus be a technology of choice in a context of energy transition. To meet these promises, geothermal energy will follow a process of expansion outside its “historical regions”, particularly in the Paris Basin in France, where it has developed since the 1980's. This will involve the construction of technical and economic models, particularly through the implementation of industrial demonstrators, as well as the reuse of former oil wells. Nevertheless, the arrival of geothermal energy in new territories generates a certain number of specific technical, economic and social constraints, which *de facto* require a socio-technical adaptation.

In order to study the responses to these constraints, and to see how geothermal energy "lands" on these territories, several concepts were mobilized. First of all, a political geography approach was adopted. This theoretical framework was amended by integrating the sociotechnical dimension, by mobilizing the Actor-Network Theory, with the sociotechnical construction of artefacts. The dimension of the Actor-Network Theory thus makes it possible to integrate the question of technological controversies. Finally, the question of social acceptability was examined.

Introduction : pousser les frontières de la géothermie profonde pour répondre aux impératifs de transition énergétique

La géothermie profonde porte la promesse d'une énergie présentée comme « inépuisable », et serait ainsi une technologie de choix dans un contexte de transition énergétique. Son principe est simple : elle consiste à puiser profondément sous terre la chaleur issue du noyau terrestre.

Historiquement, la géothermie profonde s'est développée en France dans le Bassin parisien dans les années 1980. L'enjeu est aujourd'hui de sortir la géothermie de cette région, où elle est bien implantée, pour voir son développement sur de nouveaux territoires. Cela se traduit par la construction de modèles technico-économiques, soit à travers la mise en place de démonstrateurs industriels, soit à travers la réutilisation d'anciens puits pétroliers. Cela ne se fait pas sans de nombreuses contraintes techniques, économiques et sociales spécifiques, engendrant *de facto* une adaptation sociotechnique importante. L'objectif de ma thèse d'étudier au travers de la territorialisation des nouvelles techniques d'adaptation de la géothermie. Cette communication présente le cadre théorique adopté.

Lorsque l'on écoute les acteurs, par exemple les industriels, la réponse apportée à la non-territorialisation d'un projet se résume souvent à un problème « d'acceptabilité sociale » : c'est l'opposition des populations qui serait le principal frein au déploiement de la technologie. Cette notion peut être définie comme une « mise en épreuve » de la légitimité d'un dispositif (Barbier, Nadaï 2015). Bien souvent, la « population » serait présentée en « déficit d'information », en réaction face à une technologie nouvelle ou présentant un contexte social particulier, ou à une remise en cause d'une « légitimité » du développement descendant (Fournis, Fortin 2015). Pour Hervé Flanquart (Flanquart 2020), le « nimbyste », loin d'être un égoïsme, est simplement la défense légitime de certaines valeurs par des individus, tel que l'espace vécu (à travers le paysage) ou d'intérêts économiques (la valeur des biens résidentiels). Le concept d'acceptabilité sociale incite ainsi souvent à un cadrage simpliste, opposant d'une part les industriels, d'autre part les populations (souvent présentées comme un groupe social homogène). Le cadre d'analyse présenté est une proposition pour sortir de la dichotomie « population/projet », en proposant l'idée d'une congruence entre différents cadrages par les différents acteurs. Pour cela une double approche a été adoptée.

D'une part, il a été adopté le cadre méthodologique de la sociologie de la traduction, développé par Michel Callon, Bruno Latour et Madeleine Akrich (Akrich et al. 2013). Ce cadre méthodologique propose d'étudier les innovations techniques comme le résultat d'un compromis entre différents acteurs et actants, qui vont devoir « négocier ».

D'autre part, il a été adopté des concepts issus de la géographie politique, notamment en adoptant une approche critique de la transition (Labussière, Nadaï 2015 ; Bouisset, Vaucelle 2020), permettant d'ancrer spatialement ces infrastructures au sein d'un contexte territorial et de choix politiques.

Dans un premier temps, nous allons présenter la dimension technique et complexe de la géothermie, ainsi que sa dimension intrinsèquement territoriale. Dans un second temps, nous allons analyser la géothermie sous l'angle de la transition technologique, cadre nécessaire, mais insuffisant. Finalement, nous ferons une proposition de cadre théorique *ad hoc*.

I) La géothermie, objet technique complexe fortement contraint territorialement

La géothermie peut être définie comme « *l'exploitation des propriétés du sous-sol, à plus ou moins grande profondeur, à des fins de production de chaleur, de froid ou d'électricité* » (ADEME, BRGM 2010). Il faut néanmoins distinguer la géothermie de surface et la géothermie profonde, qui utilisent des procédés techniques différents. La géothermie profonde, c'est-à-dire allant au minimum de 200 mètres de profondeur et pouvant aller jusqu'à parfois 5000 mètres de profondeur, consiste à récupérer la chaleur présente dans un réservoir souterrain, à travers généralement l'utilisation d'un fluide. La méthode généralement utilisée est celui dit du « doublet », c'est-à-dire l'utilisation de deux puits, un puits injectant un fluide et un autre extrayant soit le même fluide, soit un fluide poussé par le fluide injecté (Manzella et al. 2019, p. 6). Selon les températures extraites, il est soit possible de produire seulement de la chaleur, soit également produire également de l'électricité, en utilisant le plus souvent une machine à cycle organique de Rankine (quand la température est supérieure à 150°). Pour permettre l'exploitation de cette géothermie, il est nécessaire de satisfaire trois critères : la présence de chaleur, de fluide et la perméabilité (Gentier 2013). Lorsque ces trois critères sont présents et satisfaisants, il est possible d'utiliser les « systèmes géothermiques conventionnels », technologie développée il y a un siècle et qui est considérée comme mature (Lu 2018). Néanmoins, lorsqu'il manque un ou des éléments, il est nécessaire à suppléer ces carences par divers artefacts techniques. Cette géothermie « modifiée » s'appellera alors *Enhanced geothermal systems* (systèmes géothermiques améliorés, EGS). Une chaleur trop basse sera compensée par une technologie de conversion énergétique basse température (type pompe à chaleur), un fluide insuffisant passera par l'injection plus important de fluide, une roche pas suffisamment imperméable sera perméabilisée à travers une « stimulation » (création mécanique, thermique ou chimique de fractures (Breede et al. 2013)).

De ce fait, la géothermie, pour accéder à la ressource du sous-sol, nécessite de passer par une technicité conséquente, induisant la mise en place d'un écosystème industriel pour exploiter la ressource, que l'on pourrait qualifier de *large technical system*, c'est-à-dire des « *objets sociotechniques à forte intensité de capital et souvent complexes qui ont été déployés pour répondre aux besoins cruciaux des sociétés industrielles modernes* » (Coutard 1999, p. 1). Les choix sociotechniques dépendent souvent de « chemins de dépendances » et de trajectoires propres décidés aux échelles supérieures, notamment des stratégies industrielles et énergétiques nationales. De ce fait, la territorialisation de ces projets possède une dimension fortement spatialisée, s'inscrivant tant à une petite échelle (stratégies industrielles à l'échelle nationale, lutte contre le dérèglement climatique à l'échelle globale) ou à grande échelle (répercussions locales, géophysique avec la sismicité, mobilisations d'acteurs locaux).

Les projets de géothermie profonde sont des objets techniques ont une dimension territoriale extrêmement forte. En effet, la question de l'énergie s'inscrit ainsi dans un milieu, avec ses réalités économiques et écologiques propres, pour générer des conditions matérielles de la production singulière (Labussière, Nadaï 2015, p. 25). L'implantation des centrales géothermiques est conditionnée par la technique, notamment par les conditions géologiques qui doivent présenter des caractéristiques précises pour permettre la réalisation de ces projets. De même, la géothermie est également conditionnée à la surface concernant les débouchés de sa production. En effet, la géothermie exploite de la chaleur. Cette chaleur peut être transformée en électricité, permettant de transporter cette énergie sur de longues distances. Elle peut être également être utilisée en tant que telle, au sein de réseaux de chaleur urbains, ou pour un usage agricole ou industriel. L'utilisation directe de la chaleur nécessite alors un débouché de proximité, du fait de déperditions thermiques important, rendant impossible le transport de la chaleur sur de longues distances.

Cette double contrainte, trouver une ressource intéressante en sous-sol et un débouché en surface, réduit le nombre de projets possibles de géothermie profonde. La volonté d'extension de la géothermie en dehors de ses régions historiques va alors conduire les acteurs à déployer deux stratégies. La première stratégie est celle que l'on qualifiera de « surface dépendant », c'est-à-dire qu'on va chercher une ressource en sous-sol, face à un besoin déjà existant en surface. Cela va alors conduire à la mise en place de stratagèmes techniques pour rechercher cette ressource calorifique dans un contexte parfois difficile, à travers la mise en place de procédés d'innovations techniques. La seconde stratégie peut être qualifiée de « sous-sol dépendant » : face à une ressource déjà présente dans le sous-sol, il sera trouvé ou crée *ad hoc* un débouché

pour cette ressource. De ce fait, la géothermie s'inscrit dans un contexte territorial tridimensionnel : un sous-sol fournisseur de ressources, et une surface consommatrice de cette ressource.

II) Au-delà de la transition technologique : quand le problème est technique

Pour appréhender la dimension sociotechnique, de nombreux cadres théoriques existent (Sovacool, Hess 2017). Ces différents cadres théoriques apportent des éléments intéressants qu'il peut être pertinent de combiner. Une première approche serait sous le prisme de la transition technologique pluriscale (Geels 2002), proposant que « l'innovation radicale » se développe à l'échelle micro, au sein de niches. L'échelle méso serait celle des « régimes », c'est-à-dire d'un assemblage sociotechnique particulier, tandis que l'échelle macro serait le « paysage » qui est le contexte où évoluent les acteurs. Pour Geels, la transition a lieu quand une technologie « de niche » devient suffisamment mature et fiable pour aller s'imposer au sein d'un régime. On peut se demander si le cadre théorique proposé par Geels peut s'appliquer à la géothermie profonde.

Le paysage s'inscrit dans un contexte particulier, celui de la transition écologique et énergétique, c'est-à-dire de la reconfiguration des pratiques et représentations des sociétés, à travers de nombreux changements (Bouisset, Vaucelle 2020). Ce contexte de transition va influencer à différentes échelles la géothermie, tant à l'échelle de la (re)structuration de la filière (acteurs industriels, mécanismes de financement, etc.) que par le développement de « niches » en poussant à l'innovation technologique (abaisser les coûts, implanter dans de nouveaux contextes géologiques, développement de « centrales standardisées », etc.).

Le régime technique dominant est fondé sur le principe du « doublet », présenté précédemment, et dont la technologie est relativement bien maîtrisée dans certains contextes géologiques. Néanmoins, dans le cas de la géothermie, l'innovation a lieu au sein de « niches », se manifestant à travers des projets de recherche et développement consistant à développer des projets EGS, c'est-à-dire de permettre le déploiement dans de nouveaux contextes géologiques. Pour Geels, l'innovation radicale devient une conception dominante une fois la technologie devient mature. Il existe cependant peu de projets EGS qui sont devenus matures au point de proposer un modèle dominant (Lu 2018) et sont pour l'instant cantonnés à des projets en recherche et développement.

De ce fait, si l'approche de Geels est intéressante à bien des égards, elle met en évidence que le déploiement d'une technologie implique souvent que celle-ci soit mature et que les conditions se prêtent à son déploiement. Or du fait des conditions géographiques énumérées plus haut, les choses sont loin d'être aussi simples : l'espace n'est pas neutre, et la technologie n'est pas mûre pour toutes les configurations spatiales. Dans de nombreux contextes, les besoins de surface ne rencontrent pas un sous-sol favorable et nécessitent des développements expérimentaux qui recadrent fortement le problème de la maturité d'une technologie de niche. Cette maturité est très « contexte dépendante ».

III) Proposition d'un cadre théorique : voir la territorialisation comme la négociation de différents cadrages

La sociologie de la traduction (Callon 1986 ; 2013), peut nous éclairer pour dépasser cette aporie. Son principe est simple : pour les auteurs de ce courant, la mise en place d'une technologie n'est pas seulement le fruit d'une accumulation de choix techniques, ne répondant pas seulement à des impératifs techniques, mais est également le fruit d'une co-évolution du social et de la technique, redéfinissant sans cesse les deux (Akrich 2013). Ainsi, différents acteurs sont en relation, et à travers des processus de « traductions » (négociations, rapport de pouvoir, médiations), arrivent à un objectif. Ce cadre théorique permet de voir l'innovation non pas comme un processus linéaire, mais comme le résultat d'un rapport de force entre une myriade d'acteurs (et d'actants), intervenant à différentes échelles : porteurs de projets, élus locaux et nationaux, industriels, organismes publics, associations, citoyens, financeurs, presse, etc mais aussi, c'est ce que nous prétendons discuter, le milieu physique (en l'occurrence, le décalage sous-sol/surface).

Du fait des différences de contextes, les projets peuvent parfois faire l'objet de conflits, médiatisés ou larvés, avec ou sans remise en question. Nous partons du postulat que le conflit face à un projet n'est pas un échec, mais est un processus de négociation entre les différents acteurs (avec constitution d'alliances et d'opposition), permettant ainsi, à travers cette « épreuve » de définir le cadrage et les éléments de ce projet (Callon 1986). On peut synthétiser les différents acteurs et actants du projet à travers le schéma suivant :

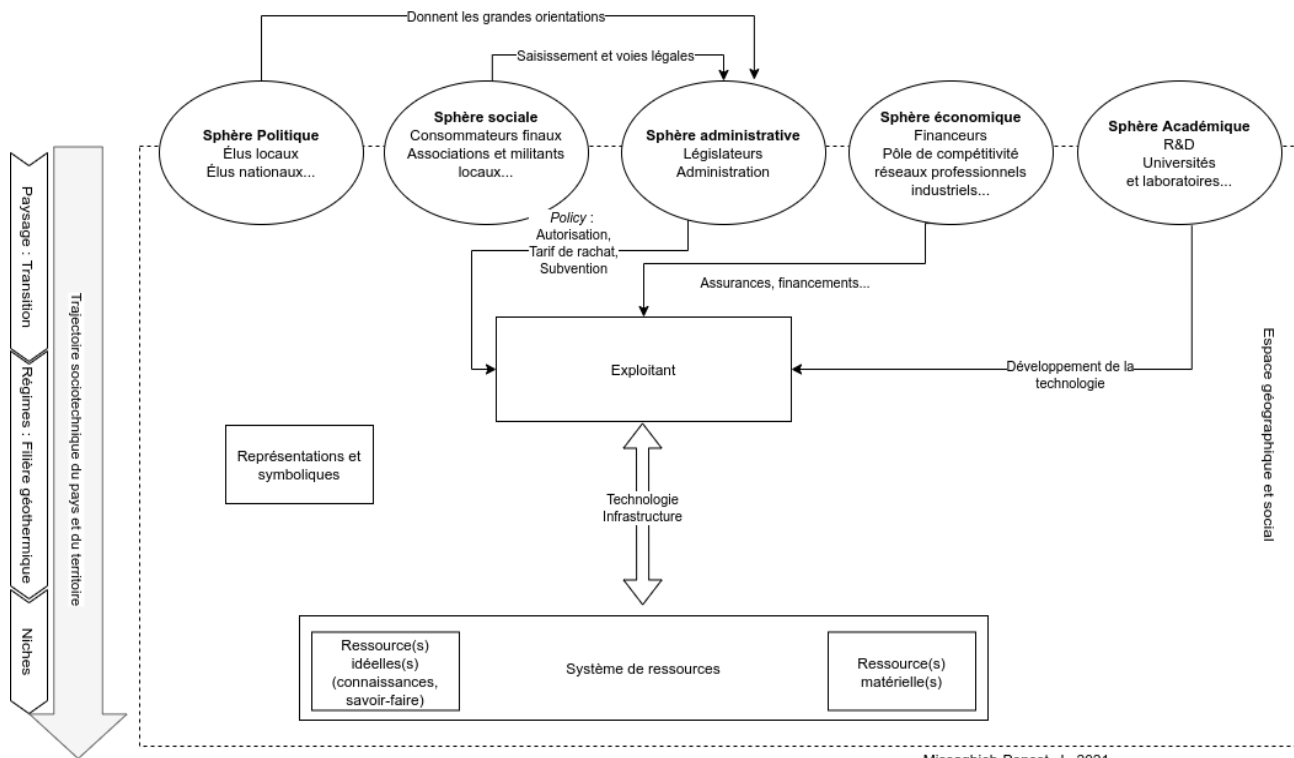


Figure 1: La territorialisation des projets. Missaghieh--Poncet J, 2021

On retrouve tout d'abord les parties prenantes, c'est-à-dire les personnes physiques ou morales ayant des liens formels ou informels, volontaires ou non vis-à-vis du porteur du projet (Shankman 1999). Quatre grandes familles de parties prenantes ont été identifiées. La sphère « sociale », regroupant les associations, les riverains, les associations formelles ou informelle, portant un intérêt (soutien ou opposition) au projet. La sphère administrative et politique, donnant les grandes orientations. La sphère économique, regroupant les industriels impliqués, le tissu industriel, les investisseurs, les chambres du commerce, etc. La sphère académique regroupe les acteurs liés au secteur de la recherche (souvent dans une optique de R&D).

Ces parties prenantes vont interagir avec le porteur du projet. Ce dernier va alors utiliser un appareillage technique pour exploiter une ressource matérielle (ici, l'énergie calorifique du sous-sol), en mobilisant une ressource idéale (les connaissances, le savoir-faire).

L'ensemble de ce système se retrouve sur un substrat composé d'un espace géographique (*topos*) et social (*choros*), produit social, à travers une imbrication de lieux et de rapports sociaux (Di Méo 1998), qu'il faut penser en terme multiscale (Mathias et al. 2017), à travers la multiplicité des échelles des politiques publiques, et la mise en réseau des projets. Finalement, la trajectoire sociotechnique, tant nationale, avec la mise en place de stratégies (*policy*) de transition énergétique et industrielles, et territoriales, à travers le

rapport qu'entretien les acteurs avec le sous-sol, sous le prisme des expériences passées (exploitations antérieures, incidentes qui sont survenues, etc.).

De ce fait, la sociologie de la traduction va étudier la confrontation de différents cadrages de ces technologies proposés par les différents acteurs. Il peut être intéressant d'analyser plus en détail ces cadrages. En nous fondant sur la typologie proposée par Sébastien Chailleux pour étudier la politisation des techniques de récupération du pétrole (Chailleux 2019 ; Chailleux, Arnauld De Sartre 2020), nous pouvons proposer le cadre d'analyse suivant.

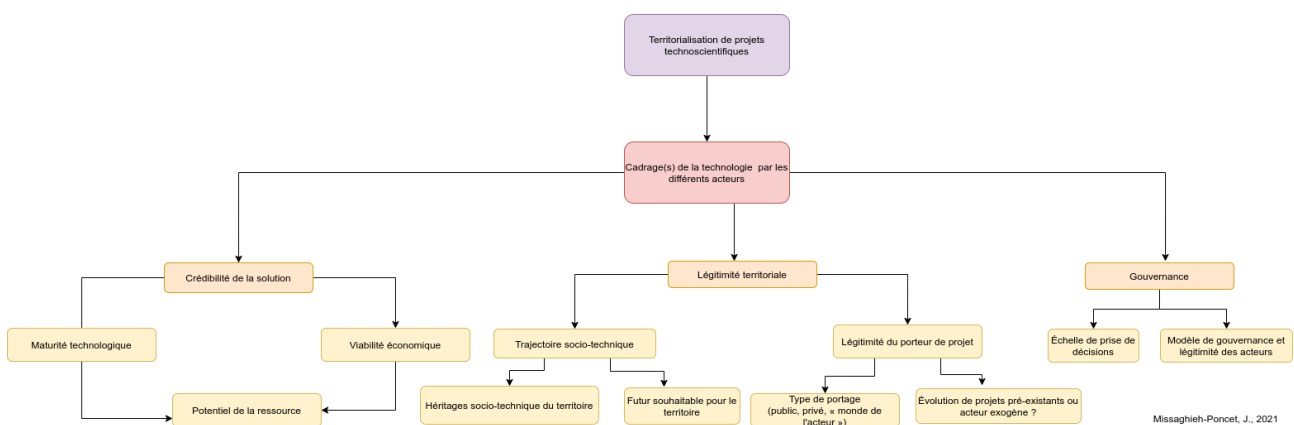


Figure 2: Le cadrage du projet. Missaghieh-Poncet, J., 2021

Chaque acteur va avoir son propre cadrage. Ces différents cadrages pourront co-habiter, voire rentrer en concurrence. Ce cadrage sera défini selon un triptyque *crédibilité de la solution/légitimité territoriale/gouvernance*, avec une justification propre à chaque acteur pour présenter ce projet.

Par **territorialisation des projets**, nous entendons « la transformation d'un espace quelconque en territoire » (Baud et al. 2013, p. 496), c'est-à-dire à la fois son appropriation par les acteurs et son adaptation aux caractéristiques du milieu et du binôme sous-sol/surface. Dans notre cas, cela pourrait désigner le processus en œuvre pour qu'un projet passe d'une idée à une matérialisation concrète, en s'insérant au sein d'un territoire donné, à travers sa matérialité (la construction de la centrale, de ses infrastructures), la prise en compte du milieu (rapport sol/sous-sol), mais aussi son saisissement par les différents acteurs. Cette insertion territoriale passe entre autres par l'utilisation d'une toponymie locale pour désigner le projet.

Cette territorialisation va conduire les différents acteurs à devoir **cadrer la technologie**, c'est-à-dire comment les acteurs vont définir et circonscrire cette territorialisation. Ce cadrage sera influencé entre autres par les prénotions des auteurs, leur « vision du monde » (par exemple, en s'inscrivant dans une des

cités de (Boltanski, Thévenot 2008)), leur grille de lecture du monde et leur cadre théorique pour l'appréhender, etc. Ce cadrage est ainsi fortement situé et dépendant des acteurs. Ils vont ainsi, à l'aide de référentiels différents, définir et pondérer les différents axes suivants. Toutefois, le cadrage est souvent négateur des spécificités du milieu.

Par **crédibilité de la solution**, nous entendons le fait qu'une technologie est capable de tenir les promesses qu'elle fait, notamment quand elle se déploie dans des conditions réelles. Cela se décompose en trois éléments. La *Maturité technologique*, c'est-à-dire la capacité d'une technologie à être utilisée à l'échelle industrielle. La définition de maturité technologique pourra changer selon les acteurs. La *Viabilité économique* désigne le fait que le projet est économiquement viable sur le long terme, tant de par les investissements initiaux que par son exploitation. Cela recouvre également tout l'écosystème financier mis en place autour, tel que les assurances face aux échecs, les tarifs de rachat, la rentabilité du projet, les aides, etc. Le *Potentiel de la ressource* désigne la capacité d'un site à fournir une ressource en quantité suffisante pour permettre le déploiement du projet. La définition de ressource est fluctuante selon les acteurs (eau chaude, calories, kWh) et selon les milieux. Selon la définition de ressource retenue, la question de la maturité technologique pourra également changer (quelle capacité à extraire cette ressource) et la viabilité (quelle quantité suffisante pour que cela soit rentable ?).

Par **légitimité territoriale** nous entendons que le projet obtient le consentement d'un certain nombre d'acteurs (entre autres, les acteurs sociaux comme les militants ou citoyens, les politiques qu'ils soient locaux ou nationaux, économiques, etc.) (Devine-Wright et al. 2017; Wolsink 2018). Autrement dit, la légitimité territoriale est la capacité d'un projet à se faire accepter par les différents protagonistes pouvant intervenir sur un territoire, s'adaptant ainsi à un contexte local. Il y a à l'intérieur de cette légitimité plusieurs dimensions. La première est la *trajectoire sociotechnique* du territoire, regroupant tant son *héritage sociotechnique*, c'est-à-dire l'histoire locale, l'expérimentation successive en lien avec le sous-sol, pouvant influencer les cadrages actuels, et le *futur souhaitable*, c'est-à-dire les discours sur un futur idéal, et comment la promesse de la géothermie pourrait ou non permettre d'y répondre (par exemple, un territoire autonome en énergie). La seconde dimension est la *légitimité du porteur du projet*. Cette légitimité dépendra du *type de portage*, c'est-à-dire si le projet est porté par des acteurs publics ou privés, de dimension locale ou nationale, etc. Au-delà de ces dimensions, on se demandera de quel « monde technique ». Il dépend aussi de l'*évolution de projets préexistants ou acteur exogène*, c'est-à-dire si la légitimité de l'acteur ne serait pas plus facilement

acquise lorsqu'il est déjà présent et implanté sur un territoire, ou si c'est un acteur externe qui vient s'implanter *ex nihilo*.

Par **gouvernance**, nous entendons le fait qu'une technologie peut être modifiée ou refusée (et donc négociée) pour qu'elle s'adapte au contexte local d'un territoire. Dans la gouvernance, on retrouvera tant la question de la *participation* (quels acteurs sont jugés légitimes à participer), et la *régulation* (comment la technologie est encadrée ?). On s'attachera à l'échelle de prise de décisions, c'est-à-dire si l'échelle de prise de décision (locale ou nationale) joue dans l'acceptabilité d'un projet. On s'attachera également à voir le *modèle de gouvernance et légitimité des acteurs*, c'est-à-dire de voir quels sont les acteurs inclus ou exclus de ces processus de décisions.

In fine, l'adaptation au milieu est la manière dont la technologie rencontre le substrat géologique et la société vivant à la surface.

Ce cadre théorique propose ainsi une analyse à deux niveaux. Le premier, au niveau macro, va étudier la relation entre acteurs et actants, en se fondant sur les méthodes de la sociologie de la traduction. À l'échelle micro, il sera étudié le discours des acteurs, à travers un triptyque crédibilité de la solution/légitimité territoriale et gouvernance.

Conclusion : sortir de l'acceptabilité pour aller vers une analyse systémique

De ce fait, la réussite ou l'échec d'un projet n'est pas une question d'« acceptabilité sociale », mais est le fruit d'un processus dépendant d'un ensemble de paramètres internes et externes au projet, qui implique une prise en compte de la diversité géographique. Nous pouvons étudier ces différents paramètres à l'aide des outils théoriques proposés par la géographie, notamment politique, et la sociologie de la traduction pour mieux comprendre la question de la territorialisation des projets de géothermie profonde. Chaque territoire aura une trajectoire sociotechnique différente, du fait de son histoire, des rapports entre la surface et le sous-sol et ses spécificités locales, et donc une configuration sociotechnique spécifique. Ainsi, nous pouvons étudier « l'atterrissage » de ces projets sur un territoire donné, en sortant de l'analyse classique de l'« acceptabilité sociale », à travers une étude plus systémique des différents paramètres, et non plus par un focus sur la recevabilité des riverains.

Références

ADEME et BRGM, 2010. *La géothermie et les réseaux de chaleur: guide du maître d'ouvrage: guide technique*. Angers]; [Orléans : ADEME; BRGM éd. ISBN 978-2-7159-2490-1.

AKRICH, Madeleine, 2013. La construction d'un système sociotechnique. Esquisse pour une anthropologie des techniques. In : CALLON, Michel et LATOUR, Bruno (éd.), *Sociologie de la traduction: Textes fondateurs* [en ligne]. Paris : Presses des Mines. Sciences sociales. pp. 109-134. [Consulté le 25 avril 2019]. ISBN 978-2-35671-023-9. Disponible à l'adresse : <http://books.openedition.org/pressesmines/1195>.

AKRICH, Madeleine, AKRICH, Madeleine, CALLON, Michel, LATOUR, Bruno et STRUM, Shirley, 2013. *Sociologie de la traduction Textes fondateurs* [en ligne]. Paris : Presses des Mines. [Consulté le 21 avril 2021]. ISBN 978-2-35671-023-9. Disponible à l'adresse : <http://books.openedition.org/pressesmines/1181>.

BARBIER, Rémi et NADAÏ, Alain, 2015. Acceptabilité sociale : partager l'embaras. In : [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne]. 2015. Vol. 15, n° 3. [Consulté le 20 février 2019]. Disponible à l'adresse : <http://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2015-v15-n3-vertigo02438/1035870ar/abstract/>.

BAUD, Pascal, BOURGEAT, Serge et BRAS, Catherine, 2013. *Dictionnaire de Géographie*. Initial. S.l. : Hatier. ISBN 9782218771419.

BOLTANSKI, Luc et THÉVENOT, Laurent, 2008. *De la justification: les économies de la grandeur*. Nachdr. Paris : Gallimard. NRF essais. ISBN 978-2-07-072254-9.

BOUISSET, Christine et VAUCELLE, Sandrine (éd.), 2020. *Transition et reconfiguration des spatialités* [en ligne]. S.l. : Peter Lang B. [Consulté le 28 janvier 2021]. ISBN 978-2-8076-1228-0. Disponible à l'adresse : <https://www.peterlang.com/view/title/71236>.

BREEDER, Katrin, DZEBISASHVILI, Khatia, LIU, Xiaolei et FALCONE, Gioia, 2013. A systematic review of enhanced (or engineered) geothermal systems: past, present and future. In : *Geothermal Energy*. décembre 2013. Vol. 1, n° 1, pp. 4. DOI 10.1186/2195-9706-1-4.

CALLON, Michel, 1986. ÉLÉMENTS POUR UNE SOCIOLOGIE DE LA TRADUCTION: La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. In : *L'Année sociologique (1940/1948-)*. 1986. Vol. 36, pp. 169-208. JSTOR

CALLON, Michel, 2013. Pour une sociologie des controverses technologiques. In : AKRICH, Madeleine et LATOUR, Bruno (éd.), *Sociologie de la traduction: Textes fondateurs* [en ligne]. Paris : Presses des Mines. Sciences sociales. pp. 135-157. [Consulté le 16 avril 2019]. ISBN 978-2-35671-023-9. Disponible à l'adresse : <http://books.openedition.org/pressesmines/1196>.

CHAILLEUX, Sébastien, 2019. Strategic ignorance and politics of time: how expert knowledge framed shale gas policies. In : *Critical Policy Studies*. janvier 2019. pp. 1-19. DOI 10.1080/19460171.2018.1563556.

CHAILLEUX, Sébastien et ARNAULD DE SARTRE, Xavier, 2020. L'incomplète mise en politique du sous-sol français. In : *Natures Sciences Sociétés*. 2020. pp. non publié.

COUTARD, Olivier (éd.), 1999. *The governance of large technical systems*. London; New York : Routledge. Routledge studies in business organizations and networks, 13. ISBN 978-0-415-19603-1. HD2763 .G64 1999

- DEVINE-WRIGHT, Patrick, BATEL, Susana, AAS, Oystein, SOVACOOOL, Benjamin, LABELLE, Michael Carnegie et RUUD, Audun, 2017. A conceptual framework for understanding the social acceptance of energy infrastructure: Insights from energy storage. In : *Energy Policy*. août 2017. Vol. 107, pp. 27-31. DOI 10.1016/j.enpol.2017.04.020.
- DI MÉO, Guy, 1998. De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie. In : *L'information géographique*. 1998. Vol. 62, n° 3, pp. 99-110. DOI 10.3406/ingeo.1998.2586.
- FLANQUART, Hervé, 2020. Nous sommes tous des nimbystes : plaider pour l'utilisation de la notion d'acceptabilité sociale. In : *Développement durable et territoires* [en ligne]. 20 décembre 2020. n° Vol. 11, n°3. [Consulté le 22 mars 2021]. DOI 10.4000/developpementdurable.17718. Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/17718>.
- FOURNIS, Yann et FORTIN, Marie-José, 2015. Une définition territoriale de l'acceptabilité sociale : pièges et défis conceptuels. In : [Vertigo] *La revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne]. 2015. Vol. 15, n° 3. [Consulté le 20 février 2019]. Disponible à l'adresse : <http://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2015-v15-n3-vertigo02438/1035869ar/abstract/>.
- GEELS, Frank W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In : *Research Policy*. décembre 2002. Vol. 31, n° 8-9, pp. 1257-1274. DOI 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.
- GENTIER, Sylvie, 2013. Les EGS : une méthode d'exploitation géothermique généralisée pour les températures de 130 à 180 °C. In : *Géosciences*. 2013. n° 16, pp. 54-63.
- LABUSSIÈRE, Olivier et NADAÏ, Alain, 2015. *L'énergie des sciences sociales* [en ligne]. Paris : Alliance Athena. [Consulté le 9 décembre 2019]. Collection ATHENA. ISBN 979-10-93170-03-9. Disponible à l'adresse : <http://books.openedition.org/allianceathena/203>.
- LU, Shyi-Min, 2018. A global review of enhanced geothermal system (EGS). In : *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 1 janvier 2018. Vol. 81, pp. 2902-2921. DOI 10.1016/j.rser.2017.06.097.
- MANZELLA, Adele, ALLANSDOTTIR, Agnes et PELLIZZONE, Anna (éd.), 2019. *Geothermal Energy and Society* [en ligne]. Cham : Springer International Publishing. [Consulté le 19 février 2020]. Lecture Notes in Energy. ISBN 978-3-319-78285-0. Disponible à l'adresse : <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-78286-7>.
- MATHIAS, Jean-Denis, LADE, Steven et GALAZ, Victor, 2017. Multi-level policies and adaptive social networks – a conceptual modeling study for maintaining a polycentric governance system. In : *International Journal of the Commons*. 14 mars 2017. Vol. 11, n° 1, pp. 220-247. DOI 10.18352/ijc.695.
- SHANKMAN, Neil A., 1999. Reframing the Debate Between Agency and Stakeholder Theories of the Firm. In : *Journal of Business Ethics*. 1999. Vol. 19, n° 4, pp. 319-334. DOI 10.1023/A:1005880031427.
- SOVACOOOL, Benjamin K et HESS, David J, 2017. Ordering theories: Typologies and conceptual frameworks for sociotechnical change. In : *Social Studies of Science*. octobre 2017. Vol. 47, n° 5, pp. 703-750. DOI 10.1177/0306312717709363.
- WOLSINK, Maarten, 2018. Social acceptance revisited: gaps, questionable trends, and an auspicious perspective. In : *Energy Research & Social Science*. décembre 2018. Vol. 46, pp. 287-295. DOI 10.1016/j.erss.2018.07.034.