

# LEVER LES FREINS A L'ADOPTION DE RESEAUX DE CHALEUR INNOVANTS PAR LA TRADUCTION<sup>1</sup>

**Estelle Delfosse**

University Savoie Mont Blanc  
[egreeneuse@gmail.com](mailto:egreeneuse@gmail.com)

**Caroline Mothe**

University Savoie Mont Blanc  
[Caroline.mothe@univ-savoie.fr](mailto:Caroline.mothe@univ-savoie.fr)

Les réseaux de chaleur connaissent un regain de popularité car ils représentent un moyen de répondre aux enjeux de la transition énergétique par l'utilisation des énergies renouvelables. Pour ce faire, certaines innovations s'avèrent nécessaires. Cet article analyse la manière dont l'approche théorique de la traduction permet de lever les freins à la mise en œuvre de réseaux innovants. Il s'appuie sur une recherche exploratoire qualitative et sur 33 entretiens avec différentes parties prenantes. Les résultats montrent que les leviers sont non seulement d'ordre technico-économiques mais surtout humains et cognitifs.

**Mots clés :** énergies renouvelables, freins/leviers, innovations, réseau de chaleur, traduction

---

<sup>1</sup> Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet PACs-CAD, soutenu par le programme européen Interreg France-Suisse 2014-2020 avec un soutien financier du Fonds européen de développement régional (FEDER) de 463 185 € et de fonds fédéraux Interreg suisses de 150 000 CHF.

## REMOVE THE OBSTACLES TO THE ADOPTION OF INNOVATIVE HEATING NETWORKS THROUGH TRANSLATION

Heating networks are experiencing resurgence in popularity because they represent a means of meeting the challenges of energy transition through the use of renewable energies. To do this, some innovations are necessary. This article analyzes how the theoretical approach to translation makes it possible to remove the obstacles to the implementation of innovative networks. It is based on qualitative exploratory research and 33 interviews with different stakeholders. The results show that the levers are not only of technical and economic nature but above all human and cognitive.

**Keywords:** renewable energies, brakes/levers, innovations, heating network, translation

## Introduction

Scientifiques, médias et ONG alertent régulièrement les politiques et le grand public pour répondre aux grands enjeux environnementaux et climatiques et effectuer la nécessaire transition énergétique (TE) sous-jacente, notamment vers l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). La France, comme la plupart des pays européens, doit ainsi largement augmenter sa production d'énergie à partir de sources renouvelables afin de lutter contre le réchauffement climatique et réduire ses émissions à gaz à effet de serre (EU, 2016).

Dans ce contexte, les réseaux de chaleur et de froid<sup>2</sup> (RC) ont récemment pris une place de choix dans les politiques publiques en faveur de la TE (Rocher, 2013 ; Amorce, 2017). Ensembles d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à destination de logements collectifs, bâtiments public, bureaux, dans un quartier, une ville ou un territoire, les RC sont en effet identifiés comme un moyen de mobiliser massivement les énergies renouvelables (biomasse, géothermie, énergie de récupération...). La Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV<sup>3</sup>) de 2015 prévoit de multiplier par cinq la quantité d'EnR&R livrée par les RC d'ici 2030 (par rapport à l'année 2012).

La littérature sur les RC se centre sur les enjeux techniques. En sciences de gestion, elle propose un ensemble de dimensions expliquant la faiblesse du développement des EnR dans les RC – et ce malgré toutes les incitations. Dans cette lignée, nous souhaitons comprendre les freins au développement des RC qui nécessitent des éco-innovations (basse température, nouvelles énergies renouvelables, production de froid, etc.) en nous appuyant sur la théorie de l'acteur

---

<sup>2</sup> Les réseaux peuvent produire du chaud et du froid ; par souci de simplification, nous parlerons de RC (RC) dans la suite de cet article.

<sup>3</sup> Loi n°2015\_992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

réseau, et notamment sur l'approche de la traduction. L'innovation pouvant être vue comme un processus de socialisation (Pesqueux, 2017), cette théorie permet de comprendre les interactions et synergies entre différents types d'acteurs animés par des intérêts spécifiques et souvent contradictoires dans le cadre d'innovations (e.g., acteurs publics et privés pour une expérience touristique innovante, Guechtouli et al., 2020), notamment dans le cas de RC de nouvelle génération. C'est parfois l'association inédite entre acteurs multiples qui fait la réussite de telles innovations Akrich et al. (1988). De cette association, de la mobilisation et de la coopération de tous les acteurs va émerger un réseau et une dynamique permettant l'efficacité et la réussite du processus de traduction (Lamine et al., 2014).

Traduire, c'est négocier, effectuer une série de déplacements de tous genres et ce à chaque séquence du processus. La théorie de l'acteur réseau (Akrich et al., 1988, 2006 ; Callon, 1986, 1991 ; Latour, 1987) décrit et analyse ce processus de traduction par lequel le consensus, nécessaire à l'acceptation et à la diffusion de l'innovation, émerge (Drevetton et Rocher, 2010 ; Perray-Redslob et Malaurent, 2015). Ainsi, l'ANT (*Actor-Network Theory*) permet de rompre avec le monde dualiste où l'objet et le sujet sont déconnectés (Lamine et al., 2014). L'objectif de notre recherche est donc de mieux comprendre ce processus de traduction entre les différentes parties prenantes, et notamment les freins qui sont exprimés par celles-ci. Notre problématique peut donc être formulée de la manière suivante : comment un processus de traduction permet-il de lever les freins aux RC innovants ?

Pour répondre à cette question, nous avons mobilisé des données qualitatives et effectué 33 entretiens avec des acteurs clés des RC (communes, exploitants, bureaux d'études, etc.). La suite de l'article présente la partie théorique qui met en lien les RC de nouvelle génération avec les éco-innovations et leur lecture par la

théorie de la traduction. Nous présentons les données collectées et les analysons grâce à un codage thématique. Les résultats obtenus sont ensuite discutés, la conclusion permettant de proposer des pistes de recherches.

## 1. **Vers des RC innovants**

Cette partie porte sur la place qu'occupent les RC dans les évolutions du cadre législatif et réglementaire visant à favoriser la transition énergétique, l'évolution des RC, les modèles d'adoption des innovations et présentent les freins au développement des RC, et de manière plus spécifique aux RC innovants.

### 1.1. **Les RC dans la transition énergétique en France**

Diverses lois et mesures ont été introduites en France pour favoriser la transition énergétique : Grenelle de l'environnement avec la création du fonds chaleur renouvelable en 2007, loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) en 2015, SRADDET<sup>4</sup> avec la loi NOTRe<sup>5</sup> en 2016, les récents CRTE<sup>6</sup> qui remplacent les CTE, etc. « *Les villes et agglomérations européennes concentrant plus de 75 % des émissions de CO2 liées à l'activité humaine, les collectivités locales auront donc un rôle prépondérant à jouer dans l'atteinte des objectifs énergie-climat* » (Charlot-Valdieu et al., 2013). La loi TECV renforce *de facto* le rôle des collectivités territoriales concernant la planification énergétique, cette dernière incluant, entre autres, le recours aux EnR, qui se déclinent principalement à une échelle locale en fonction de la spécificité des territoires (Denolle, 2016).

---

<sup>4</sup> Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires

<sup>5</sup> Nouvelle Organisation Territoriale de la REpublique

<sup>6</sup> Contrats de relance et de transition écologique

Les RC (et/ou de froid) permettent de chauffer et/ou de refroidir des logements individuels et collectifs à l'échelle d'un quartier ou d'une zone urbaine. L'ancienne génération de RC qui fonctionnait aux énergies fossiles, associée à la densification et à l'urbanisation de grande échelle (EC, 2016) laisse place à une nouvelle génération de RC fonctionnant avec des EnR&R<sup>7</sup>. Les collectivités locales peuvent s'approprier les enjeux climatiques, dans un cadre réglementaire davantage décentralisé, dans lequel elles disposent de nouvelles compétences, la transition énergétique passant nécessairement par le niveau local (Rocher, 2013 ; Blanchard 2017 ; Colombert et Diab, 2017 ; Roudil, 2017).

## **1.2. L'évolution vers des RC innovants**

Depuis leur apparition, les RC ont évolué (cf. figure 1), notamment par l'amélioration de leur efficacité énergétique et la diversification des sources d'énergie. La majorité des réseaux actuels sont dits de 3<sup>ème</sup> génération avec une utilisation croissante des EnR&R. En 2019 en France, 59,4% des énergies utilisées dans les RC sont des EnR&R - contre 31% en 2009 (SNCU, 2020).

---

<sup>7</sup> Energie renouvelable et de récupération (EnR&R) : cela correspond, au sens de la réglementation (BOI 3-C-1-0)7 n°32 du 08 mars 2007), aux énergies suivantes : biomasse; gaz à caractère renouvelable (issu des déchets ménagers, industriels, agricoles et sylvicoles, des décharges ou eaux usées); gaz de récupération (gaz de mines, cokerie, haut fourneau, aciérie et gaz fatals); chaleur industrielle (chaleur fournie par un site industriel indépendant du réseau -hors cas de cogénération dédiée au réseau-); chaleur issue des unités de valorisation énergétique des déchets (UVE) ; géothermie (SNCU, 2020).

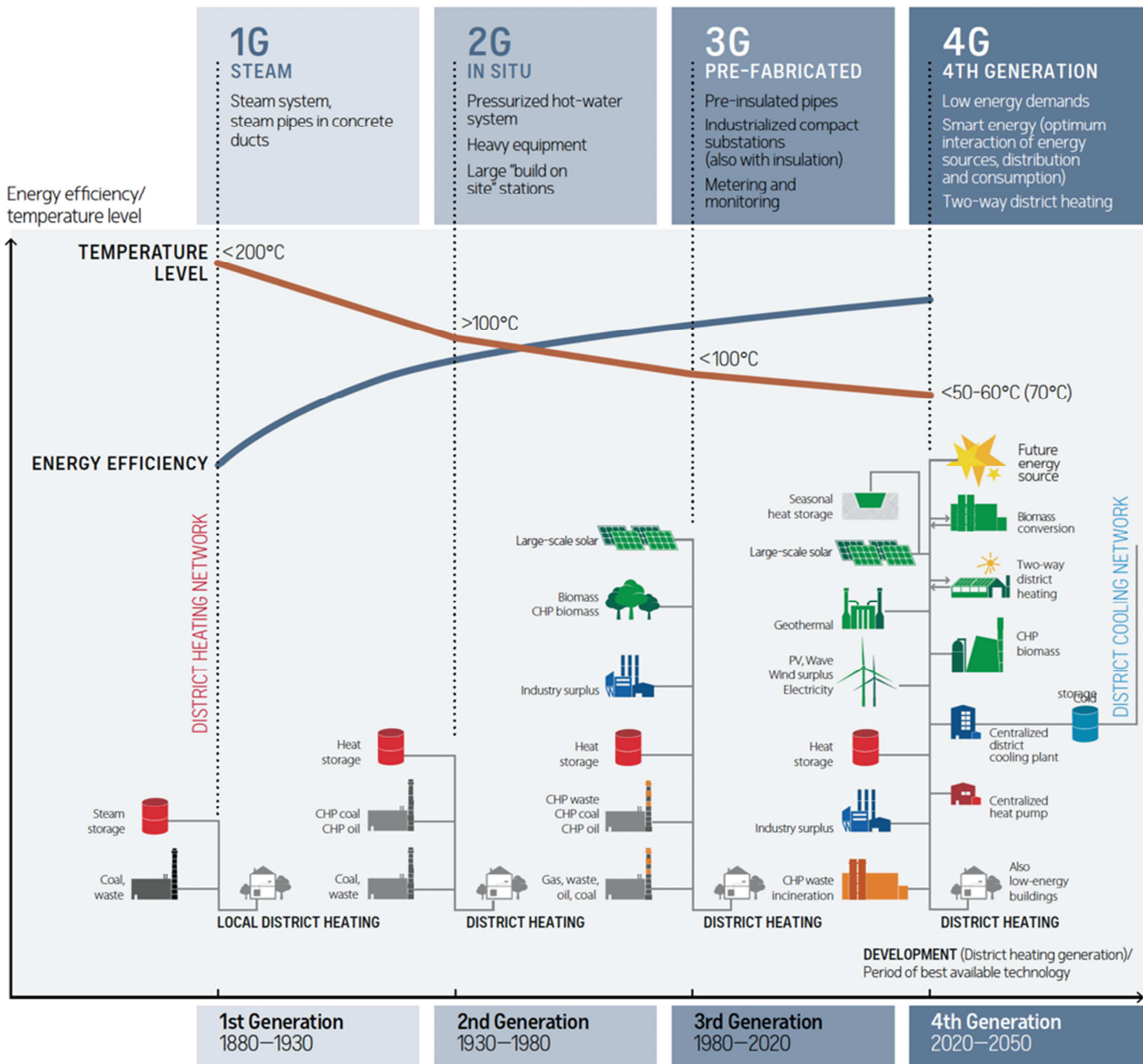


Figure 1 : L'évolution des RC (Lund et al., 2014, p. 9)

Toutefois, au rythme actuel, les objectifs ambitieux fixés par l'État en matière d'EnR&R ne seront pas atteints. D'où la nécessité d'augmenter le nombre de RC et de poursuivre le « verdissement » des réseaux existants, i.e. d'accroître le taux d'EnR et d'aller chercher de nouvelles sources d'EnR comme la chaleur issues des *data centers* ou eaux usées. Aussi voit-on émerger des RC de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> génération (« *Thermal Smart Grids* ») et des systèmes décentralisés comme les

boucles d'eau tempérées à énergie géothermique (AFPG, 2019 ; EPA, 2019), qui passent par l'intégration d'éco-innovations. Ces systèmes technologiques impliquent le développement parallèle de nouveaux cadres institutionnel et organisationnel (Lund et al., 2014) et modèle économique (Buffa et al., 2019). Compte-tenu de leur spécificité, l'accent est surtout mis sur leur description technique (Buffa et al., 2019 ; Averfalk et Werner, 2020).

### **1.3. Les modèles d'adoption des innovations**

Différents modèles ont analysé le développement, l'adoption et la diffusion des innovations. Le plus connu, celui de Rogers (1995), qui peut être transposé du niveau de l'individu à celui d'une organisation, propose cinq phases dans la décision d'adoption d'une innovation : a. la connaissance : l'individu réagit en fonction de son profil et du système social dans lequel il est inséré ; b. la persuasion : c'est l'étape cruciale, celle où l'individu amorce une prise de position au sujet de ladite innovation ; c. la décision : l'individu s'engage dans des activités d'utilisation/évaluation, lui permettant d'adopter ou de rejeter l'innovation ; d. l'implantation, phase au cours de laquelle l'individu a besoin d'assistance pour réduire les incertitudes sur les conséquences ; e. la confirmation : l'individu tente d'obtenir des informations venant, *a posteriori*, renforcer son choix. Ce modèle de décision permet de comprendre les freins potentiels, qui existent à diverses étapes.

### **1.4. Les freins à l'adoption des RC innovants**

Les critères technico-économiques restent les plus étudiés. La technologie des RC offre des bénéfices sur le long terme mais elle doit faire face à un certain nombre



de freins découlant du risque économique (e.g., investissements initiaux importants, long retour sur investissement, Bush et al., 2016) et des incertitudes au niveau réglementaire. En outre, l'équilibre économique dépend de facteurs extérieurs qui sont indépendants du système de RC - comme le prix des énergies fossiles.), la faisabilité économique n'étant cependant pas liée uniquement à des facteurs techniques (comme le choix de la source d'énergie par exemple) mais surtout à des facteurs d'aménagement urbains et de planification énergétique (comme la distribution spatiale des immeubles connectés, leur densité ou le confort thermique, Zach et al., 2019). Les acteurs locaux recherchent en effet plusieurs types de valeur compte tenu de leurs liens, l'étendue de leurs responsabilités telles que l'offre de logements sociaux, et leurs préoccupations sociales et environnementales plus globales, telles que la précarité énergétique et la qualité de l'air (Bush et al., 2016). Une stratégie à long terme de planification du développement d'infrastructures énergétiques de ce type devrait ainsi permettre, selon les auteurs, la réalisation de visions locales, qui comportent souvent des objectifs non économiques.

Les RC de 4<sup>ème</sup> voire 5<sup>ème</sup> génération s'appuient sur des innovations environnementales (ou éco-innovations) comme la réduction de la température dans le réseau, des pompes à chaleur innovantes, ou de nouvelles sources d'énergies renouvelables et locales. Quatre types d'antécédents à ces éco-innovations sont proposés : les aspects technologiques, les facteurs liés à la demande, la législation et les caractéristiques des entreprises (Pinget et al., 2015). Arranz et al. (2021) insistent sur les aspects internes, de marché et institutionnels, montrant que les expériences antérieures en éco-innovation s'avèrent prépondérantes comparées à d'autres variables comme le financement externe ou les capacités internes d'innovation.

Quelques rares articles se penchent sur les freins et moteurs des RC innovants. Certains s'appuient sur les énergies renouvelables, par exemple sur la géothermie aux États-Unis (Thorsteinsson et Tester, 2010) : les barrières techniques semblent peu importantes, les quelques barrières économiques surmontables, les principaux freins restant d'ordre socio-politique. Ambrose et al. (2016) analysent les défis rencontrés pour les RC bas carbone et adoptent une lecture par la théorie de l'acteur-réseau pour étudier les freins à la formation d'un réseau d'acteurs et les leviers pour les surmonter ces freins : promouvoir une meilleure image des RC, favoriser les subventions pour les infrastructures bas carbone, couvrir les coûts initiaux d'infrastructure, renforcer les ressources et les pouvoirs des autorités de planification pour rendre obligatoire la connexion au RC. Le succès limité des autorités locales dans cette adoption est lié aux nombreux challenges rencontrés en termes de marketing et de l'inexpérience du secteur public dans la mobilisation des réseaux bas carbone : les leaders politiques devraient renforcer la capacité des autorités locales à conduire des projets d'infrastructures complexes en impliquant les acteurs clés dans le processus de décision (Ambrose et al., 2016).

En synthèse, la littérature sur les réseaux innovants ne fait qu'émerger (e.g. Averfalk et Werner, 2020 ; Buffa et al., 2019). Nous nous situons dans la lignée des recherches de Bush et al. (2016) et d'Ambrose et al. (2016) pour investiguer la perception des freins perçus par les parties prenantes au développement des RC innovants et la manière dont la théorie de la traduction permet de proposer des leviers pour les surmonter. Compte-tenu de la diversité des parties prenantes impliquées dans un RC, cette lecture par la théorie de l'acteur-réseau, et notamment la partie liée à la traduction qui mène à la création d'un réseau d'acteurs, s'avère appropriée dans la mesure où Ambrose et al. (2016) montrent, à partir d'entretiens

avec cinq institutions locales, que l'absence de réseaux d'acteurs explique la difficulté de développement des RC en Angleterre.

## 2. Une lecture par la théorie de la traduction

La théorie de l'acteur-réseau (ANT, Akrich et al., 1988, 2006) apporte des clés de lecture pour analyser des innovations technologiques car elle permet d'analyser les pratiques de traduction des acteurs membres, ou parties prenantes, d'un réseau. Selon Callon et Latour (1991, p. 20), un acteur est « *n'importe quel élément qui cherche à courber l'espace autour de lui, à rendre d'autres éléments dépendants de lui, à traduire les volontés dans le langage de la sienne propre* ». Selon cette approche, concepteurs et utilisateurs contribuent successivement à la construction sociale de l'innovation, dans une sorte d'interaction permanente. L'ANT permet ainsi d'appréhender les logiques d'actions des différents acteurs constituant un réseau (Bonneveux et Gautier, 2019), notamment dans le cadre d'innovations, vues comme « *l'art d'intéresser un nombre croissant d'alliés qui vous rendent de plus en plus fort* » (Akrich et al., 1988, p. 17).

Traduire s'entend comme l'ensemble des négociations, des intrigues, des actes de persuasions, des calculs, des violences qui permet à un acteur de parler ou d'agir au nom d'un autre acteur (Callon et Latour, 1991). Le processus de traduction s'entend comme le mécanisme par lequel un monde social et naturel se met en forme et se stabilise. Il permet aussi d'expliquer comment assurer à quelques-uns la légitimité de la représentativité (Latour, 1987). Ainsi, la traduction vient d'une négociation entre parties prenantes. Le rôle de traduction doit être confié à un acteur qui bénéficie de la légitimité des autres membres du réseau (Nobre et Zawadski, 2015). Cette légitimité acquise, le traducteur peut alors procéder à l'alignement des

traductions de chacun des protagonistes. Ainsi, lier le processus de traduction et les acteurs suppose que ces derniers soient capables de proposer de nouvelles interprétations qui déplacent les intérêts des parties prenantes du projet afin d'atténuer leurs divergences. Au sein de cette construction, les acteurs sont donc identifiés comme les principaux vecteurs de l'innovation.

Le processus de traduction a été analysé suivant différentes étapes. Trois notions y apparaissent comme centrales : le réseau, l'actant et les controverses. Les actants donnent l'opportunité aux acteurs de s'associer, de se positionner dans les controverses (Callon et Latour, 1991) au sein desquelles s'enracinent les faits, leurs usages et leurs formes d'existence (Drevet, 2011). Dans le cadre de notre objet de recherche (le RC) et de notre problématique, nous retenons trois principales phases - en regroupant les étapes 2 et 3 de Lamine et al. (2014):

a. présentation du contexte et la problématisation. L'analyse du contexte revient à une présentation des « actants » participant au processus, de leurs enjeux respectifs et de leurs intérêts, communs et convergents. La problématisation consiste à formuler les problèmes et proposer des solutions : c'est le processus par lequel les acteurs « acceptent » la manière dont les groupes définissent le problème. Le traducteur repère ce qui unit et ce qui sépare les acteurs, puis il formule le projet d'innovation provisoire englobant les intérêts de chacune des entités.

b. « intéressement et enrôlement ». Il appartient ensuite aux actants d'intéresser les acteurs précédemment identifiés, c'est-à-dire de les mobiliser de façon durable. Le collectif sélectionne et met en forme ces points de vue souvent différents afin d'arriver à un « point de passage obligé » (Akrich et al., 1988). Un intéressement réussi confirme la validité de la problématisation. L'enrôlement est la fin de cette étape, c'est-à-dire le moment auquel un rôle est défini et attribué à un acteur qui

l'accepte. Peu à peu, le réseau s'intensifie et les jeux de pouvoir autour des porte-parole, des problèmes et controverses, s'estompent.

c. La mobilisation représente la convocation progressive d'acteurs qui s'allient pour rendre crédibles et indiscutables une proposition, un projet ou une innovation. Cette mobilisation, au-delà du système d'alliances qu'elle met en place, se matérialise par toute une série de déplacements et par la mise en œuvre de l'innovation.

Ambrose et al. (2016), dans la lignée de Hawkey et al. (2013), améliorent la compréhension des RC grâce à l'ANT. Les RC y sont vus comme le résultat de la construction et de la stabilisation d'un large ensemble d'éléments humains (sociaux) et non humains (techniques). Cette tâche est encore plus difficile lorsqu'il s'agit d'intégrer de nouvelles formes d'approvisionnement énergétique, comme c'est le cas dans les RC de nouvelle génération qui sont étudiés ici. Notre article s'inscrit dans la continuité de ces recherches en analysant les processus de traduction nécessaires pour rendre un projet de RC « lisible » et attrayant pour des parties prenantes aux intérêts souvent divergents afin de lever les freins à l'introduction du système innovant. Aussi le succès ou l'échec d'un projet innovant ne dépend-il pas des caractéristiques intrinsèques de ladite innovation mais de la mise en place de processus « d'intéressement » et d'actants de traduction pour faire converger les intérêts des parties prenantes du réseau.

### **3. L'étude empirique sur les RC innovants en France**

#### ***3.1. Méthodologie de la recherche***

Pour comprendre le processus de traduction mis en place par les acteurs pour lever les freins à l'introduction d'innovations dans les RC, nous nous sommes appuyés sur

33 entretiens semi-directifs réalisés avec des acteurs nationaux et locaux entre décembre 2010 et janvier 2021. Les objectifs de la grille d'entretien étaient de comprendre la genèse et les motivations du projet ainsi que les freins rencontrés sur l'adoption de ces réseaux innovants et les leviers mis en place pour les surmonter. Tous les entretiens, d'une durée de 35 minutes à 2h, ont été enregistrés et ont fait l'objet d'une retranscription exhaustive réalisée par un professionnel.

Les réseaux étudiés (cf. tableau 1) ont été choisis pour avoir un panel représentatif des RC : livrant quelques bâtiments/grands réseaux, en ville/milieu rural, publics/privés, anciens/nouveaux ou en construction, « classiques » avec une production de chaleur centralisée/« smart grid » innovants chaud et froid basés sur des boucles tempérées avec des productions de chaleur décentralisées. Les énergies utilisées varient : le bois, issues des UVE (Usine de Valorisation Énergétique), la géothermie, l'eau d'un lac et l'énergie fatale.

	Anney 1	Anney 2	Lucinges	Paris-Batignolle	Pré Billy Anney	Ferney Voltaire (FV)	Paris Saclay	Anney Boucle d'eau
Type de réseau	RC	RC	RC	RC	RFC	RFC	RFC	RFC
Privé / Public	Public	Public	Public	Public	Privé	Public / Privé (SEMOP)	Public (EPPS)	Privé
Fonctionnement	F	F	F	F	T	T	FP	T
Mix énergétique	Bois /gaz	UVE / gaz	Bois	Géothermie	Géothermie +TFP	Énergie fatale : CERN + TFP	Géothermie : 60% Électricité : 36% Gaz : 4%	Eau du lac + TFP
Taux d'EnR&R	91 %	84 %	96 %	85 %	67%	65%	62 %	
Livraison totale de chaleur (GWh)	46	48	1				40 GWh (chaud) 10 GWh (froid)	
Équivalents logements	4 082	4 280	110					

RC : RC – RCF : réseau de froid et chaud

EPPS : Établissement Public Paris-Saclay = EPA : Établissement Public d'Aménagement

F : en fonction – T : en travaux – FP : en fonction partielle

Tableau 1 : Caractéristiques des réseaux étudiés

Les personnes interrogées ont été sélectionnées de façon à avoir une diversité d'acteurs a. nationaux - représentants de l'Etat (département de la Haute-Savoie), FNCCR (Fédération Nationale des Collectivités locales Concédantes en Régie) et Amorce, association indépendante de promotion des RC, et b. locaux : aménageurs, AMO<sup>8</sup>, collectivités locales, bureaux<sup>9</sup> d'études, opérateurs de RC, syndicat d'énergie, fournisseur de pompe à chaleur, promoteur, abonnés et usagers des RC. Différents acteurs agissant sur un même réseau ont été interrogés afin de confronter les perceptions. Le tableau 2 présente les acteurs locaux interrogés par RC :

	Annecy 1	Annecy 2	Lucinges	Paris-Batignolle	Prébilly	Ferney-Voltaire (FV)	Paris Saclay	Annecy Boucle d'eau
Aménageur				X	X	X.	X.	
Villes (élus, directeurs technique)	X	X	Elu		X	Elu		X
AMO			X				X	
Bureaux d'études			X					X
Exploitants			X					X
Abonnés Bailleur social (BS)	BS1 BS2		BS1					BS2
Usagers	Usager 3	Usager2 Usager4	Usager 1		X	X		

*Tableau 2 : Répartition des personnes interrogées par RC*

Les entretiens ont été codés de façon manuelle en utilisant un codage émergent/inductif selon Glaser et Strauss (1967), en classant les codes dans 3 grandes catégories : processus d'adoption de l'innovation, freins, leviers. Un *code*

<sup>8</sup> L'AMO : l'Assistant à la Maîtrise d'Ouvrage a pour mission d'aider le maître d'ouvrage à définir, piloter et exploiter le projet. Il a un rôle de conseil et/ou d'assistance et de proposition. Dans les RC, il intervient sur les aspects techniques et/ou juridiques.

<sup>9</sup> 20 personnes sont mentionnées dans le tableau ; les autres (13) sont des acteurs non liés à un RC spécifique.

*book* (cf. annexe 1) a été créé, enrichi au fur et à mesure des analyses quand de nouveaux freins ou leviers étaient mentionnés.

#### **4. RESULTATS : EMPIRIE SUR LES RC INNOVANTS EN FRANCE**

Les entretiens montrent que le développement des innovations est favorisé par les évolutions techniques, numériques et l'évolution des attentes des abonnés / usagers. Différents types d'innovations co-habitent dans les RC : technique mais également contractuelle, numérique (notamment dans le pilotage des installations) ou liée à la communication avec les abonnés. Au niveau technologique, c'est souvent l'association de technologies éprouvées individuellement qui va faire que le système global devient innovant : *« Chaque brique en soit n'est pas innovante en tant que telle [...]. Ce qui est innovant, finalement, c'est d'avoir tous ces systèmes ensemble intégrés et à cette échelle aussi, parce qu'on est quand même sur une échelle d'un RC assez important, avec à terme plus de 2 millions de m<sup>2</sup> raccordés sur le réseau. En outre, ce qui peut être innovant dans un pays ou localement peut ne pas l'être ailleurs »* (directeur technique du réseau de Paris Saclay).

La figure 2 synthétise le processus d'adoption d'une innovation (selon Rogers, 1995) dans un RC, qu'il est possible de superposer aux trois phases de l'ANT.



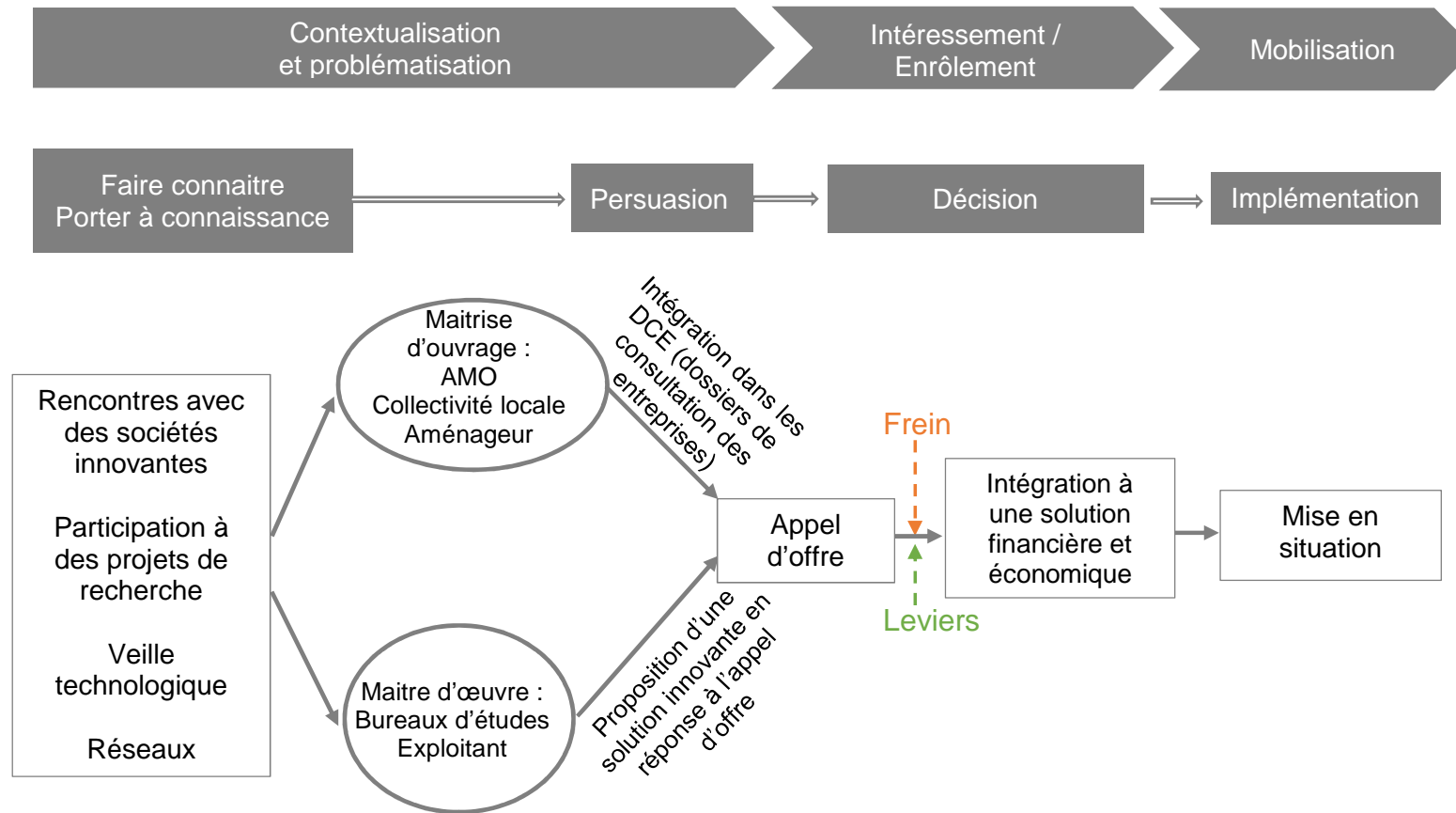


Figure 2 : Phases pour l'intégration d'une innovation dans les RC

Nous décrivons ci-après chacune de ces trois phases du processus de traduction : problématisation, intéressement/enrôlement, mobilisation, en les liant aux freins.

#### 4.1. Contextualisation / Problématisation

Cette première étape consiste à prendre en compte, dès le début du projet, l'ensemble des parties prenantes concernées. Dans le cas des RC, les actants humains (Etat, associations, collectivités, opérateurs) collaborent avec d'autres acteurs (abonnés, usagers) et avec des actants non-humains (système technique de RC, système de distribution de la chaleur, mais également, les lois). La figure 3 présente une carte des parties prenantes et leur rôle.

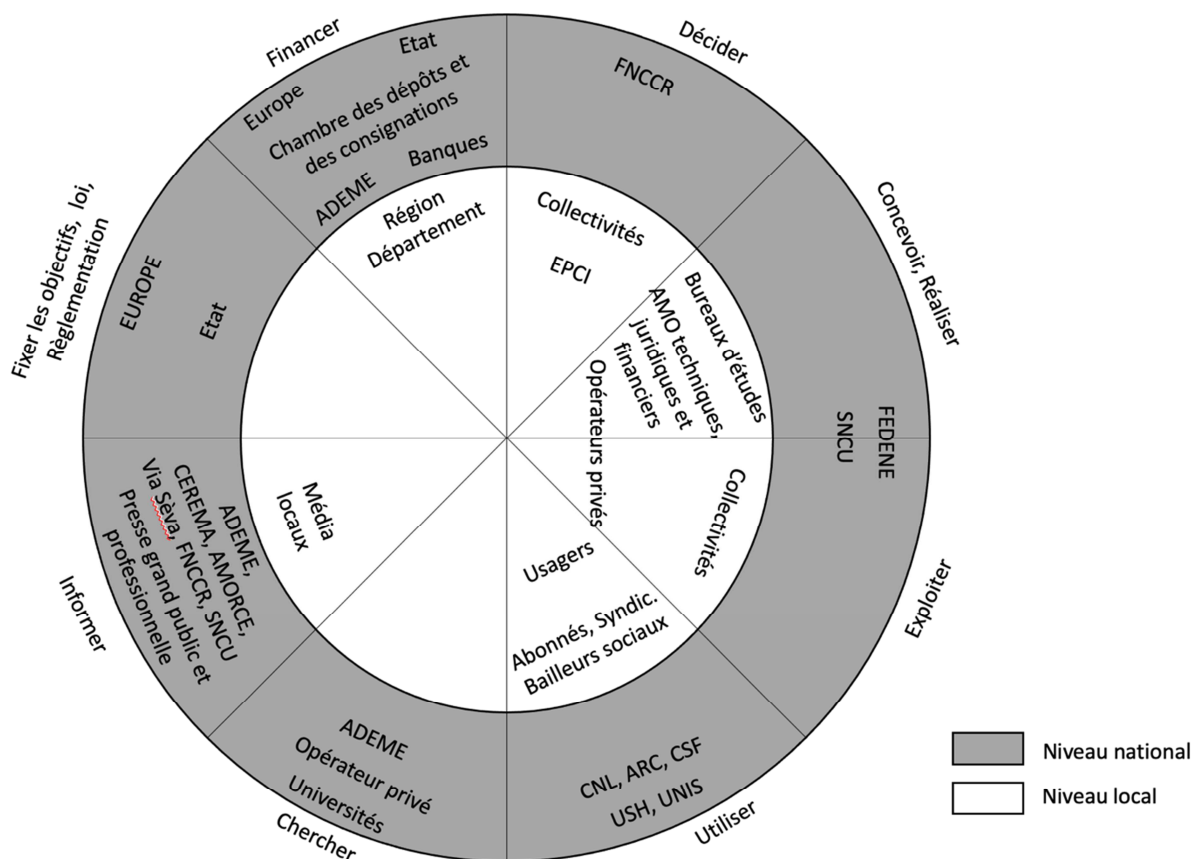


Figure 3 : Carte des actants « humains » des RC et leur rôle

En amont du projet de création d'un RC proprement dit, il y a tout le travail qui consiste à faire connaître l'innovation auprès des acteurs clés : les collectivités par leur directeur technique, les AMO techniques qui conseillent les collectivités, les syndicats d'énergie, les bureaux d'études, les grands exploitants (Dalkia, Idex...). Certains acteurs, souvent les bureaux d'études, pratiquent la veille technologique. Les grands opérateurs mettent en place un réseau d'innovation, dont l'objectif est d'identifier les nouveautés sur leur périmètre et de les partager.

C'est au cours de cette phase qu'est décidée la création d'un RC par les collectivités locales et que l'appel d'offre est lancé. Selon le degré de connaissance technique de la collectivité locale, il y a plus ou moins de spécificités techniques dans ledit appel d'offre. Une collectivité peut décider de s'orienter vers un RC innovant, notamment lorsqu'il y a une vraie volonté politique locale d'ancrer le territoire dans la transition énergétique : « *il y a quand même une maîtrise d'ouvrage qui a un rôle de conviction.* » (Aménageur) et ce, quelle que soit la motivation : convictions environnementales, vision future du territoire, image en mettant en avant un projet phare « vitrine » qui va faire parler de la collectivité : « *C'est l'ambition de faire du territoire à énergie positive, de faire le maximum en tout cas dans la mesure du raisonnable aussi, pour être le plus vertueux possible et répondre aux enjeux du territoire* » (Aménageur).

## **4.2. Intéressement et enrôlement**

Une fois l'appel d'offre lancé vient le moment où l'innovation est proposée à travers un projet précis. Dans le cas d'un RC existant, l'intégration d'un système innovant se fera plus facilement au moment du renouvellement de la délégation de

service public (type de contrat le plus fréquent), mais toujours au moment des appels d'offre. Deux cas peuvent se présenter :

Dans le 1<sup>er</sup> cas, l'idée de système innovant émane du maître d'ouvrage (la collectivité). La collectivité, via son AMO technique ou l'aménageur, va être à l'initiative de cette proposition – qui peut être évoquée très en amont du processus de création lors de l'élaboration du schéma directeur des RC ou de l'étude de faisabilité. Dans ce cas, elle apparaît dans l'appel d'offres : *« Ce sont les collectivités et les aménageurs qui vont être vraiment initiateurs et décideurs là-dessus ; donc c'est eux qu'il faut convaincre et informer en priorité »* (Directeur associé d'un bureau d'études énergétique, spécialisé dans les boucles d'eau tempérées).

Dans le 2<sup>nd</sup> cas, c'est le maître d'œuvre (en charge de la réalisation du projet de construction) qui propose une solution innovante sans que cela ne soit spécifié dans le cahier des charges, notamment lorsque c'est lui qui prend le risque financier. La collectivité doit alors valider la proposition, les installations lui appartenant : *« Le cahier des charges de l'AMO ou du client permet de cadrer la demande. En revanche, la forme de la réponse nous appartient, c'est-à-dire qu'effectivement, nous, on va structurer la réponse, parfois strictement conforme à ce qui est demandé, parfois on va proposer des variantes »* (responsable commercial d'une société exploitant les RC).

**Les différents types de freins.** C'est au moment où la solution innovante est proposée qu'apparaissent certains freins, notamment technico-économiques - sans doute de manière accrue pour les réseaux innovants : il s'agit de trouver un équilibre technico-économique qui prenne en compte les coûts d'investissements, souvent plus élevés pour une solution innovante, le retour sur investissement, les coûts d'exploitation, et les honoraires des bureaux d'études, également plus élevés pour

les projets innovants : *« Combien je mets de technologies innovantes, de technologies qui coûtent cher, et comment j'arrive à les rentabiliser dans la durée. Donc là, il y a vraiment un équilibre à trouver »* (Bureau d'études énergétiques, opérateur de RC). Cet équilibre technico-économique est étroitement lié à la facture énergétique de l'utilisateur final et à des facteurs externes, comme le prix des énergies fossiles. Ainsi, quand les énergies fossiles sont basses, et que la facture énergétique des usagers est basse, il est plus difficile de trouver l'équilibre économique d'une solution innovante, soit-elle plus vertueuse d'un point de vue environnemental.

Les freins psychologiques et cognitifs sont très nombreux quand on parle d'innovation. Il y a d'une part la peur de la nouveauté car les bureaux d'études et les ingénieurs ont tendance à se raccrocher à ce qu'ils connaissent et sont méfiants vis à vis d'une technologie qu'ils ne connaissent ou ne maîtrisent pas : *« Ce sont des gros développeurs qui ont l'habitude de faire du RC, mais qui ont leurs habitudes, leur modèle économique et, dès que vous leur proposez quelque chose qu'ils ne connaissent pas, forcément, ils freinent »* (Directeur bureau d'études énergétique). D'autre part, il y a la peur que la nouvelle technologie ne marche pas, renforcée en France du fait qu'il y a, sur les RC, une obligation contractuelle d'assurer la continuité du service. C'est un point délicat, notamment lorsque l'on veut mobiliser certaines énergies renouvelables comme l'énergie fatale ou les eaux usées. Comment garantir les sources de chaleur 24/24 sur toute la durée du contrat ? *« Il y a eu aussi un petit peu cette crainte de « nous sommes service public, nous avons une continuité de service à garantir » et cette installation, c'est un peu innovant, est-ce qu'on est bien certains qu'elle va nous amener de la chaleur tout le temps, au moment où on en veut »* (directeur technique d'une collectivité locale).

Les freins juridiques sont liés à la contractualisation du fait de l'encadrement strict des contrats de délégations de service public (DSP). Le délégataire (l'exploitant) ne peut rien changer sans l'accord de l'autorité délégante (la collectivité). Il s'avère donc difficile d'intégrer des innovations en cours de DSP – sauf avenant et un accord des deux parties.

Les freins environnementaux peuvent être liés à des freins juridiques ou administratifs. En effet, certains projets, même s'ils diminuent l'émission de GES (gaz à effets de serre), nécessitent l'obtention d'autorisations administratives car il y a un risque environnemental (utilisation de l'eau d'un lac, forer à une certaine profondeur pour la géothermie, etc.). Les procédures, souvent très longues, préoccupent à la fois les aménageurs, les collectivités territoriales et les futurs abonnés : *« Il y a toutes les autorisations administratives à avoir, mais qui sont souvent des freins ou en tout cas qui sont fortement complexes à obtenir et qui, du coup, peuvent laisser à penser qu'il s'agit de freins » (Aménageur)*

Un autre frein important pour la création d'un RC est le manque de volonté politique - encore plus important pour les réseaux innovants. En effet, l'intégration d'une innovation implique souvent un surcoût économique et, s'il n'y a pas de vraie volonté politique ni de personnes convaincues de l'intérêt de l'innovation, cette dernière ne pourra voir le jour : *« Clairement, à l'époque, il n'y avait pas eu la volonté municipale que la ville prenne en mains ce potentiel énergétique pour en faire un réseau » (Collectivité territoriale).*

C'est dans cette deuxième phase d'intéressement/enrôlement que le processus de traduction se déploie afin de lever les freins. Dans un premier temps, il s'agit d'identifier les acteurs appelés à jouer le rôle de porte-paroles, c'est à dire capables de traduire les différents intérêts des actants. La multiplicité des actants ayant des

intérêts divergents conduit à des controverses, qui englobent les différents freins : les usagers recherchent un confort thermique et une facture énergétique modérée, les opérateurs recherchent la rentabilité des installations ; pour d'autres, c'est de répondre aux objectifs nationaux de diminution des énergies fossiles. Les résultats montrent que, dans le processus de traduction et d'acceptation de l'innovation, la légitimité des acteurs joue un rôle clé : « *C'est lié à des hommes qui sont convaincus à un moment du projet et du bénéfice sociétal du projet et qui arrive à le porter, à transformer ça en bénéfice économique et en progrès* » (Aménageur).

La légitimité vient de la réputation de l'acteur, de sa taille et sa stature financière, notamment auprès des financeurs : « *Ne vous inquiétez pas, non seulement c'est D. qui le fait, on sait ce qu'on fait, sinon on ne le proposerait pas* » (Opérateur privé) ou de son expérience antérieure : aussi certains acteurs n'hésitent-ils pas à aller chercher des bureaux d'études étrangers : « *parce qu'ils venaient de développer plusieurs projets comme ça sur Zurich* » (Aménageur). L'ADEME, acteur important car elle finance les RC grâce à divers dispositifs comme le fonds chaleur ou les TEN (Technologie Émergente Nouvelle), joue également souvent ce rôle de légitimité. Si l'ADEME finance une partie du projet, c'est une forme de garantie.

La légitimité « naturelle » (des experts, de ceux qui ont de l'expérience, des financeurs) coexistent avec la légitimité qu'ont d'autres acteurs qui ne sont pas nécessairement des actants : par exemple, pour que le projet soit économiquement viable, il faut que les abonnés acceptent de se raccorder. Il suffit parfois d'un acteur clé pour donner de la légitimité au projet : « *Avec le premier bâtiment qui devait vraiment officialiser son raccordement, il y a eu une personne qui était finalement pour le projet et qui a donné son go et, du coup, à partir du moment où le premier a été raccordé, tout de suite, du coup, ça donne de la légitimité après pour raccorder*

*tout le monde. Si on avait raté ce premier raccordement, le projet serait tombé à l'eau » (Directeur technique du réseau de Paris-Saclay).*

**La traduction pour lever les freins/controverses.** Le principal double challenge pour faire accepter une innovation, c'est de convaincre qu'elle fonctionne techniquement et soit économiquement viable. Le processus de traduction permet de lever les diverses controverses. La traduction passe d'abord par de la pédagogie, il faut communiquer, expliquer, arriver à établir un dialogue constructif, des synergies avec l'ensemble des parties prenantes. Cela peut passer par l'organisation d'ateliers, de réunions publiques, notamment avec les futurs usagers : *« Il y avait tout ce travail de pédagogie à faire et ça a pris du temps parce que, entre les premiers échanges et aujourd'hui les dernières délibérations, on a je crois quatre années ou peut être cinq qui ont permis d'aboutir en tout cas à la structuration du modèle économique qui va permettre de déployer ou de poursuivre le déploiement du réseau » (Aménageur).*

Il faut également négocier et faire des concessions pour trouver une solution convergente qui convienne à tous les acteurs, c'est-à-dire effectuer une série de déplacements en tout genre (Callon et Latour, 1991) et ce, à chaque étape du processus : *« Nous, on a défendu nos positions, initialement une position très dogmatique j'allais dire, presque cardinale du réseau, de sa conception telle qu'elle avait été imaginée et évidemment, on a dû faire quelques pas vers D., tout comme D. a fait un pas vers nous » (Aménageur)*

Parfois, la traduction par la contrainte s'avère nécessaire. Dans les zones d'aménagement nouvelles, les aménageurs imposent que tous les nouveaux bâtiments soient raccordés au réseau : les bailleurs sociaux n'ont pas vraiment le choix, car ce serait pour eux politiquement incorrect de ne pas se raccorder : *« On est un peu inquiets. Malheureusement, on n'a pas le choix » (Bailleur social).*



La pertinence technique d'une solution innovante constitue un facteur clé pour favoriser son acceptation. Les outils de traduction sont alors différents : les acteurs vont rechercher des retours d'expériences, souvent en dehors de la France dans des pays qui utilisent des technologies similaires. La traduction passe également par des notes de calculs, notamment auprès des ingénieurs qui prouvent que le système fonctionne et montrent son efficacité énergétique, voire des études supplémentaires : « *On a missionné un prestataire extérieur pour faire une analyse critique des différentes solutions énergétiques possibles par rapport au site et vérifier quelle était la meilleure solution économique et écologique possible* » (Opérateur privé). Quand les processus de traduction précédents ne suffisent pas, il peut être décidé de doubler l'installation par un système de secours : « *Il fallait le secours. On ne pouvait pas simplement avoir une solution qui soit strictement 100% décentralisée, ce n'était pas possible en termes de délégations de service public* » (Opérateur privé).

La pertinence économique du projet, essentielle, passe par la bonne équation entre les coûts d'investissements et les coûts d'exploitation de l'opérateur et la facture énergétique payée par l'abonné. Les aides, notamment de l'ADEME, de l'Europe ou de la Région, restent essentielles pour trouver l'équilibre économique et pour que les RC innovants restent compétitifs par rapport à des solutions classiques. L'ADEME octroie des aides supplémentaires pour certaines technologies très innovantes et performantes au niveau environnemental. Ces aides peuvent même influencer le choix vers une technologie qui permette d'obtenir ces subventions.

Les processus de traduction passent aussi par des montages juridico-financiers : nouveaux contrats innovants de partenariats public/privé, comme la création de SEMOP (société d'économie mixte à opération unique), ou financements citoyens

participatifs : « *Parfois, on peut faire un contrat un peu différent. Il y a différentes façons d'imaginer les contrats pour limiter le risque* » (AMO).

### **4.3. Mobilisation**

La traduction, si elle est réussie, aboutit à une vision commune des acteurs afin que l'innovation soit acceptée et intégrée à une solution financière et technique. L'innovation peut alors être implémentée. Cette troisième phase permet la diffusion de l'innovation grâce à des vecteurs de communication mais également à des visites du site et des installations.

Le lobbying, outre son rôle dans la phase de diffusion des innovations à un niveau macro-économique, constitue aussi une forme de traduction qui peut faciliter l'intégration d'innovations pour un projet au niveau local pour faire évoluer la réglementation et faciliter la mise en place de solutions innovantes : « *Je pense qu'il y a encore beaucoup de lobbying à faire sur le réseau d'énergie<sup>10</sup>. Pour moi, c'est encore très marginal, comme développement* » (Bureaux d'études énergétiques). En effet, les associations de promotions des RC assurent le lien entre les acteurs de terrains et les instances nationales. Par leur action sur le terrain, elles sont informées des innovations et des blocages et peuvent être force de proposition auprès des pouvoirs publics : « *Si le code minier a évolué, Amorce y est pour beaucoup avec l'ADEME* » (Aménageur). A l'inverse, elles peuvent aussi être force de propositions en informant en amont les acteurs de terrains des changements à venir de réglementation afin que les bureaux d'études les intègrent dans les projets à venir.

---

<sup>10</sup> Un réseau d'énergie repose sur le principe d'équilibre des échanges thermiques entre bâtiments.

## 5. Discussion

Les analyses des entretiens fournissent un aperçu riche des différences de perception des acteurs des RC, aident à la compréhension des freins spécifiques et identifient les processus de traduction qui permettent de lever ces freins. Nos contributions sont d'ordre théorique et managérial.

### *Contributions théoriques*

Premièrement, l'adoption d'un RC innovant répond à un processus double : celui du processus de décision (Rogers, 1995) et de la traduction (Callon, 1986, 1991), les actants déployant leur énergie à construire le réseau et à négocier pour trouver une solution satisfaisante pour tous et répondant aux critères édictés. Étonnamment, ces étapes du processus de traduction (Lamine et al., 2014) peuvent être mises en parallèle avec les phases de décision d'adoption d'une innovation. Ce parallèle peut être schématisé de la manière suivante : la première phase de l'adoption (faire connaître) se retrouve dans la phase de contextualisation/problématisation, celle de persuasion/décision dans l'étape d'intéressement/enrôlement, et celles d'implémentation avec celle de mobilisation. L'innovation est toutefois loin d'être linéaire (Rogers, 1995), mais apparaît bien comme le résultat complexe d'une interaction entre partenaires hétérogènes avec des boucles de rétroaction entre les différentes étapes (Kline et Rosenberg, 1986). Il en est de même pour le processus de traduction, qui fonctionne par allers retours et va et vient nombreux (avant le début des travaux de réalisation du RC).

Deuxièmement, les résultats font émerger des freins liés à des injonctions parfois paradoxales du fait de la variété des acteurs et des objectifs multiples ; certains veulent répondre à des enjeux environnementaux, d'autres (exploitants) recherchent le bénéfice économique, alors que l'utilisateur souhaite un confort thermique tout en

payant le moins cher sa facture énergétique. Les acteurs locaux affichent dans leur discours la transition énergétique comme un critère clé mais, dans la réalité, les critères économiques, les investissements, l'image de la ville, les décisions ayant un impact à court terme, priment sur les enjeux environnementaux. Aussi les maîtres d'ouvrage semblent-ils surtout tournés vers une solution viable en conformité avec leurs préoccupations environnementales, alors que les opérateurs et bureaux d'études plaident essentiellement pour une solution efficace au niveau technique et rentable économiquement parlant. En lien avec la littérature sur les barrières aux éco-innovations (Pinget et al., 2015), ces freins, essentiellement d'ordre technico-économiques et cognitifs, peuvent être levés lorsque les acteurs emmagasinent des connaissances leur permettant de comprendre les solutions innovantes et les attentes des parties prenantes.

Troisièmement, en ce qui concerne les processus de traduction pour lever les freins, les vues des acteurs promoteurs et traducteurs de l'innovation doivent converger (Aldrin, 2014). D'autres processus de traduction que ceux avancés (de nature cognitive) par Pinget et al. (2015) sont utilisés, comme la pédagogie, la négociation, parfois même la contrainte, ou certains montages juridico-financiers. Les controverses sont réglées par les actants, les autres parties prenantes étant exclues du processus de traduction proprement dit pour l'adoption de l'innovation. Les aménageurs ont ici un rôle clé de traduction dans ces RC innovants pour aller chercher les personnes légitimes (Latour, 1987) qui pourraient convaincre les collectivités locales.

Quatrièmement, cette question de la légitimité (Latour, 1987 ; Nobre et Zawadski, 2015) apparaît ici comme cruciale. La littérature parle essentiellement de la légitimité des actants. Nous avons vu que, contrairement à Latour (1987), ce n'est pas le

silence des uns qui assure la légitimité des autres, mais l'expertise et les connaissances antérieures (Arranz et al., 2021) – notamment des maîtres d'œuvre. En ce qui concerne les RC innovants, les actants doivent être différenciés des parties prenantes : en effet, si ceux qui agissent et décident (les actants) consultent les autres parties prenantes (abonnés, usagers, bailleurs sociaux) pour les inciter à se raccorder au réseau, ces dernières n'ont pas voix au chapitre lors des prises de décision et résolution des controverses. Pourtant, elles peuvent s'avérer clés pour donner de la légitimité au projet : en effet, un premier gros usager incite souvent d'autres à suivre. Et, sans ces « clients », un réseau innovant ne peut être développé. Ce processus de légitimation du RC se superpose au processus de traduction proprement dit entre actants. Aussi nos résultats sont-ils quelque peu différents de ceux indiqués dans la littérature, qui omet d'évoquer les parties prenantes « non actantes » ; or elles jouent pour les RC innovants un rôle clé, tant dans les processus d'innovation que de traduction.

Cinquièmement, le système de sauvetage ou de repli (installé par les opérateurs en cas de non fonctionnement du RC) peut être considéré comme un « objet frontière » mis en place de façon temporaire ou définitive et qui a fait ses preuves d'un point de vue technologique, que tout le monde connaît et qui va rassurer les acteurs réticents, notamment au regard de l'obligation de continuité de service. Un tel objet frontière permet de résoudre les problèmes de coordination entre acteurs très hétérogènes et de créer par là-même cet espace de coordination qui, dans le cas des RC innovants, « rassure » les actants et parties prenantes. En effet, par définition, l'objet-frontière, qu'il soit tangible ou intangible, lie les représentations entre des acteurs ayant des horizons différents dans le but de servir un objectif commun (Star et Griesemer, 1989).

### *Contributions managériales*

Nous montrons, en lien avec la théorie de la traduction, que le principal levier pour surmonter les freins aux éco-innovations réside dans « l'humain » : cela passe par l'établissement d'un dialogue non seulement entre les actants, mais aussi avec les autres parties prenantes pour arriver à une convergence des représentations et des connaissances utiles. Celles-ci devraient donc être intégrées plus en amont dans le processus d'innovation.

Nous proposons ainsi une voie de résolution des différences de perception et des controverses qui complète celle préconisée par Bush et al. (2016) - qui résidait dans une analyse socio-économique coûts/bénéfices ou de l'utilisation de méthodes de comptabilité sociale. En effet, ces méthodes peuvent servir de support à la négociation et à la rencontre des perceptions et représentations pour parvenir à une vision commune, partagée et consensuelle, qui ne peut venir que de l'échange et du partage des connaissances. Nous rejoignons les conclusions d'Ambrose et al. (2016) qui, dans un contexte différent (Grande-Bretagne), montrent que les facteurs économiques sont certes une barrière importante au déploiement des RC bas carbone mais que cet élément économique est un phénomène construit et non *a priori*, fait d'arrangements entre coûts, prix, offre et demande.

## **6. Conclusion**

Les principaux facteurs de réussite pour les RC innovants sont la convergence entre les programmes politiques environnementaux, les opportunités de subventions, la volonté d'acteurs clés pour mettre en place des solutions innovantes et la réussite du processus de traduction entre actants et autres parties prenantes.

Notre recherche met en lumière que, dans la perception des freins à la mise en œuvre d'un RC innovant, un double langage se superpose, celui des idéologies institutionnelles (à différentes échelles) et celui de l'action (au niveau local). Une traduction devient alors un impératif pour que les représentations et intentions des différents acteurs convergent. Dans la lignée de Callon (1986, 1991), pour que les deux langages se rencontrent, il ne faut pas chercher à motiver mais à impliquer chaque acteur pour « l'enrôler » (au sens de l'ANT). Chacun devient alors coproducteur de la démarche et se l'approprie. Pour accélérer le développement des RC innovants, indispensables pour atteindre les objectifs nationaux évoqués en matière de transition énergétique, l'ensemble des acteurs nationaux et locaux, décideurs et usagers, doivent partager une vision commune des RC (qui passe par la traduction) qui prenne en compte ses avantages tant économiques, environnementaux que sociaux.

Pour pallier les limites inhérentes à cette recherche, notamment liées au faible nombre de personnes interrogées au regard de la multiplicité des parties prenantes de RC, des recherches ultérieures pourraient se concentrer sur des études de cas longitudinales de création de RC de nouvelle génération pour mettre en lumière les enjeux, notamment de pouvoir et d'influence, au sein de l'écosystème. Il serait particulièrement utile d'étudier des réseaux de chaud et de froid, tant la question du froid se heurte, on le constate cet été 2022, aux enjeux du changement climatique (produire du froid en été) avec ceux de la transition énergétique (limiter la consommation d'énergie). C'est sans doute dans ce domaine que la question de la traduction et de l'harmonisation des représentations, croyances et perceptions dans le système d'acteurs d'une part, et entre les différentes échelles institutionnelles d'autre part, se pose de manière cruciale.

## Références

Aldrin J., 2014. Le rôle des acteurs et de l'instrumentation de gestion dans les processus de décision des organisations publiques. *Gestion 2000*, 31, 117-134.

Akrich M., Callon M., Latour B., 1988. A quoi tient le succès des innovations? 1 : L'art de l'intéressement, *Gérer et comprendre*, Annales des Mines, 11, 4-17.

Akrich M., Callon M., Latour B., 2006. *Sociologie de la traduction*, textes fondateurs. Presses des Mines.

Amblard H., Bernoux P., Herreros G. et Livian Y.-F., 1996. *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*, Paris, Seuil.

Ambrose A., Eadson W., Pinder J., 2016. The role of actor networks in the early-stage mobilization of low carbon heat networks. *Energy Policy* 96, 144 – 152.

Arranz N., Lopez Arguello N., Fernández de Arroyabe JC., 2021. How do internal, market and institutional factors affect the development of eco-innovation in firms? *Journal of Cleaner Production*, 297.

Averfalk H., Sven W., 2017. Essential improvements in future district heating systems, *Energy Procedia* 116, 217-225.

Averfalk H., Sven W., 2020. Economic benefits of fourth generation district heating. *Energy*, 193(C), 1-11.

Blanchard G., 2017. Quelle traduction des stratégies territoriales de transition énergétiques dans les choix opérationnels des projets d'aménagement ? L'exemple de Bordeaux Saint-Jean Belcier. *Développement durable & territoires* 8(2), 1-19.



Bonneveux É., Gautier A., 2019. Diffusion d'un label RSE au sein d'un cluster de PME : une analyse réticulaire fondée sur l'ANT. *Revue internationale P.M.E.*, 32(2), 27–55.

Buffa S., Cozzini M., D'Antoni M., Baratieri M., Fedrizzi R., 2019. 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 104, 504-522,

Bush R.E., Bale. C.S.E, Taylor P.G., 2016. Realising local government visions for developing district heating: Experiences from a learning country. *Energy Policy* 98, 84–96.

Callon M., 1986. *Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques dans la Baie de Saint-Brieuc*, L'année sociologique, n°36, 169-208.

Callon M., Latour B., 1991. *La science telle qu'elle se fait: Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. La Découverte, Paris.

Cerema, 2016. *Acteurs des RC* – Fiche découverte, décembre, 2p.

Charlot-Valdieu C., Debizet G., da Cunha A., Outrequin, P., 2013. *Mutation écologique et transition énergétique. Vers la ville intelligente ?* Les Cahiers du développement urbain durable, Observatoire universitaire de la Ville et du Développement durable, 13-25.

Colombert M., Diab Y., 2017. Évolution du rôle des acteurs des RC dans la conception urbaine. *Géographie, économie, société* 20, 197 – 220.

Denolle A.S., 2016. Commentaire de la Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. *Revue juridique de l'environnement* 41, 99-104.

Drevet B., 2011. Construire un outil de contrôle au sein des organisations publiques : une opportunité au développement d'un nouveau mode d'action. *Management international*, 15 (4), 11-24.

Drevet B., Rocher S., 2010. « Lost in translation », étude de la construction d'un outil de gestion dans une région française. *Comptabilité Contrôle Audit*, 16, 83-100.

EC, 2016. *Efficient District heating and Cooling Systems in the EU, Case studies analysis, replicable key success factors and potential policy implications*. European Commission, JRC.

Glaser B., Strauss A., 1967. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Mill Valley, CA: Sociology Press.

Guechtouli M., Piré-Lechalard P., Miranda S., 2020. Innovation ouverte et smart tourism: quand les acteurs d'un territoire s'unissent pour un tourisme intelligent et durable. *Gestion 2000*, 37, 43-68.

Lamine W., Fayolle A., Chebbi H., 2014. Quel apport de la théorie de l'acteur-réseau pour appréhender la dynamique de construction du réseau entrepreneurial ? *Management international*, 19(1), 158–176.

Latour B., 1987. *Science in Action - How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Harvard University Press, New York.

Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen S., Thorsen J.E., Hvelplund F., 2014. 2014. 4<sup>th</sup> Generation District Heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. *Energy* 68, 1-11.

Perray-Redslob L., Malaurent J., 2015. Traduction d'un outil de contrôle de gestion dans le secteur public: Le cas du BSC dans l'Armée de Terre Française. *Revue Française de Gestion*, 41 (250): 49-64.

Pesqueux Y., 2017. Point de vue : des registres de l'innovation en sciences des organisations aujourd'hui. *Gestion 2000*, 34, 123-143.

Pinget A., Bocquet R., Mothe C., 2015. Barriers to Environmental Innovation in SMEs: Empirical Evidence from French Firms, *M@n@gement*18(2), 132-155.

Rocher L., 2013. Le chauffage urbain dans la transition énergétique : des reconfigurations entre flux et réseau. *Flux 92*, 23-35.

Rogers E., 1995. *Diffusion of innovation*, Free Press, New York, 4th edition.

Roudil N., 2017. Villes, territoires et énergies : enjeux et défis actuels. *Géographie, économie, société* 20, 157-171.

SNCU, 2020. *Les réseaux de chaleur et de froid – Résultats de l'enquête annuelle*, FEDENE, 68p.

Star S.L., Griesemer, J.R., 1989. Institutional Ecology, « Translations » and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.

Thorsteinsson H.H., Tester J.W., 2010. Barriers and enablers to geothermal district heating system development in the United States. *Energy Policy* 38, 803-813.

Zach F., Erker S., Stoeglehner G., 2019. Factors influencing the environmental and economic feasibility of district heating systems – a perspective from integrated spatial and energy planning. *Energy, Sustainability and Society* 9(25), 1-20.

## Annexe 1: code book

### Interview Identification

#### Name

#### Organism

#### Actor type

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> State                  | <input type="checkbox"/> National Associations | <input type="checkbox"/> National Associations promoting district heating | <input type="checkbox"/> Local collectivities   |
| <input type="checkbox"/> Energy unions          | <input type="checkbox"/> Urban Developers      | <input type="checkbox"/> Technical and Legal consultants                  | <input type="checkbox"/> Energy Engineers       |
| <input type="checkbox"/> Heat Network Operators | <input type="checkbox"/> Heat Pump Suppliers   | <input type="checkbox"/> Elected people                                   | <input type="checkbox"/> Real Estate Developers |
| <input type="checkbox"/> Subscribers            | <input type="checkbox"/> Users                 |   |   |

#### Verbatim

### INNOVATION

#### Processus d'intégration d'une innovation dans les RC

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Veille technologique / Retour d'expérience                  | <input type="checkbox"/> Intégration à une solution financière et technique                  |
| <input type="checkbox"/> Transmission / partage d'expérience                         | <input type="checkbox"/> Intégrations des PP (BE/AMO)  |
| <input type="checkbox"/> Test à petite échelle avec une autre technologie en secours | <input type="checkbox"/> Développement à plus grande échelle                                 |
| <input type="checkbox"/> Partenariat avec des universités / écoles : recherches      | <input type="checkbox"/> Initiation du projet / Proposition dans le cahier des charges / DCE |
| <input type="checkbox"/> Acteurs initiateurs   | <input type="checkbox"/> Acteurs à convaincre  |

#### Freins à l'intégration d'Innovations dans les RC

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Coûts investissements                                  | <input type="checkbox"/> Coût utilisateur final/facture énergétique                           | <input type="checkbox"/> Difficulté utilisation  |
| <input type="checkbox"/> Manque de connaissance /Rex                            | <input type="checkbox"/> Raisons administratives / Réglementation / Obtention d'autorisations | <input type="checkbox"/> Structure du site   |
| <input type="checkbox"/> Manque d'engagement dans la durée                      | <input type="checkbox"/> Equilibre technico-economique / TRI                                  | <input type="checkbox"/> Fonctions de l'innovation ne répondent pas à un besoin concret (ex : ne valorise pas toutes les énergies) |
| <input type="checkbox"/> Manque de volonté politique                            | <input type="checkbox"/> Coût faibles des autres énergies fossiles                            | <input type="checkbox"/> Cloisonnement des problématiques  |
| <input type="checkbox"/> Taille du projet                                       | <input type="checkbox"/> Coûts des études ( BE, énergéticiens...)                             | <input type="checkbox"/> Assurances au cas ou l'innovation ne marche pas   |
| <input type="checkbox"/> Peur que ça ne marche pas                              | <input type="checkbox"/> Assurer la continuité de service                                     | <input type="checkbox"/> Durée de l'engagement   |
| <input type="checkbox"/> Cadre juridique / Contractualisation                   | <input type="checkbox"/> Multiplicité des acteurs l'opérateur du secondaire                   | <input type="checkbox"/> Localisation du projet  |
| <input type="checkbox"/> Critères techniques                                    | <input type="checkbox"/> Acceptabilité sociale  | <input type="checkbox"/> Acceptabilité politique   |
| <input type="checkbox"/> Trouver des partenaires financiers / des investisseurs | <input type="checkbox"/> Peur / méfiance de la nouveauté                                      | <input type="checkbox"/> Recherche de low tech   |
| <input type="checkbox"/> Respect des délais de livraison                        |   |  |

#### Leviers à l'intégration d'une innovation

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Pédagogie  | <input type="checkbox"/> Aides financières              | <input type="checkbox"/> Réputation du concepteur / Opérateur |
| <input type="checkbox"/> Unicité de l'interlocuteur de la conception à l'exploitation | <input type="checkbox"/> Lobbying                       | <input type="checkbox"/> Juridiques                           |
| <input type="checkbox"/> Trouver des ressources compétentes                           | <input type="checkbox"/> Volonté politique              | <input type="checkbox"/> Solution bis                         |
| <input type="checkbox"/> Etudes supplémentaires                                       | <input type="checkbox"/> Coût des investissements       | <input type="checkbox"/> Négociation                          |
| <input type="checkbox"/> Retours d'expériences Visites sur sites                      | <input type="checkbox"/> Légitimité d'un acteur         | <input type="checkbox"/> Contrainte                           |
| <input type="checkbox"/> Rayonnement du projet  | <input type="checkbox"/> Ecologiques                    | <input type="checkbox"/> Citoyens                             |
| <input type="checkbox"/> Coût d'exploitation  | <input type="checkbox"/> Se démarquer de la concurrence | <input type="checkbox"/> Gagner en efficacité                 |
| <input type="checkbox"/> Pertinence technique   | <input type="checkbox"/> Pertinence économique          | <input type="checkbox"/> Montage financier                    |
| <input type="checkbox"/> Le temps   | <input type="checkbox"/> Portage privé                  | <input type="checkbox"/> Facile à exploiter                   |
| <input type="checkbox"/> Garantie la continuité de service                            |   |   |