



HAL
open science

De la source à la ressource : Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes

Antoine Fontaine

► To cite this version:

Antoine Fontaine. De la source à la ressource : Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes. Géographie. Université Grenoble Alpes, 2018. Français. NNT : 2018GREAH006 . tel-01899083

HAL Id: tel-01899083

<https://theses.hal.science/tel-01899083>

Submitted on 19 Oct 2018

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.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE LA COMMUNAUTE UNIVERSITE GRENOBLE ALPES

Spécialité : **Géographie et Aménagement du Territoire**

Arrêté ministériel : 25 mai 2016

Présentée par

Antoine FONTAINE

Thèse dirigée par **Olivier LABUSSIÈRE, Alain NADAÏ et Olivier SOUBEYRAN.**

préparée au sein des **Laboratoires PACTE (UMR 5194) et CIRED (UMR 8568)** dans **l'École Doctorale Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire**

De la source à la ressource.

Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes

Thèse soutenue publiquement le **18 mai 2018**,
devant le jury composé de :

Mme, Cyria, EMELIANOFF

Professeure des universités, Université du Maine, Rapporteure

Mme, Marina, FROLOVA

Profesora Titular de Universidad, Universidad de Granada, Rapporteure

M., Olivier, LABUSSIÈRE

Chargé de recherche, CNRS, Encadrant

Mme, Corinne, LARRUE

Professeure des universités, Université Paris-Est Créteil, Présidente

M., Alain, NADAÏ

Directeur de recherche, CNRS, Directeur

M., François-Mathieu, POUPEAU

Chargé de recherche, CNRS, Examineur

M., Olivier, SOUBEYRAN

Professeur des universités, Université Grenoble-Alpes, Directeur



Financement de la recherche

Cette thèse a été financée par une allocation de recherche de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et de la région Rhône-Alpes entre 2013 et 2016. Elle a été réalisée au sein des laboratoires PACTE (UMR 5194) à Grenoble et CIREN (UMR 8568) à Nogent-sur-Marne.

La recherche a bénéficié d'un financement complémentaire sous la forme d'un contrat d'ATER à temps plein sur l'année universitaire 2016-2017 réalisé au sein de l'Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine de l'Université Grenoble-Alpes.

Enfin, la recherche a bénéficié de la prise en charge de frais de terrains dans le cadre d'un programme de recherche de l'Agence Nationale de la Recherche (Programme sociétés innovantes, convention 2011-SOIN-003-01, projet Colléner) pendant la période 2013-2016.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier les membres du jury de soutenance Cyria Emelianoff, Marina Frolova, Corinne Larrue et François-Mathieu Poupeau d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements s'adressent ensuite aux nombreuses personnes qui ont rendu la réalisation de ce travail de recherche et la rédaction de cette thèse possible.

À Olivier Labussière qui a fait bien plus que « encadrer » cette thèse. Merci pour ton accompagnement dès la rédaction de mon mémoire de Master en 2012, pour ton important soutien dans la recherche d'un financement pour la thèse et d'un poste d'ATER par la suite, pour les lectures passionnantes vers lesquelles tu m'as régulièrement orienté, pour tes relectures nombreuses et tes conseils précieux.

À Alain Nadaï pour ton soutien depuis le début de cette thèse, ta rigueur d'analyse et les questions que tu as régulièrement soulevé au fil de tes nombreuses relectures.

À Olivier Soubeyran pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour le temps que tu m'as accordé.

À l'ensemble des collègues du programme ANR Colléner auprès de qui et grâce à qui j'ai pu avancer dans mes réflexions et tout particulièrement Vincent Banos, Béatrice Cointe et Éric Verdeil.

Aux chercheurs du laboratoire PACTE et notamment Pascale Trompette pour sa participation à plusieurs comités de suivi de thèse et Gilles Debizet pour nos discussions lors des séminaires locaux.

Aux très nombreuses personnes qui m'ont accordées du temps et une bienveillante attention lors de mon enquête sur la question du développement des coopératives énergétiques solaires en Rhône-Alpes que je ne me risque pas à tous mentionner.

À Dominique Jacques, nos échanges réguliers et ton carnet de contact m'ont ouvert les portes d'un terrain rhônalpin d'une grande richesse que je n'aurais sans cela pas eu l'occasion d'aborder de manière si importante.

À Noémie Poize, pour ta disponibilité et pour la manière dont tu as pu faciliter mon suivi de l'évolution des projets centrales villageoises et ma veille sur les politiques publiques du photovoltaïque.

Aux personnels des archives de l'ex région Rhône-Alpes et de l'association Rhônalpénergie-Environnement pour leur accueil lors de mes séjours chez eux.

À l'ensemble des collègues auprès de qui j'ai appris, en plus d'être chercheur, à être enseignant, mais plus spécifiquement,

À Sébastien Leroux, ta disponibilité, ta bonne humeur et ta réflexivité sont et resteront des exemples de ce vers quoi je dois tendre en tant qu'enseignant.

À l'ensemble des doctorants, anciens doctorants, jeunes chercheurs et collègues qui ont fait et font du laboratoire PACTE un lieu très agréable pour supporter le 'traumatisme' de la thèse : Catalina, Nathalie, Alexis, Patricia, Véronique, Julius, Vanessa, Romain, Sylvestre, Audrey, Edith, Sami Ramzi, Lucas, Marjo, Pierre-Olivier, Coralie, Pierre, Sarah, Marie, Djamel, Caro, Khaled et Kader et tous ceux que j'oublie honteusement.

À l'équipe du 1319 « canal historique » sans qui tout cela aurait été possible mais sacrément moins drôle : Thomas, Yoann, Solenn, Marc et Marion.

Enfin, à mes amis et à ma famille pour leur soutien et à la *recordwoman* toutes catégories confondues des heures passées à m'écouter parler de ma thèse.

Note aux lecteurs

Le présent travail de recherche porte spécifiquement sur l'émergence et le développement de projets énergétiques avant la mise en application de la réforme des régions de 2015. A ce titre, nous faisons référence dans le cadre de cette thèse à la région Rhône-Alpes et aux associations régionales avant la fusion avec l'Auvergne.

Sommaire

| | |
|---|-----|
| Introduction générale | 9 |
| | |
| Partie 1 : Le processus de construction de la ressource énergétique solaire : propositions pour une analyse relationnelle | 31 |
| Chapitre 1 : Passer du rayonnement solaire à la ressource énergétique : un processus matériel problématique..... | 34 |
| Chapitre 2 : La construction politique de la ressource solaire : cadres théoriques pour une analyse relationnelle | 70 |
| | |
| Partie 2 : Politiques de la ressource solaire : une enquête sur l'émergence de « milieux associés » | 123 |
| Chapitre 3 : Expériences énergétiques pionnières en Rhône-Alpes (1970-2000) : enquête sur l'émergence d'un « espace d'hésitation » | 127 |
| Chapitre 4 : Politique du photovoltaïque : propositions et controverses relationnelles autour de la construction de la ressource (2000-2016)..... | 189 |
| | |
| Partie 3 : Les coopératives « centrales villageoises photovoltaïques » : analyse d'une trajectoire émergente d'individuation de la ressource | 226 |
| Chapitre 5 : Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leysse (2010 – 2015)..... | 232 |
| Chapitre 6 : Le cas de la centrale villageoise de la Région de Condrieu (2010 - 2014)..... | 252 |
| Chapitre 7 : Trajectoires d'individuation de la ressource et construction d'une transition énergétique soutenable..... | 280 |
| | |
| Conclusion générale | 306 |
| | |
| Bibliographie | 316 |
| Annexes..... | 335 |

Introduction générale

Une transition énergétique soutenable ?

Le projet Désertec proposait en 2009 de « *chauffer l'Europe avec le soleil des déserts africains* » et ainsi d'accélérer la transition des ressources énergétiques fossiles vers les sources d'énergies renouvelables¹. Ce projet émergeait de l'idée que l'énergie du rayonnement solaire reçue par un carré de 110 km² dans les déserts au sud du pourtour méditerranéen suffirait à répondre à la demande en énergie électrique de l'Europe. Un carré de 254 km² suffirait lui à répondre à la demande mondiale (May 2005, p.12). Pour cela, le consortium d'entreprises européennes qui portait le projet entendait installer des centrales solaires gigantesques dans les déserts africains. L'électricité produite dans ces déserts devait ensuite être acheminée en Europe par le biais de lignes électriques sous la Méditerranée et injectée dans le réseau électrique interconnecté européen. Ce projet jugé techniquement et économiquement réaliste par les spécialistes de l'énergie solaire² soulevait toutefois une question d'ordre éthique : l'électricité produite dans ces déserts ne devait pas être consommée localement alors que de nombreuses régions du sud de la Méditerranée subissaient encore régulièrement des coupures d'électricité.

L'entreprise allemande E.ON (devenue Uniper) a obtenu en 2012 une autorisation de l'Etat français pour mettre en place et exploiter la plus grande centrale biomasse de France. Situé dans un ancien bassin houiller, à Gardanne, entre Aix-en-Provence et Marseille, le projet portait sur la reconversion de l'une des dernières centrales thermiques à charbon françaises en centrale biomasse. Il était prévu que la nouvelle centrale thermique consomme plus de 850.000 tonnes de biomasse par an pour répondre à 6% de la demande électrique régionale à l'horizon 2024 et drastiquement baisser les émissions de carbone³. A ce titre, le projet de centrale biomasse de Gardanne est devenu un symbole national de la transition énergétique. Toutefois, plusieurs associations de défense de l'environnement s'opposent aujourd'hui au projet. Elles défendent que pour alimenter la nouvelle centrale en combustible, les espaces forestiers compris dans un rayon de 400km autour du site seraient systématiquement surexploités et à terme mis en danger. La ressource serait captée pour l'approvisionnement de la centrale et les microcentrales déjà existantes ou en projet dans la région risqueraient de ne plus pouvoir être approvisionnées⁴. De plus, l'offre locale de combustible ne serait pas suffisante et du bois

¹ "Et Si l'Europe Se Chauffait Avec Le Soleil Du Sahara." Le Monde, 13 Juillet, 2009.

² "Desertec, Un Projet Réaliste, Mais Qui a Un Coût Élevé." Le Monde, 13 Juillet, 2009.

³ "L'Etat Accorde Un Sursis Au plus Grand Projet de Biomasse En France, À Gardanne." Le Monde, 6 Septembre, 2017.

⁴ "Lettre Ouverte Sur La Centrale de Gardanne Du Collectif SOS Forêt Du Sud (2014)." Le Blog Médiapart de Gdalia Roulin, 17 Octobre, 2015.

supplémentaire devrait quoi qu'il en soit être importé de plusieurs régions du monde (Afrique, Amérique du Sud). L'impact écologique de la transition à Gardanne du charbon à la biomasse ne serait en cela pas aussi positif que ce qui était initialement attendu et le fonctionnement de la nouvelle centrale tendrait à remettre en cause certaines pratiques de gestion de la ressource et d'autres projets de valorisation énergétique du bois à l'échelle régionale.

* * *

La **transition énergétique** actuellement en cours de structuration est généralement abordée comme le passage d'un mix énergétique dominé par les énergies fossiles (*e.g.* charbon, pétrole, gaz naturel) à un mix dominé par des énergies renouvelables (*e.g.* rayonnement solaire, biomasse, vent). Cette transition se présente alors comme une opportunité pour construire un développement plus **soutenable**. Toutefois le processus de transition énergétique ne peut être réduit à un changement de composition des mix énergétiques. Les projets Désertec et Gardanne soulignent que le passage des ressources énergétiques fossiles aux sources d'énergies renouvelables soulève une somme d'enjeux écologiques, techniques, économiques, politiques et spatiaux entremêlés. Au fil de ces enjeux, le passage aux énergies renouvelables ne semble pas garantir *de facto* le passage à un modèle énergétique plus soutenable. **Cette idée constitue le problème initial de la thèse : la valorisation des sources d'énergies renouvelables au cours de la transition énergétique qui se construit chemin faisant n'est pas *a priori* soutenable.** Pour instruire ce problème, la thèse défendue par la suite porte sur la ressource et son processus de construction dans l'espace. Cette thèse est que **la soutenabilité des énergies renouvelables est une qualité relationnelle en jeu à travers la façon dont les sources d'énergies renouvelables sont appréhendées et construites en ressources énergétiques** (voir Figure 4, p.29). La mise à l'épreuve de cette thèse passe par une enquête sur le processus de construction du rayonnement solaire en ressource énergétique par le biais de la territorialisation de la technologie photovoltaïque. Dans ce cadre, le concept de ressource constitue le nœud problématique de la thèse. Nous proposons au fil de l'introduction de contextualiser la définition initiale que nous lui conférons : **la ressource désigne un ensemble de relations entre une source (*e.g.* ici le rayonnement solaire) et une perspective de valeur en tant que ces relations participent à un processus de construction de cette valeur.**

Energies renouvelables et soutenabilité : un problème géographique

Contexte académique de recherche

Au regard du problème initial formulé, plusieurs précisions méritent d'être apportées afin de contextualiser la proposition de thèse. Les premières précisions portent sur le contexte académique de la recherche et notamment sur deux notions ici essentielles : celle de transition énergétique et celle de développement soutenable.

L'actualité de la première notion, celle de transition énergétique, est de plus en plus dense dans les travaux académiques et dans le débat politique. La transition énergétique se voit à plusieurs titres conférer un caractère d'urgence. Cette urgence repose tout d'abord sur l'épuisement annoncé des énergies fossiles (Miller et al. 2009, Sorrell et al. 2012, Criqui 2013). Elle repose ensuite sur les conséquences climatiques liées aux modes actuels de production, de consommation, d'habitation et de circulation construits autour de ces énergies fossiles (Zecca et Chiari 2010, Höök et Tang 2013, Masson-Delmotte et al. 2013). La transition énergétique pourrait alors permettre de contraindre l'augmentation des températures à 2°C à l'horizon 2100 par rapport au début du siècle et ainsi maîtriser les conséquences du changement climatique (GIEC 2011). Pour cela, l'un des défis centraux semble être d'opérer une transition depuis des mix énergétiques dominés par les énergies fossiles vers des mix énergétiques dominés par les énergies dites renouvelables. Toutefois comme nous le soulignons à travers notre problème initial, l'adoption de nouvelles sources d'énergie ne constitue pas une solution miracle et leurs qualités recherchées doivent être construites. Outre ce défi central, la transition énergétique se présente comme une fenêtre pour agir plus généralement sur les pratiques de consommation et infléchir la croissance tendancielle de la demande d'énergie mondiale (Colombier 2013, p.297, Mathy et al. 2015). Enfin l'urgence de la transition énergétique repose sur les déséquilibres actuels relatifs à l'accès à l'énergie (AIE 2017). A l'échelle de la planète, 1,4 milliards de personnes restent sans accès à l'électricité et 2,7 milliards dépendent d'un usage traditionnel de la biomasse pour cuisiner (UNEP 2011, p.202). Autour de ces enjeux, la transition énergétique est plus largement appréhendée à travers un tryptique d'action sur la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables (Lovins 1977, Negawatt 2011).

La notion de transition énergétique ne désigne toutefois pas qu'un processus contemporain. Les derniers siècles ont été témoins de plusieurs transitions énergétiques avec les passages progressifs de la biomasse au charbon puis du charbon au pétrole comme principales sources d'énergie (Gras 2007, Debeir et Deléage 2013). Ces précédentes transitions sont intervenues à des époques et à des rythmes variés dans différentes régions du monde (Smil 2010), y compris au sein de régions présentant pourtant

des caractéristiques économiques homogènes (Smil 2017). Loin de se présenter comme des processus globaux et uniformisés, ces transitions énergétiques émergent de nombreux enjeux techniques, politiques et écologiques qui interrogent le rôle des territoires et la gestion décentralisée de l'énergie. Il en est de même aujourd'hui. Si le terme de transition énergétique renvoie à une injonction globale, le processus renvoie à une multitude de processus de mutation ancrés dans des contextes spatiaux. La transition énergétique se présente en cela comme une opportunité de recomposition économique, politique, écologique et spatiale.

C'est pourquoi, la seconde notion qui retient notre attention est celle de **développement soutenable**. Le sens le plus général conféré à la notion découle de sa définition la plus régulièrement citée au sein du rapport Brundtland. Le développement soutenable « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (Brundtland *et al.* 1987). De prime abord, une telle définition constitue pour les acteurs supposés le mettre en place un « principe normatif sans norme » (Theys 2001, p.273). Placée au cœur de l'agenda politique et de nombreux travaux académiques, la notion s'est vue depuis le rapport Brundtland conférer différentes charges problématiques et normatives. Le destin de la notion de son utilisation en langue anglaise dans le rapport Brundtland à sa traduction en langue française témoigne en partie de cette construction. La notion de '*sustainable development*' est devenue à la fois le 'développement durable' et le 'développement soutenable'. Ce qui n'est pour certains auteurs qu'un problème de traduction marque chez d'autres une distinction sémantique (Vivien 2005, p.3). Dans les usages le terme de 'développement durable' tend à mettre davantage l'accent sur le nécessaire équilibre entre le développement des sociétés humaines et leur environnement dans le temps long (*Ibid.*, p.4). Le terme de 'développement soutenable' est utilisé pour prendre également en compte les enjeux d'équilibres dans la répartition des richesses (*Ibid.*, p.4). A ce titre, le terme de 'développement soutenable' tel qu'il est utilisé s'inscrit plus directement dans le prolongement de la définition inaugurale autour de trois piliers : économique, écologique et social. Pour cela, nous privilégierons ici cette formulation.

L'idée du développement soutenable a reçu beaucoup d'attention depuis le rapport Brundtland et fait aujourd'hui parti de ces notions boîtes-noires qui renvoient à des réalités pourtant différentes. Les visions politiques du développement soutenable sont multiples (Portney 2015, p.195) et les formes de « soutenabilités » semblent ne pas toutes se valoir (Agyeman *et al.* 2003). Agyeman défend qu'il existerait plusieurs approches paradigmatiques de la soutenabilité qui seraient opposées en ce qu'elles accentueraient différemment l'importance des trois piliers du développement soutenable (économique, écologique, social) (Agyeman 2007). Face à cette diversité de visions de la soutenabilité, le processus de construction d'un futur souhaitable semble lié à une nécessaire ouverture démocratique (Rumpala 2008, Barbier *et Larrue* 2011). Cette ouverture doit permettre de mettre en discussion les enjeux d'une gouvernance environnementale (Bulkeley 2005, Bourg *et Whiteside* 2010, Bulkeley *et*

Newell 2010, Emelianoff 2013) afin de questionner les enjeux de justice environnementale et *in fine* de justice sociale dans un contexte de changement climatique (Paterson 2001, Stanley 2009, Bickerstaff et al. 2013). Cette ouverture démocratique doit également permettre de mettre en discussion les contradictions du système économique dominant face aux idéaux du développement soutenable (Buclet 2011, Pestre 2011).

Dimensions géographiques de la recherche

Dans ce contexte, les sciences humaines et sociales ont souligné l'intérêt d'appréhender **la transition énergétique et le développement soutenable comme des processus qui se construisent chemin faisant** et dont le résultat n'est pas connu à l'avance. Bien que la dimension spatiale de ces processus reste encore sous-explorée (Bridge et al. 2013), les SHS ont mis en avant plusieurs approches géographiques pour appréhender leur construction (voir Tableau 1, p.16). Dans la perspective de positionner par la suite notre analyse par la ressource de la relation problématique entre « énergies renouvelables » et « soutenabilité », nous proposons dans un premier temps de présenter ces approches.

La première de ces approches souligne que la construction chemin faisant de la transition énergétique et du développement soutenable est en jeu à travers les **dynamiques territoriales** (Laganier et al. 2002, Chanard 2011, Larrue 2013, Bombenger et Larrue 2014) aussi bien urbaines (Theys et Emelianoff 2001, Emelianoff 2007, Coutard et Rutherford 2010, Jaglin et Verdeil 2013, Bulkeley et Castan Broto 2015) que rurales (Pierre 2013, Nadaï et al. 2015, Pierre et Madeline 2015). Dans cette approche, les travaux existants s'intéressent à l'évolution du rôle des acteurs territoriaux (Bertrand et Rocher 2013, Durand et Landel 2015, Gabillet 2015), à l'émergence de nouvelles structures d'action et de nouveaux dispositifs politiques territorialisés (Poupeau 2008, 2013) ainsi qu'à celles de nouveaux acteurs et pratiques collectives (Seyfang et Smith 2006, Walker et Devine-Wright 2008). L'approche territoriale anime également des travaux sur le déploiement spatial de nouvelles filières technologiques (Labussière et Nadaï 2011, Burger 2014, Duruisseau 2017), sur la réorganisation des réseaux techniques et du territoire à l'aune des problématiques énergétiques et environnementales (Rocher 2013, Debizet et al. 2016) et sur la construction de nouvelles ressources énergétiques (Avocat et al. 2011, Tabourdeau 2014, Banos et Dehez 2017, Nadaï et Labussière 2017).

Le processus de transition énergétique ne constitue pas pour autant une forme de « revanche des territoires » (Labussière 2013). La construction de la transition énergétique et du développement durable est également appréhendée à l'aune d'une **approche pluriscale** (Essletzbichler 2012)¹. Cette

¹ Au regard de l'ampleur des différentes acceptions du concept d'échelle au sein des sciences humaines voire de la géographie (Verdier 2004), il convient ici de préciser celle que nous retenons. L'échelle est au cours de ce travail entendu comme une

construction ne semble alors pas pouvoir être réduite à des dynamiques *'top-down'* ou *'bottom-up'*. Elle se révèle davantage s'organiser autour de la constitution d'assemblages scalaires (Labussière et Nadaï 2015, p.133). L'approche pluriscalaire enrichit l'analyse de ces processus en proposant de les saisir à la fois dans leur horizontalité et leur verticalité (Faure 2007). La construction des politiques publiques du développement soutenable et de la transition énergétique devrait être symétriquement lue à plusieurs échelles – par exemple à la fois à l'échelle nationale (Larrue 2000) et dans sa mise à l'épreuve à l'échelle locale (Faure et Négrier 2007) – pour saisir les circulations échanges qui se jouent entre ces échelles. Les cadres normatifs et les instruments mis en place par ces politiques (Lascoumes et Le Galès 2005, Halpern et al. 2014) apparaîtraient à travers ce regard constamment négociés et débordés. Enfin, la question géographique des échelles du changement est également mise au travail dans l'analyse des trajectoires de déploiement d'innovations sociotechniques (Lawhon et Murphy 2012, Truffer et Coenen 2012, Hansen et Coenen 2015). Ces travaux soulignent que la transition énergétique est un processus pluriscalaire et que les échelles de ce processus ne sont pas préconstituées (Labussière et Nadaï 2018). Enfin, une troisième approche propose d'appréhender la construction chemin faisant de la transition énergétique et du développement soutenable à travers la **matérialité des processus**. Dans le prolongement des travaux issus du *'material turn'* (Marres 2012, Rydin 2014, Mukerji 2015), plusieurs travaux soulignent que les configurations socio-matérielles (*e.g.* les réseaux techniques, le paysage) jouent un rôle central dans l'évolution des relations de pouvoir dans un contexte de transition (Barry 2013, Gailing et Moss 2016). Par exemple, l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie (Nadaï et van der Horst 2010, Prados Velasco et al. 2014, Nadaï et Labussière 2017) et du développement soutenable matérialise non seulement l'évolution de pratiques d'aménagement (Labussière 2007, Frolova et al. 2015) mais également plus largement celle de principes et de pratiques politiques (Mitchell 2003, Fortin et al. 2010, Olwig et Mitchell 2007). La mise en évidence de l'importance de la matérialité est ainsi à l'origine de l'émergence d'une *'nouvelle géographie des ressources'* soulignant le devenir incertain des ressources et le caractère politique de leur processus de construction (Castree 2003, Bridge 2009, 2010, Peluso 2012).

Les différents travaux introduits au cours de cet état de l'art tendent tous individuellement à interroger ce que serait une transition énergétique soutenable. Pris collectivement, ils donnent à voir cette co-construction à la lumière de logiques et d'objets distincts (les politiques publiques, les acteurs, la

focale analytique spécifique à travers laquelle une problématique s'articule à un ensemble de phénomènes. Changer d'échelle entraîne nécessairement un changement de conceptualisation dans la mesure où de nouveaux phénomènes apparaissent être articulés à la problématique (Lacoste 1976). L'approche pluriscalaire doit ainsi réussir à saisir un problème à travers les phénomènes qui s'articulent à lui selon différentes focales géographiques. A ce titre, la pertinence des échelles émerge du problème lui-même au contraire de l'analyse par niveaux, qui présuppose l'existence de catégories pertinentes qui feraient d'emblée sens pour saisir des problèmes (le local, le national, le transnational). En cela nous distinguons ici « pluriscalaire » de « pluri-niveaux ».

technique, les ressources) mais néanmoins interdépendants. Dans cette perspective, l'appréhension de ces travaux invite à systématiser le recours à ces trois approches (*i.e.* territoriale, pluriscale, matérialité), comme certains de ces travaux le font déjà, pour analyser la co-construction de la transition énergétique et du développement soutenable. Notre proposition de systématisation passe par la question de la ressource. Elle s'appuie sur l'hypothèse que la construction de la ressource, et par extension de sa soutenabilité, serait en jeu à la fois à travers des dynamiques scalaires (*e.g.* la construction et la circulation de politiques publiques, de cadres normatifs et d'innovations sociotechniques), des dynamiques territoriales (*e.g.* la territorialisation de filières technologiques et de politiques publiques, l'organisation autour de cela de nouvelles modalités d'action et de nouveaux acteurs) et des dynamiques matérielles (*e.g.* l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie, l'émergence de nouveaux collectifs sociotechniques).

| | Approches territoriales | Approches pluriscales | Approches par la matérialité |
|--|--|---|--|
| politiques publiques et action collective | <p>rôle et actions des acteurs territoriaux (<i>Bertrand et Rocher 2013, Gabillet 2015, Durand et Landel 2015</i>)</p> <p>déploiement de nouveaux dispositifs politiques territorialisés et émergence de nouvelles structures d'action (<i>Poupeau 2008, Poupeau 2013</i>)</p> <p>rôle et émergence des communautés soutenables (<i>Seyfang et Smith 2006, Walker et Devine-Wright 2010</i>)</p> | <p>émergence et circulation de politiques publiques et de cadres normatifs à travers des assemblages scalaires (<i>Essletzbichler 2012, Labussière et Nadaï 2015</i>)</p> | <p>Politiques de l'énergie et construction sociotechnique de relations de pouvoir (<i>Barry 2013, Gailing et Moss 2016</i>)</p> <p>matérialisation des pratiques de pouvoir et évolution des paysages (<i>Mitchell 2003, Labussière 2007, Olwig et Mitchell 2007, Fortin et al. 2010, Frolova et al. 2015</i>)</p> |
| technologies, réseaux et nouvelles ressources | <p>enjeux et logiques de territorialisation de nouvelles filières technologiques (<i>Labussière et Nadaï 2011, Burger 2014, Duruisseau 2017</i>)</p> <p>logiques de superposition de réseaux techniques et de territoires (<i>Rocher 2013, Debizet et al. 2016</i>)</p> <p>construction et appréhension territorialisée de nouvelles ressources (<i>Chauvin et al. 2011, Tabourdeau 2014, Banos et Dehez 2017, Nadaï et Labussière 2017</i>)</p> | <p>trajectoires d'innovations technologiques et sociotechniques (<i>Lawhon et Murphy 2012, Truffer et Coenen 2012, Hansen et Coenen 2015</i>)</p> | <p>approches sociotechniques et nouvelle géographie des ressources (<i>Castree 2003, Bridge 2009, 2010, Peluso 2012</i>)</p> |

Tableau 1: Synthèse de l'état de l'art relatif aux approches géographiques de la construction de la transition énergétique et du développement soutenable

Du rayonnement solaire à la ressource énergétique

Comme nous le soulignons jusqu'ici, les travaux sur la construction de la transition énergétique et celle du développement soutenable sont nombreux au sein des SHS, et notamment en géographie et en aménagement du territoire. Or, parmi ces travaux, peu se sont intéressés au rayonnement solaire et à sa construction en ressource énergétique.

La nature même du rayonnement solaire pourrait être en partie à l'origine de ce manque d'intérêt. Contrairement à d'autres sources d'énergie concentrées en quelques points de l'espace (e.g. la nappe de pétrole, la veine de charbon, le lit du cours d'eau), le rayonnement solaire est présent en tout point de l'espace. De prime abord sa valorisation énergétique serait une question technique et ne soulèverait pas de problème spatial. Au mieux, ce problème spatial renverrait à une géographie de l'intensité solaire : la valorisation énergétique du rayonnement solaire serait plus intéressante dans les régions où son intensité est la plus élevée.

Toutefois, plusieurs travaux de recherche récents relatifs au développement en France de la filière énergétique photovoltaïque proposent d'instruire la valorisation du rayonnement solaire comme un problème spatial. Dans son analyse du processus de territorialisation de la filière photovoltaïque en France, Kévin Duruisseau souligne que le développement du photovoltaïque en France se révèle autant marqué par la géographie de l'intensité solaire (l'intensité du rayonnement solaire, le nombre d'heure d'ensoleillement) que par celle du réseau électrique (ses ramifications, la puissance des lignes électriques) (Duruissseau 2017, p.464)¹. Or, l'organisation spatiale de ce réseau électrique, héritée de plusieurs décennies de politiques d'électrification, ne suit pas forcément la géographie de l'intensité solaire. L'analyse de la valorisation énergétique du rayonnement solaire constitue ainsi un problème spatial en ce qu'il renverrait tout d'abord à la **prise en compte du rôle de certaines matérialités** dans les territoires. Parmi les conclusions du même travail de recherche, Duruisseau souligne ensuite que le rythme de croissance des capacités photovoltaïques installées dans les territoires est corrélé à l'évolution dans le temps des politiques publiques à la fois nationales et européennes. Cependant, les territoires ne seraient pas pour autant des réceptacles passifs des effets de ces politiques, ils développeraient des stratégies de régulation afin d'ajuster le développement du photovoltaïque à d'autres enjeux et d'autres politiques (*Ibid.*, p.469). La valorisation énergétique du rayonnement solaire renverrait alors également à l'analyse d'un **processus pluriscale** de circulation et de mise en négociation de politiques publiques. Enfin, dans une recherche sur le périmètre de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Vincent Baggioni a étudié les problématiques du déploiement local de politiques

¹« La recherche a montré que la géographie du réseau électrique constitue le facteur principal de localisation des unités photovoltaïques au sol en France métropolitaine » (*Ibid.*, p.464).

nationales de l'énergie solaire et les modalités territoriales d'organisation des acteurs (e.g. élus, habitants, entrepreneurs) face à ces politiques. Il souligne notamment que les schémas collectifs d'organisation des acteurs ont permis de faire du réaménagement des territoires à l'épreuve du développement photovoltaïque des processus très peu conflictuel par rapport à d'autres grands projets d'aménagement (Baggioni 2017). En cela il souligne que le processus de valorisation énergétique du rayonnement solaire constitue également un problème géographique en ce qu'il renvoie à des **processus territoriaux**.

Dans le prolongement de ces travaux récents, nous proposons d'appréhender la construction de la ressource énergétique solaire comme un problème géographique qui nous permettrait de questionner la relation problématique entre « énergie renouvelable » et « soutenabilité ». Ce questionnement s'inscrit plus particulièrement dans une recherche sur le développement en France de la filière photovoltaïque. Dans ce cadre plusieurs précisions doivent être apportés pour continuer de contextualiser la recherche. Ces points sont relatifs à l'émergence des politiques publiques du photovoltaïque, à la façon dont elles proposent de cadrer la construction de la ressource et enfin aux problèmes que ces politiques suscitent.

Territorialisation de la politique du photovoltaïque en France : une soutenabilité en question

Politiques publiques du photovoltaïque en France

Les premières applications commerciales pour les panneaux photovoltaïques apparaissent aux Etats-Unis au cours des années 1950. Celles-ci sont dans un premier temps cantonnées au secteur de l'aérospatial à cause de leurs coûts élevés (Perlin 2002)¹. Toutefois, sous l'effet de politiques de recherche et de développement technologique notamment européenne et française, un premier marché se structure autour de la filière photovoltaïque au cours des années 1970 pour produire de l'électricité sur Terre (Pehlivanian 2014). Grâce à ces politiques, les rendements énergétiques des cellules photovoltaïques augmentent progressivement en même temps que le prix des modules baisse (voir Figure 1, p.19) ce qui permet de développer de nouvelles applications. Au fil des avancées technologiques, différentes filières industrielles du photovoltaïque émergent (e.g. les filières silicium ou couches minces pour le photovoltaïque).

¹ Les premières cellules photovoltaïques, très coûteuses, ne trouvent initialement pas de marché. Toutefois, les ingénieurs de l'aérospatiale américaine voient en cette nouvelle technologie une solution de secours peu coûteuse en cas de panne des satellites que les USA commencent à mettre en orbite pendant les années 1950. Cette technologie se révèle très fiable et devient rapidement une solution prioritaire pour alimenter les satellites en énergie électrique (Perlin 2002, pp.41-46).

Au cours des années 1980 et 1990, la construction du rayonnement solaire en ressource énergétique se retrouve au cœur de nombreuses politiques publiques de l'énergie en France et en Europe. Ces politiques portent notamment sur la mise en place d'opérations de démonstration afin d'accompagner l'émergence des filières industrielles. Il s'agit à travers ces opérations de montrer que les technologies photovoltaïques fonctionnent dans une large quantité de conditions (ensoleillement, altitude, météorologie, température) et constituent une option de production d'électricité techniquement crédible. L'enjeu de ces opérations est également de mesurer le potentiel de ces technologies à susciter l'émergence d'un marché (*e.g.* leurs coûts, leurs rendements) ainsi que l'ensemble des freins qui pourrait la contraindre.

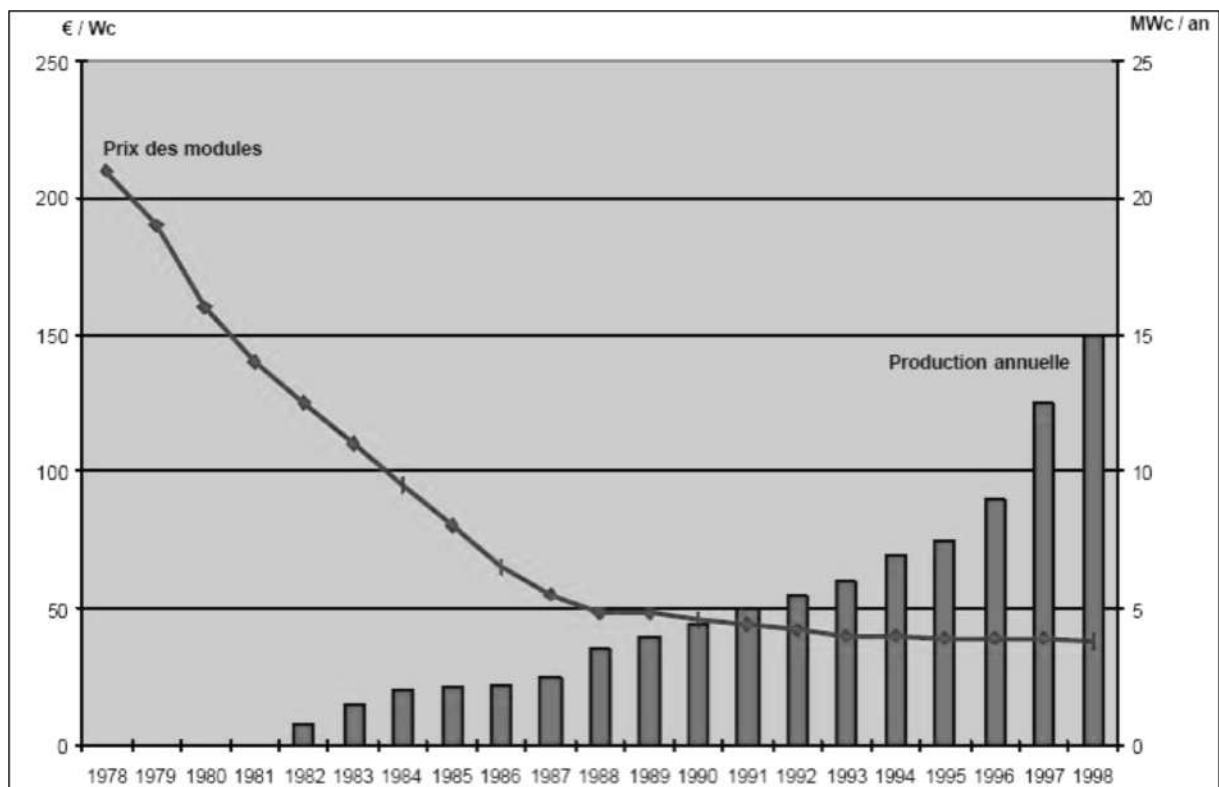


Figure 1: Co-évolution du prix des modules et de la production annuelle mondiale d'électricité photovoltaïque entre 1978 et 1998 (Source : apex-bpsolar.com)

C'est au cours de la décennie 1980, dans le cadre de programmes européens de démonstration mais également d'opérations associatives et militantes, que les premières opérations photovoltaïques voient le jour en France. Ces opérations initialement *off-grid* sont progressivement raccordées au réseau électrique à partir du début des années 1990. Elles portent des enseignements nombreux (technologiques, économiques, juridiques) et font alors du photovoltaïque une filière technologique prometteuse.

Au tournant des années 2000, dans le sillage des enseignements de deux décennies de projets expérimentaux et de la dérégulation des marchés européens de l'énergie, le gouvernement français met progressivement en place une politique d'ampleur de soutien au développement du photovoltaïque. Cette politique ambitionne de dépasser la première phase expérimentale, à l'issue de laquelle les capacités photovoltaïques installées restent modestes et la contribution du photovoltaïque au mix électrique national quantitativement négligeable. Toutefois au début des années 2000, les rendements énergétiques des technologies photovoltaïques sont bas et les panneaux photovoltaïques restent très coûteux à l'achat. L'électricité injectée sur le réseau électrique national est alors achetée par EDF à un montant bas indexé sur le prix de l'électricité. Il est dans ces conditions presque impossible de développer une opération photovoltaïque économiquement rentable et d'autant plus compliqué de susciter des investissements de la part des acteurs économiques français. Le développement de la filière se révèle conditionné par la mise en place de subventions spécifiques. Le gouvernement français met alors en place plusieurs instruments (*e.g.* obligations d'achat, tarifs d'achat, crédits d'impôts, appels d'offre) pour établir des conditions de rentabilité économique pour les investissements dans des opérations photovoltaïques. Ces conditions de rentabilité suscitent l'intérêt d'acteurs variés (*e.g.* particuliers, industriels, collectivités territoriales) au-delà du seul prisme des militants¹. Ils entraînent au cours de la seconde moitié des années 2000 le décollage de la filière et l'installation des premiers MWc² de capacités photovoltaïques cumulées.

D'une filière prometteuse à une filière problématique

Au cœur de cette politique nationale, l'instrument des tarifs d'achat semble jouer un rôle central dans le développement et dans le pilotage par le gouvernement français de la filière photovoltaïque. A travers cet instrument, l'objectif du gouvernement est de proposer aux producteurs d'énergie solaire de vendre à l'entreprise EDF leur électricité à un prix supérieur au prix du marché afin de permettre à ces producteurs d'amortir leur investissement et d'accéder à une rémunération garantie pendant une période délimitée. Les premiers tarifs d'achat pour le photovoltaïque sont mis en place en France en 2002. Ils sont financés par la contribution au service public de l'électricité (CSPE ci-après) mise en place en 2003. La CSPE est une taxe payée par tous les consommateurs d'électricité en France qui finance

¹ L'association HESPUL (anciennement Phébus) fait partie des acteurs militants de la première heure en France, engagée notamment dans le développement des premiers projets photovoltaïques raccordés au réseau à partir de 1992 (voir Chapitre 3).

² Les termes de Megawatt-Crête (MWc), de kilowatt-Crête (kWc) ou de watt-crête sont les unités de mesure de la puissance électrique maximale d'une installation photovoltaïque, de son potentiel. La production électrique réelle d'une installation photovoltaïque est ensuite calculée en Megawatt-heure (MWh) ou en kilowatt-heure (kWh). Une installation de même puissance (en kWc) peut ainsi générer plus d'électricité (en kWh) en fonction de l'exposition solaire ou de la génération de panneaux solaire en question.

notamment le développement des énergies renouvelables au titre de la mission de service public d'EDF. Ainsi ce sont les consommateurs d'électricité qui financent la politique d'incitation au développement du photovoltaïque. Jusqu'en 2006 le montant du tarif est inférieur à 15 centimes par kWh alors que l'électricité est vendue aux particuliers à un montant compris entre 7 et 11 centimes d'euros le kWh selon les forfaits. Ce tarif d'achat est peu incitatif et le développement des capacités photovoltaïques en France reste lent.

Le montant du tarif d'achat est cependant revalorisé en 2006 et devient particulièrement incitatif (i.e. autour de 50 centimes par kWh). L'effet de ce montant incitatif se fait ressentir à partir de 2006 mais surtout de 2009, année durant laquelle le tarif atteint le montant record de 60 centimes par kWh. L'important degré d'incitation lié à ce tarif d'achat suscite une croissance rapide des capacités installées de photovoltaïque en France (voir Figure 2, p.21).

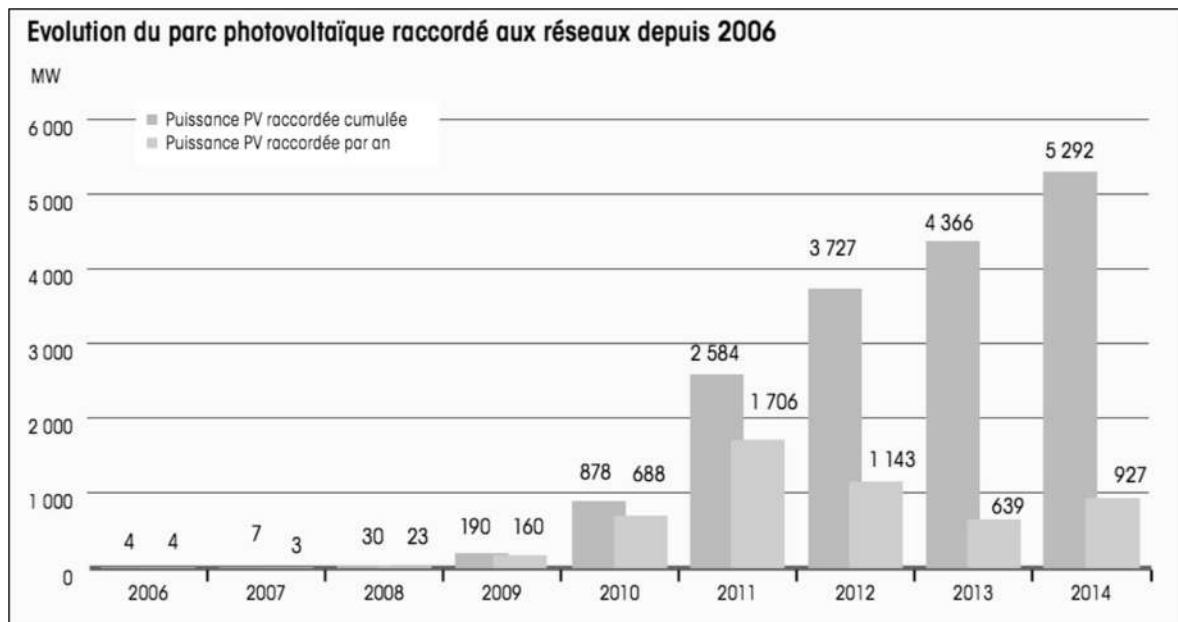


Figure 2: Evolution du parc photovoltaïque raccordé aux réseaux depuis 2006 en France (Source: RTE, panorama de l'électricité renouvelable, 2014, p.35)

Cependant, cette rapide croissance de la filière photovoltaïque en France s'accompagne d'une dérive. Le fort taux de rentabilité des investissements dans le photovoltaïque permet de constituer des opérations économiquement rentables pour les investisseurs y compris pour des projets dans des conditions d'ensoleillement non optimales (intensité solaire peu intéressante, présence d'ombres et de masques solaires). Cependant, ces opérations coûtent cher à l'ensemble des consommateurs d'électricité. La spéculation autour du photovoltaïque induite par des tarifs d'achat très importants entraîne le développement d'opérations produisant des kWh à des coûts anormalement élevés et néanmoins rentables pour les investisseurs. Ces opérations accélèrent l'augmentation de la CSPE et

donc celui du prix de l'électricité pour l'ensemble des consommateurs. L'efficacité de la politique nationale à entraîner un développement du photovoltaïque au coût le plus bas pour le consommateur est légitimement questionnée.

Cette dynamique atteint un point de rupture entre décembre 2010 et mars 2011 lors de la période connue sous l'appellation de « moratoire photovoltaïque ». Les coûts mondiaux du silicium, matière première des panneaux photovoltaïques ont drastiquement baissés et ainsi les panneaux solaires sont de moins en moins coûteux à l'achat. Toutefois en parallèle, le montant des tarifs d'achat français n'a pas été revu à la baisse. Ces tarifs d'achat ne nourrissent plus uniquement le développement de la filière mais également celui d'une bulle spéculative. Le gouvernement décide alors de bloquer pendant quelques mois l'attribution des tarifs d'achat pour les nouveaux projets le temps d'ajuster le montant du tarif et de réfléchir à l'avenir de la filière.

L'évolution de cette politique nationale du photovoltaïque, notamment entre 2002 et 2011, a été au cœur de plusieurs recherches au sein des SHS. Celles-ci se sont tout particulièrement intéressées au mécanisme des tarifs d'achat et à ses effets dans les territoires. Ariane Debourdeau a souligné que l'instrument des tarifs d'achat et son financement *via* la CSPE soulevaient une problématique économique et sociale. Les citoyens qui disposent à la fois d'une épargne suffisante et qui sont propriétaires d'une parcelle foncière ou d'une toiture peuvent investir dans le photovoltaïque et en retirer de nouveaux revenus importants. En revanche tous les autres ne peuvent pas accéder à ces revenus et sont réduits au financement du mécanisme à travers leur facture d'électricité (Debourdeau 2011, p.125). Pendant la période étudiée, cette politique du photovoltaïque tend par le biais du tarif d'achat à renforcer des inégalités sociales préexistantes. En cela, Debourdeau souligne que la politique nationale du photovoltaïque n'est pas forcément une politique de la soutenabilité.

De son côté, Béatrice Cointe s'est intéressée aux logiques politiques et économiques qui ont guidé le développement de la filière photovoltaïque sous l'effet de l'instrument du tarif d'achat (Cointe 2014). Elle propose de saisir le tarif d'achat comme le dispositif que l'Etat français choisit pour mettre en marché le photovoltaïque. Or ce dispositif apparaît constamment débordé et recadré à la lumière de problèmes non anticipés. C'est ainsi qu'elle montre qu'au fil de l'émergence de ces problèmes et de la succession des ajustements, le photovoltaïque passe entre 2008 et 2011 d'un statut de filière prometteuse à celui de filière problématique (Cointe 2015).

La présente recherche s'inscrit dans le prolongement de ces travaux sur la politique du photovoltaïque et ses effets mais propose d'opérer un déplacement analytique. Dans la perspective d'instruire plus directement notre problème initial relatif à la relation entre « énergie renouvelable » et « soutenabilité », notre objectif est de déplacer la focale sur la question de la ressource solaire. Notre

proposition est ici d'**analyser comment les politiques du photovoltaïque proposent ou non de cadrer la construction de la ressource**. Pour cela, notre analyse du statut problématique du développement de la filière photovoltaïque procède par une analyse des formes de portage de projets qui émergent dans les territoires. Nous proposons cependant d'effectuer un déplacement relatif au sens accordé au terme de portage de projet par rapport à de telles analyses déjà entreprises (Cointe 2016). De manière classique, le terme renvoie à des questions de financement, de prise de décision et de distribution des bénéfices économiques. Nous proposons ici d'étendre ce sens et de **saisir à travers la question du portage d'un projet photovoltaïque la façon par laquelle les acteurs saisissent le rayonnement solaire et construisent la ressource énergétique**, en supposant que ces formes de portage sont contraintes par la politique nationale du photovoltaïque. Dans cette perspective, notre approche du développement de la filière photovoltaïque s'inscrit dans une méthodologie d'analyse qualitative.

Une analyse qualitative sur l'émergence des projets PV collectifs et coopératifs

Or cette perspective se heurte à une difficulté : les données existantes sur le développement de la filière photovoltaïque en France sont presque exclusivement quantitatives. Nous distinguons ici trois sources essentielles pour étudier ce développement. Le Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la transition écologique et solidaire permet de suivre l'évolution des coûts de l'énergie, celle des tarifs de l'électricité, ainsi que l'évolution des productions. La seconde source pour mener cette analyse vient des données de raccordement des installations photovoltaïques publiées par les gestionnaires de réseau de distribution (*e.g.* Enedis (ex-ERDF), les entreprises locales de distribution d'énergie (ELD) comme Gaz et Electricité de Grenoble). La troisième source vient du gestionnaire de réseau de transport (RTE) et de la publication en temps réel de la production photovoltaïque. A partir de ces trois sources de données, plusieurs acteurs publient régulièrement des synthèses et des analyses. L'observatoire « photovoltaïque.info » alimenté par l'association lyonnaise HESPUL et financé par l'ADEME¹ fait office d'observatoire national sur le développement photovoltaïque. Trois autres observatoires publient régulièrement des analyses : le syndicat des professionnels de l'énergie solaire (ENERPLAN), le syndicat des énergies renouvelables (SER) et le think tank France Territoire Solaire financé par l'industrie du photovoltaïque.

Les analyses menées par ces observatoires donnent presque uniquement à voir le rythme de croissance des capacités photovoltaïque installées. Toutefois, les données de raccordement de projets

¹ L'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle des ministères de l'énergie, de l'environnement et de la recherche. A ce titre, l'ADEME est un acteur essentiel de la recherche sur les thématiques de l'énergie et de l'environnement en France avec la perspective de jouer un rôle de conseil et de proposition auprès du gouvernement.

photovoltaïques permettent de mettre en avant une tendance centrale de ce développement. La croissance des capacités photovoltaïque installées a essentiellement pris deux formes : d'un côté celle de petites installations de faible puissance sur toitures résidentielles (moins de 3kWc c'est-à-dire moins de 25m²) et de l'autre celle de très grandes installations de taille industrielle (plus de 100kWc c'est à dire plus de 800m²). La première forme correspondait en 2015 à plus de 85% du nombre total d'installations pour 18% de la production totale d'électricité tandis que la seconde forme correspond à moins de 5% des projets mais environ 65% de la production totale d'électricité (voir Figure 3, ci-dessous). Ces données ne nous permettent toutefois pas de préciser quelles sont les formes de portage qui soutiennent ces projets (individuel/collectif, particulier/industriel).

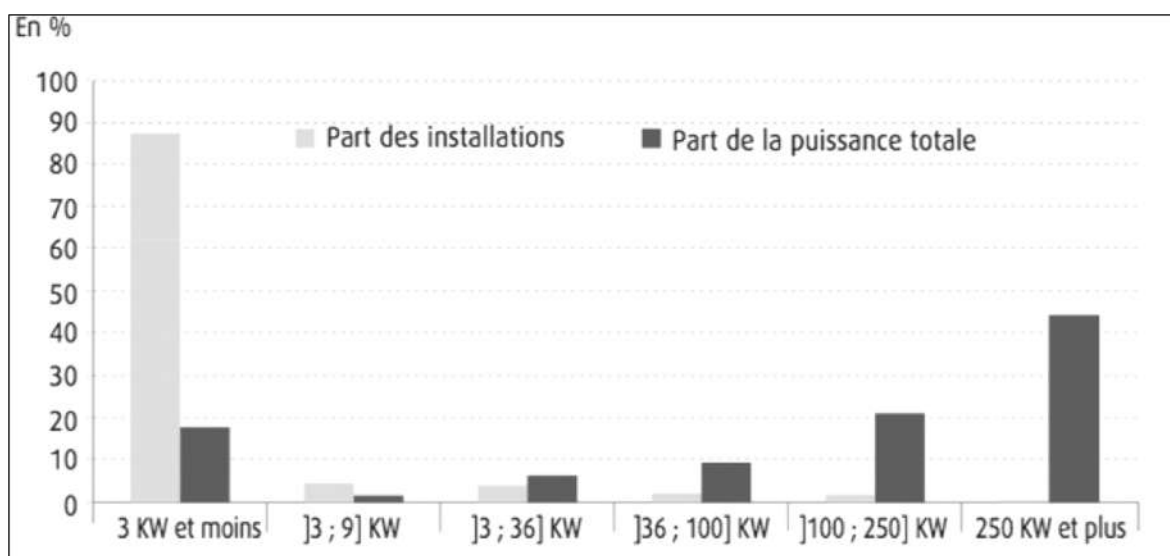


Figure 3 : Répartition des installations photovoltaïques par tranche de puissance en France en 2015 (Source : Commissariat général au plan, Chiffres clés des énergies renouvelables, 2015, p.18)

A défaut de pouvoir disposer de données générales sur les formes de portage de projets suscitées par la politique nationale du photovoltaïque, nous prenons le parti de nous intéresser plus directement à un type de portage de projet en particulier pour analyser la manière dont la politique nationale tend à cadrer la construction de la ressource. Pour cela, la recherche s'inscrit dans une dynamique de recherche engagée par l'ADEME depuis plusieurs années. Celle-ci porte sur l'émergence en France de projets de valorisation de sources d'énergies renouvelables (e.g. éoliens, solaires, hydroélectriques, méthanisation) **collectifs**¹ et **participatifs**². Elle entend questionner le rôle et la contribution (quantitative et qualitative) de ces projets à la transition énergétique. Les recherches menées dans cette

¹ Dans ce cadre, le terme 'collectif' renvoie au fait que le financement et/ou la gouvernance du projet est mutualisée entre plusieurs acteurs (e.g. citoyens, collectivités territoriales ou entreprises).

² Le terme 'participatif' est ici entendu dans une acception large à des réalités de gouvernance et de prise de décision au sein d'un projet collectif allant de la simple communication des décisions jusqu'à des formes de co-construction de l'ensemble de ces décisions.

dynamique ont notamment permis d'effectuer un recensement en France des projets de valorisation d'énergies renouvelables de types collectifs et participatifs (Devisse et al. 2016) et d'identifier les freins réglementaires et financiers à leur développement dans le contexte précédant la loi « transition écologique pour la croissance verte » (Poize 2015). Au milieu de ces travaux, l'objectif de la présente thèse est de problématiser la contribution de ces projets collectifs et participatifs en analysant les différentes manières par lesquels ils proposent de construire la ressource énergétique solaire. Toutefois face à la diversité de réalités que recouvre l'appellation « collectif et participatif » (voir Tableau 2, p.25), nous faisons le choix de resserrer l'analyse sur les projets « collectifs et coopératifs ». Ce choix est guidé par l'hypothèse qu'à travers la mise en discussion systématique de leurs décisions, ces projets constitueraient des terrains riches pour analyser comment à travers des modalités d'organisation collective les acteurs proposent de construire la ressource.

| | Projets PV individuels | Projets PV collectifs |
|--------------------------------------|--|---|
| Gouvernance non participative | Investissement individuel d'un propriétaire sur sa toiture ou sa parcelle. | Projet réunissant plusieurs acteurs (<i>e.g.</i> propriétaires, investisseurs). Les participants sont rémunérés (<i>e.g.</i> loyer, dividendes) mais ne participent pas à la gouvernance. |
| Gouvernance participative | X | Projets collectifs et participatifs simples : l'ouverture de la gouvernance du projet démarre par l'information de l'ensemble des participants au sujet des décisions et peut aller jusqu'à leur association à la co-construction des décisions. Projets collectifs et coopératifs : l'ensemble des décisions sont co-construites et la part de gouvernance de chaque participant n'est pas directement proportionnelle à sa participation financière. |

Tableau 2: Catégories d'opérations photovoltaïques au regard de leurs types de portage

Une enquête sur la ressource énergétique et sa construction

Définition initiale de la ressource

Une fois ces éléments de contextualisation de la recherche précisés, le dernier point de cette introduction revient sur le sens accordé à la notion de ressource et ainsi sur la manière dont nous entendons instruire notre problème initial.

Dans une acception générale au sein de la géographie, la notion de « ressource » renvoie à une réalité différente de celle de « source » : « *si les « sources » (d'énergie par exemple) peuvent être identifiées indépendamment des processus de production, les ressources sont donc toujours inventées* » (Lévy et

Lussault 2013, p.874). La ressource ne serait ainsi pas une réalité naturelle mais le résultat d'un processus de construction d'une valeur (économique, pratique, morale) au fil d'une série d'opérations pratiques à partir d'une source. L'objectif de la thèse est alors de mettre au travail cette définition de la ressource à travers un cadre de pensée relationnel afin de qualifier ce qui serait en jeu au cours de ce processus d'« invention » des ressources, de construction de leur valeur. Ce cadre s'organise autour d'un postulat central défendu différemment par de nombreux philosophes (e.g. Spinoza, Nietzsche, Bergson, Tarde, Simondon) : « toute réalité est relationnelle » (Debaise 2004, p.15). Dans un tel cadre nous proposons de saisir la ressource comme une « réalité relationnelle », comme une réalité qui est constituée par ses relations plus que par les termes de ces relations. **La ressource en cela désigne un ensemble de relations entre une source (e.g. ici le rayonnement solaire) et une perspective de valeur en tant que ces relations participent à un processus de construction de cette valeur.** Cette définition relationnelle suggère alors que la ressource est le résultat d'un processus instable dont les termes peuvent constamment changer si l'un des termes de l'équation relationnelle change.

Thèse, hypothèses et annonce du plan

Cette définition qui suggère que la ressource est le résultat d'un processus relationnel nous amène à saisir celle-ci à la lumière de qualités de relation. Notre thèse est alors que **la soutenabilité des énergies renouvelables est une qualité relationnelle. Elle est en jeu à travers la façon dont les sources d'énergies renouvelables sont appréhendées et construites en ressources énergétiques.**

Dans la perspective de mettre à l'épreuve cette thèse, notre raisonnement scientifique porte sur le processus de constitution en ressource énergétique du rayonnement solaire à la lumière des enjeux qui l'encadrent (e.g. sociales, techniques, spatiales, économiques, écologiques). Ce raisonnement scientifique procède par la formulation de plusieurs hypothèses successives. Ces hypothèses ne sont pas pensées comme des formulations falsifiables mais comme des jalons d'avancement dans notre enquête sur la construction de la ressource. En cela elles constituent des formulations passagères dont la destinée est d'être reformulé au fil de l'avancement du raisonnement de la thèse. Nous démarrons celui-ci autour de trois hypothèses de départ.

- La première de ces hypothèses est que **(H1) les qualités de la ressource énergétique solaire sont *a priori* distinctes de celles du rayonnement solaire ;**
- la seconde, que **(H2) le passage du rayonnement solaire à la ressource énergétique pourrait être mené selon des modalités d'action multiples ;**

- et enfin la troisième, que **(H3) la soutenabilité de la ressource énergétique solaire serait en jeu à travers les décisions relatives au portage d'un projet photovoltaïque.**

La défense de la thèse et la mise à l'épreuve de ces hypothèses est organisée en trois parties. La **première partie** permet de dresser le cadre théorique d'instruction du problème initial de la thèse et de préciser notre proposition de définition de la ressource. Le **chapitre 1** est organisé autour de l'analyse d'un « cas zéro » qui contextualise la recherche et présente l'idée que les qualités de la ressource ne sont pas physiques mais matérielles. Ces qualités n'émergeraient pas du rayonnement solaire mais des relations tissées autour du rayonnement solaire. Le **chapitre 2** élabore cette proposition relationnelle et analyse le processus de construction de la ressource énergétique solaire à travers trois dimensions empiriques identifiées à travers le « cas zéro » (matérielle, spatiale et technique). Dans la filiation de la pensée de Simondon, nous soulignons que la ressource a différents « modes d'existence ». Les résultats mis en avant nous amène par la suite à analyser les différentes dimensions du processus de construction de la ressource à travers la catégorie du « milieu associé » (Simondon 1958).

La **deuxième partie** de la thèse s'intéresse aux politiques de l'énergie et à la manière dont elles cadrent la construction de la ressource énergétique solaire. Le **chapitre 3** analyse comment différentes politiques publiques ont proposées au cours des années 1970 à 1990 de construire de nouvelles ressources énergétiques en structurant leurs milieux associés. Pour cela l'analyse porte spécifiquement sur une série de projets énergétiques pionniers au sein de la région Rhône-Alpes. Au fil de ces projets, nous analysons comment des capacités d'action sur les énergies renouvelables et notamment sur le solaire se structurent. Dans le prolongement nous analysons au cours du **chapitre 4** comment la politique française du photovoltaïque, avançant par tâtonnements successifs, tend à cadrer la construction de la ressource énergétique solaire. Les propositions relationnelles portées par cette politique soulèvent des controverses sur la soutenabilité du développement du photovoltaïque. A la lumière des héritages d'expériences pionnières, nous soulignons que les acteurs en Rhône-Alpes de plusieurs projets énergétiques pionniers tentent régulièrement de réorienter cette politique pour proposer des modalités de construction de la ressource plus soutenables.

La **troisième partie** porte plus spécifiquement sur l'émergence et la structuration d'opérations solaires collectives et coopératives et sur la façon dont les acteurs proposent de construire la ressource énergétique solaire. L'analyse développée au cours des **chapitres 5 et 6** porte sur deux cas d'études. Nous soulignons que deux collectifs engagés dans un programme expérimental à l'échelle de la région Rhône-Alpes (les centrales villageoises solaires du Pilat, près de Lyon, et du massif des Bauges, près de Chambéry) mettent à l'épreuve une proposition relationnelle alternative pour construire la ressource énergétique solaire de manière plus soutenable. Enfin, l'analyse menée au cours du **chapitre 7** met en avant que la capacité de ces collectifs à concrétiser une proposition relationnelle alternative pour

construire la ressource dépend largement des outils et méthodes qu'ils utilisent pour se penser et agir collectivement. Ce point nous amène à tirer un ensemble de points de discussion relatifs à la contribution de ces opérations collectives et coopératives de production d'électricité à la construction chemin faisant de la transition énergétique et du développement soutenable.

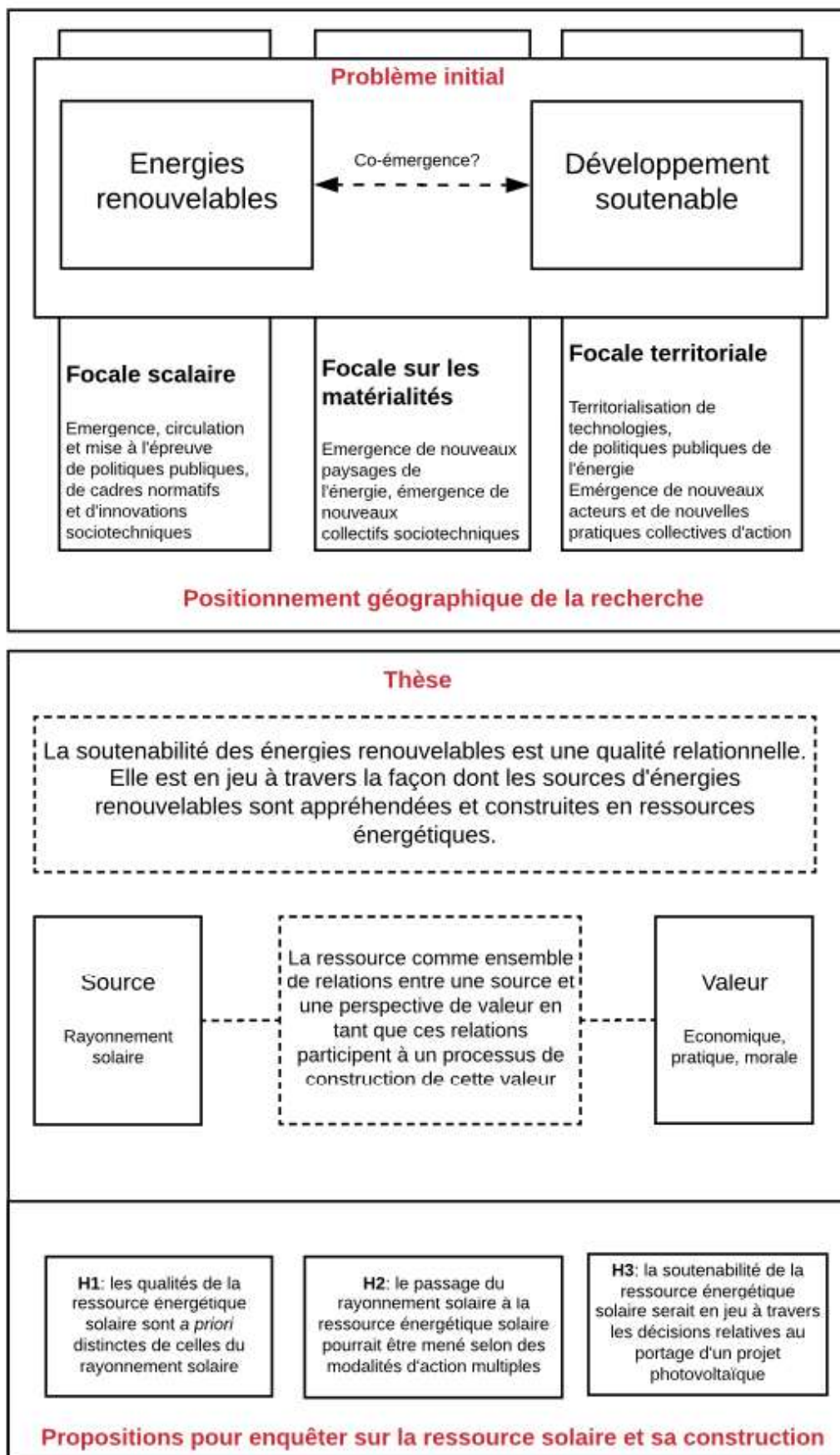


Figure 4: Synthèse du raisonnement de la thèse : problème initial, positionnement géographique, thèse et hypothèses initiales

**Partie 1 : Le processus de construction de la
ressource énergétique solaire : propositions pour
une analyse relationnelle**

L'objectif de la thèse est de questionner les modalités de construction de la soutenabilité des énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique. Pour cela, la proposition analytique centrale est d'aborder la construction de la ressource énergétique solaire et de sa soutenabilité comme un processus à l'issue incertaine. Dans cette perspective, la première partie de la thèse entend répondre à plusieurs objectifs. Le premier est à la fois de contextualiser et de problématiser notre proposition de définition initiale de la ressource. Le second est de construire à partir de cette problématisation le cadre théorique de la thèse. Le troisième et dernier objectif de cette première partie est de soulever à partir de notre entrée sur la ressource des questions sur la relation problématique entre « énergies renouvelables » et « soutenabilité ».

Cette première partie est alors construite autour d'un raisonnement inductif et de la mise à l'épreuve de trois hypothèses, entendues comme des formulations temporaires dans le cadre de notre enquête sur la ressource et sa construction.

- La première de ces hypothèses est que **(H1) les qualités de la ressource énergétique solaire sont *a priori* distinctes de celles du rayonnement solaire ;**
- la seconde, que **(H2) le passage du rayonnement solaire à la ressource énergétique pourrait être mené selon des modalités d'action multiples ;**
- et enfin la troisième, que **(H3) la soutenabilité de la ressource énergétique solaire serait en jeu à travers les décisions relatives au portage d'un projet photovoltaïque.**

Dans cette perspective, la première partie est organisée en deux chapitres. Le chapitre 1 est organisé autour d'un « cas d'étude zéro » qui permet à la fois de positionner le cadre de la recherche et de contextualiser notre approche de la ressource. En reprenant la distinction entre « source » et « ressource », le processus de construction de la ressource est présenté comme un processus problématique. Notre analyse souligne alors l'intérêt de distinguer les caractéristiques physiques du rayonnement solaire des qualités de la ressource. Le chapitre 2 propose ensuite de saisir la construction de la ressource comme un processus relationnel à la lumière de ses dimensions¹ matérielles, techniques et spatiales. Au fur et à mesure de notre analyse de la littérature, nous soulignons que la ressource énergétique solaire est une construction politique qui peut être dotée de modes d'existences très différents, lesquels ne sont pas tous soutenables.

¹ Le terme de « dimensions » diffère des termes d' « enjeux » ou de « focales ». Il fait référence comme nous le soulignons par la suite à des réalités simultanées et enchevêtrées du processus de construction de la ressource dans une appréhension relationnelle de celui-ci.

Chapitre 1 : Passer du rayonnement solaire à la ressource énergétique : un processus matériel problématique

La première section du chapitre est organisée autour d'une analyse de cas d'étude. Le cas d'étude porte sur deux projets photovoltaïques qui se sont succédés sur un même territoire au sein du Parc Naturel Régional du Vercors : un projet de centrale solaire au sol de plusieurs MWc et un projet de centrale solaire sur plusieurs toitures de quelques dizaines de kWc. Notre analyse porte sur les modalités de construction de la ressource énergétique solaire développées au fil de ces projets.

La seconde section du chapitre met en discussion l'analyse du cas d'étude avec plusieurs corpus de littérature (sciences de l'ingénieur, histoire des techniques, sociologie des sciences et techniques, sociologie des agencements marchands). Cette discussion nous amène à souligner que le passage du rayonnement solaire à la ressource énergétique solaire résulte d'un processus de problématisation et de prise en compte de la matérialité.

Section 1 : Projets photovoltaïques et construction de la ressource solaire : un « cas zéro » dans le PNR du Vercors

Le cas d'étude par lequel nous faisons démarrer cette thèse porte sur un projet de centrale solaire au sol¹ au sein du Parc Naturel Régional du Vercors (PNR ci-après). Ce parc est situé au cœur de la région Auvergne-Rhône-Alpes, entre Grenoble et Valence. Le projet de centrale solaire au sol en question a été développé et porté par l'équipe municipale de Lans-en-Vercors entre 2009 et 2010. Il a été au cœur de plusieurs controverses qui ont marquées ce territoire du Vercors et qui retiennent par la suite notre attention.

Lors de nos premières recherches, entre 2011 et 2013, sur le développement du photovoltaïque dans le Vercors, le cas a fait l'objet de huit entretiens semi-directifs avec les différents acteurs de la controverse (élus locaux, habitants impliqués dans les démarches, associations environnementales, techniciens du PNR du Vercors)² et d'analyses d'archives (archives de la mairie de Lans-en-Vercors et archives personnelles des interviewés). L'analyse de ces archives a permis de préciser la chronologie des événements et les positions des acteurs que nous n'avons pas pu rencontrer (services de la DREAL, services du ministère de l'écologie, préfet de département, enquêteur public missionné par le préfet). L'analyse du cas d'étude est intervenue dans le cadre du programme de recherche ANR COLLENER³. Ce programme interrogeait la construction chemin faisant de la transition énergétique à travers le développement et la territorialisation de nouvelles filières technologiques de l'énergie (*e.g.* solaire thermique et photovoltaïque, éolien en mer et sur terre, bois-énergie, concentration et séquestration du carbone). Les recherches menées dans ce cadre s'inscrivent dans un cadre de pensée sociotechnique. Le développement de nouvelles filières est appréhendé à travers la constitution et le rôle de nouveaux collectifs sociotechniques. Les collectifs sont en cela saisis comme étant à la fois composés d'acteurs humains que d'autres entités matérielles dont ces acteurs se font les porte-paroles, des acteurs non-humains (Callon 1986, Akrich et al. 1988). Dans ce cadre, notre travail est initialement construit autour d'une entrée analytique sur la structuration de collectifs sociotechniques et leur rôle dans l'évolution d'un projet solaire. Notre objectif est alors de suivre l'évolution des projets solaires au

¹ Les opérations photovoltaïques « au sol » sont constituées de panneaux photovoltaïques disposés sur des structures métalliques afin d'optimiser l'orientation des panneaux solaires par rapport au rayonnement solaire pour maximiser la production d'électricité. Contrairement aux opérations photovoltaïques intégrées au bâti qui sont généralement de petites puissances (entre quelques kWc et quelques centaines de kWc maximum) les opérations PV au sol, également appelées « fermes solaires » atteignent régulièrement plusieurs MWc sur plusieurs hectares.

² Entretiens 1 à 8 dans la liste des entretiens semi-directifs en annexe.

³ COLLENER (Nouveaux Collectifs Sociotechniques et Transition Énergétique) est un programme de recherche ANR du programme Sociétés Innovantes (convention 2011-SOIN-003-01) codirigé par Alain Nadaï et Olivier Labussière entre 2012 et 2016.

fil de la constitution et l'évolution de ces collectifs et de la structuration d'intérêts (économiques, politiques, techniques).

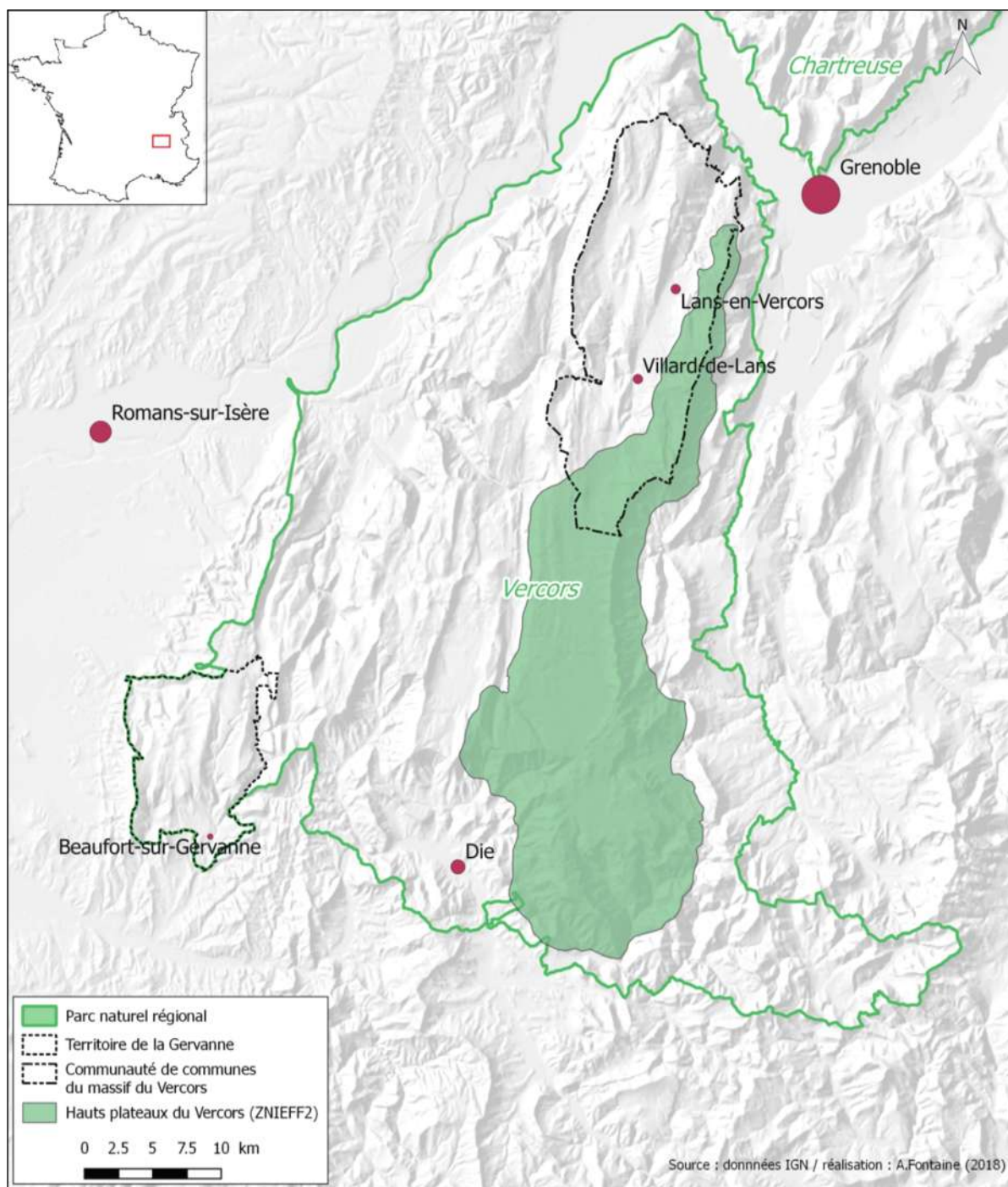
Au démarrage du présent travail de recherche en 2011, le projet de centrale solaire au sol est abandonné et un nouveau projet photovoltaïque de plus petite envergure est en train d'émerger. Les acteurs de ce nouveau projet (*i.e.* le projet des « centrales villageoises » solaires) font alors systématiquement référence aux dynamiques d'opposition contre le projet de centrale solaire au sol pour expliquer leur approche du développement du photovoltaïque. Notre démarche méthodologique au cours de ce premier chapitre consiste alors à faire de ces deux projets au sein d'un même territoire les deux faces d'un « cas d'étude zéro ». Au fil de l'analyse du cas, nous faisons progressivement émerger des problèmes et des questions relatifs à la ressource énergétique solaire et sa construction.

1. Un projet de centrale photovoltaïque au sol controversé

1.1. Un projet construit sur la base d'un appel d'offre national (2008-2009)

Le projet de centrale solaire photovoltaïque au sol qui constitue la première partie de notre « cas zéro » se situe sur la commune de Lans-en-Vercors dans le PNR du Vercors. Le PNR du Vercors s'étend sur les départements de l'Isère et de la Drôme sur une superficie de plus de 206.000 hectares. C'est un territoire de moyenne montagne au sein duquel se situe la réserve des Hauts Plateaux du Vercors (comprise entre 1050 et 2341m d'altitude), l'une des plus vastes réserves naturelles de France (voir Carte 1, p.37).

Le Vercors est l'un des tous premiers PNR créé en France en 1970 autour d'objectifs de développement territorial (protection de l'environnement, développement économique, valorisation du patrimoine local). Aujourd'hui, ces objectifs sont discutés et partagés par l'ensemble des quatre-vingt-quatre communes qui constituent le territoire du parc à travers une charte. Cette charte concrétise la dimension de projet du territoire du PNR. Elle constitue un texte de positionnement qui n'a pas de dimension contraignante face aux documents d'urbanisme mais guide l'action collective des communes membres. La charte fait régulièrement l'objet d'un processus de concertation et de réécriture afin d'ajuster les objectifs du territoire avec les nouveaux enjeux émergents auquel il doit faire face. Dans le Vercors, la dernière révision de la charte a été menée en 2007 pour la période 2008-2020. Cette révision a mis en avant plusieurs enjeux forts : le soutien au maintien des activités agricoles, la valorisation des forêts, la préservation du patrimoine paysager et architectural, la maîtrise de l'énergie et la valorisation des énergies renouvelables (PNRV 2007). À travers cette charte, le PNR du Vercors s'affirme comme un territoire d'expérimentation sur les enjeux contemporains d'aménagement du territoire, spécifiquement sur la question énergétique.



Carte 1: Situation du PNR du Vercors

La commune de Lans-en-Vercors (environ 2600 habitants) au sein de laquelle apparaît le projet de centrale solaire au sol qui retient notre attention se situe sur un plateau de moyenne montagne, entouré de grandes superficies de terres agricoles et de forêts. La commune se situe au nord du massif du Vercors et constitue l'une des communes les plus importantes du PNR (environ 2600 habitants). Elle accueille notamment les bureaux du PNR. Le projet de centrale solaire au sol est initialement suscité par l'opportunité d'un appel d'offre national. Ce dernier est annoncé en novembre 2008 suite au

Grenelle de l'environnement par le MEEDDAT (ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire) et la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie)¹. Généralement sous-titré « une centrale solaire au sol par région », l'appel d'offre porte sur l'installation de centrales solaires photovoltaïques au sol de 5 à 20MWc pour une puissance cumulée en France de 300MWc (MEEDDAT 2009). Il permet à ses lauréats de bénéficier d'un tarif d'achat de l'électricité bonifié. En cela, il ouvre une fenêtre d'opportunité pour un projet d'une telle ampleur qui n'était jusqu'alors pas éligible à un tarif d'achat. Sans tarif d'achat, l'électricité produite par ce type d'installation est achetée au prix du marché et la recette de cette vente ne permet pas *a priori* de rémunérer l'investissement. Cet appel d'offre fait émerger au sein de l'équipe municipale l'idée de réaliser une opération photovoltaïque.

« Le cahier des charges est publié en Juin 2009. De notre côté, on s'est mis au travail avec l'idée d'être une des deux stations photovoltaïques de la région Rhône-Alpes. Dans le projet gouvernemental, on appelait ces stations des fermes photovoltaïques, elles devaient faire entre 10 et 20 MWc » - Entretien avec le maire de Lans-en-Vercors du 16 avril 2012.

Au sein de cette équipe municipale, plusieurs élus travaillent au sein des équipes du CEA de Grenoble et côtoient régulièrement les experts du CEA-INES, l'un des principaux laboratoires français et européen sur la recherche sur les technologies solaires². Ces ingénieurs de l'INES s'avèrent être d'une aide précieuse pour l'équipe municipale à plusieurs titres. Au fil du développement par l'INES de nouvelles technologies photovoltaïques, ils ont tout d'abord l'habitude de mener des expériences pilotes dans des laboratoires en plein air. Ils sont en cela très qualifiés pour accompagner l'équipe municipale au cours du processus de sélection d'un site pour la centrale solaire. Ensuite, l'INES dispose d'un regard particulier sur le cahier des charges de cet appel d'offre. La structure a été associée par le ministère de l'environnement aux discussions lors de la rédaction du cahier des charges de l'appel d'offre. Cette association a été initialement justifiée par la volonté du gouvernement d'inclure un volet recherche et développement dans l'appel d'offre. Le gouvernement voit pour l'INES l'opportunité de tester de nouvelles technologies solaires sur des sites disséminés sur tout le territoire français et dans des conditions variées (météorologie, altitude). L'appel d'offre demande pour cela à chaque candidat de

¹ La commission de régulation de l'énergie (CRE) est une autorité administrative indépendante créée en 2000 dans le cadre de l'application de directives européennes sur la dérégulation des marchés de l'énergie. Son rôle est d'encadrer le bon fonctionnement du marché de l'énergie et d'arbitrer les conflits entre les différents utilisateurs des réseaux d'énergie. La CRE publie régulièrement sur décisions du gouvernement des appels d'offre pour le développement de certaines filières énergétiques et sur la base du cahier des charges de ces appels d'offres, sélectionne de manière indépendante les lauréats.

² L'INES est un laboratoire du CEA qui travaille sur les technologies de l'énergie solaire. Les locaux de l'INES se situent à proximité de Chambéry en Savoie depuis 2005 mais une partie de son administration reste située sur le site de Grenoble. Le laboratoire fait office de référence à l'échelle européenne sur les technologies solaires avec l'institut Fraunhofer en Allemagne.

réserver une petite surface de la centrale pour des modules photovoltaïques expérimentaux. Tous les dossiers doivent être adressés à l'INES pendant le processus d'évaluation des candidatures. Grâce à cette position, l'INES possède une vision précise de l'intention politique qui anime l'appel d'offre. L'installation d'une centrale solaire au sol dans chaque région française de 10 à 20MWc s'inscrit dans une double volonté du gouvernement français. Tout d'abord, le gouvernement veut profiter de l'élan du Grenelle de l'Environnement de 2009 pour engager rapidement la France sur la voie de ses engagements de production d'énergie renouvelable. Ensuite le gouvernement français veut susciter à travers cet appel d'offre un élan pour l'industrie française du photovoltaïque. En cela, cet appel d'offre s'inscrit à la fois dans une politique environnementale et dans une politique industrielle.

Lorsque l'équipe municipale de Lans-en-Vercors lance la démarche de prospection d'une parcelle foncière pour installer la centrale solaire au sol, ils sont donc accompagnés de membres de l'INES. Le premier stade du processus passe par l'établissement de critères de sélection. Le collectif établit trois ensembles de critères génériques pour choisir une parcelle optimale pour réaliser une opération photovoltaïque au sol: des critères d'ordre solaire (orientation, intensité du rayonnement, absence d'ombres portées à courtes et longues distances), d'ordre électrique pour injecter l'électricité produite (proximité de lignes électriques moyenne ou haute tension, proximité de postes de raccordement) et d'accessibilité pour l'installation et la maintenance de la centrale (proximité d'une route)¹. Toutefois dans le cadre de l'appel d'offre national, ces critères génériques doivent être ajustés aux critères mis en avant dans le cahier des charges (voir Tableau 3, p.40).

Dans la première version de l'appel d'offre, la pondération des critères de sélection des dossiers ne crée pas de différences entre le critère de coût du kW/h produit, le critère d'évaluation des impacts environnementaux et le critère de faisabilité et de délai de réalisation (MEEDDAT 2009, p.9). A la seule lecture de ce cahier des charges, aucun de ces critères n'apparaît revêtir une importance supérieure aux autres pour le gouvernement ou la CRE. Toutefois, les membres de l'INES associés au projet de Lans-en-Vercors peuvent éclairer des aspects de l'appel d'offre que la pondération de ces critères ne fait pas apparaître. Le CEA-INES sait que dans la perspective d'obtenir les meilleures notes possibles pour le critère prix, la plupart des candidats proposent des projets en ayant recours à des panneaux de productions chinoises. Ces panneaux sont bien moins coûteux que les panneaux français mais à travers ce choix, ils passent à côté d'un objectif central pour le gouvernement bien que peu lisible dans les critères de notation.

¹ « Pour un projet photovoltaïque, il faut un terrain bien ensoleillé, avec une bonne orientation, sans masque solaire, et être à proximité d'une ligne moyenne tension pour amener l'électricité à un poste de raccordement. Il faut aussi un accès routier de proximité » - Entretien avec le maire de Lans-en-Vercors du 16 avril 2012.

| Critères | Note maximale |
|--|---------------|
| Prix | 10 |
| Dossier d'évaluation préliminaire des impacts environnementaux | 10 |
| Faisabilité et délai de réalisation | 10 |
| Total | 30 |

Tableau 3: Pondération des critères dans l'instruction des dossiers de l'appel d'offres de 2009 (Source: MEEDDAT 2009, p.9)

« La volonté politique nationale était de booster la filière PV française et ils se sont rendus compte que pour répondre au cahier des charges de l'appel d'offre, quatre-vingt-dix pourcents des projets allaient sortir avec des panneaux chinois. Contrairement à l'objectif, l'appel d'offre allait massivement faire fonctionner l'import de panneaux chinois » - Entretien avec une élue de Lans en Vercors salariée du CEA du 19 juin 2012.

Pour augmenter les chances que leur projet soit sélectionné, le collectif projet de Lans-en-Vercors choisit de proposer un projet avec des panneaux de conception et fabrication françaises, de l'entreprise PhotoWatt¹ implantée en Isère. Ce choix, plus coûteux que d'autres panneaux, augmente le prix de vente de l'électricité que le collectif peut proposer. Cette décision réduit les chances que le projet soit retenu dans le cadre de l'appel d'offre. Le collectif tente alors de trouver une parcelle qui ne lui coûterait rien, de manière à contrôler l'économie globale du projet et à rester compétitif par rapport aux autres candidatures².

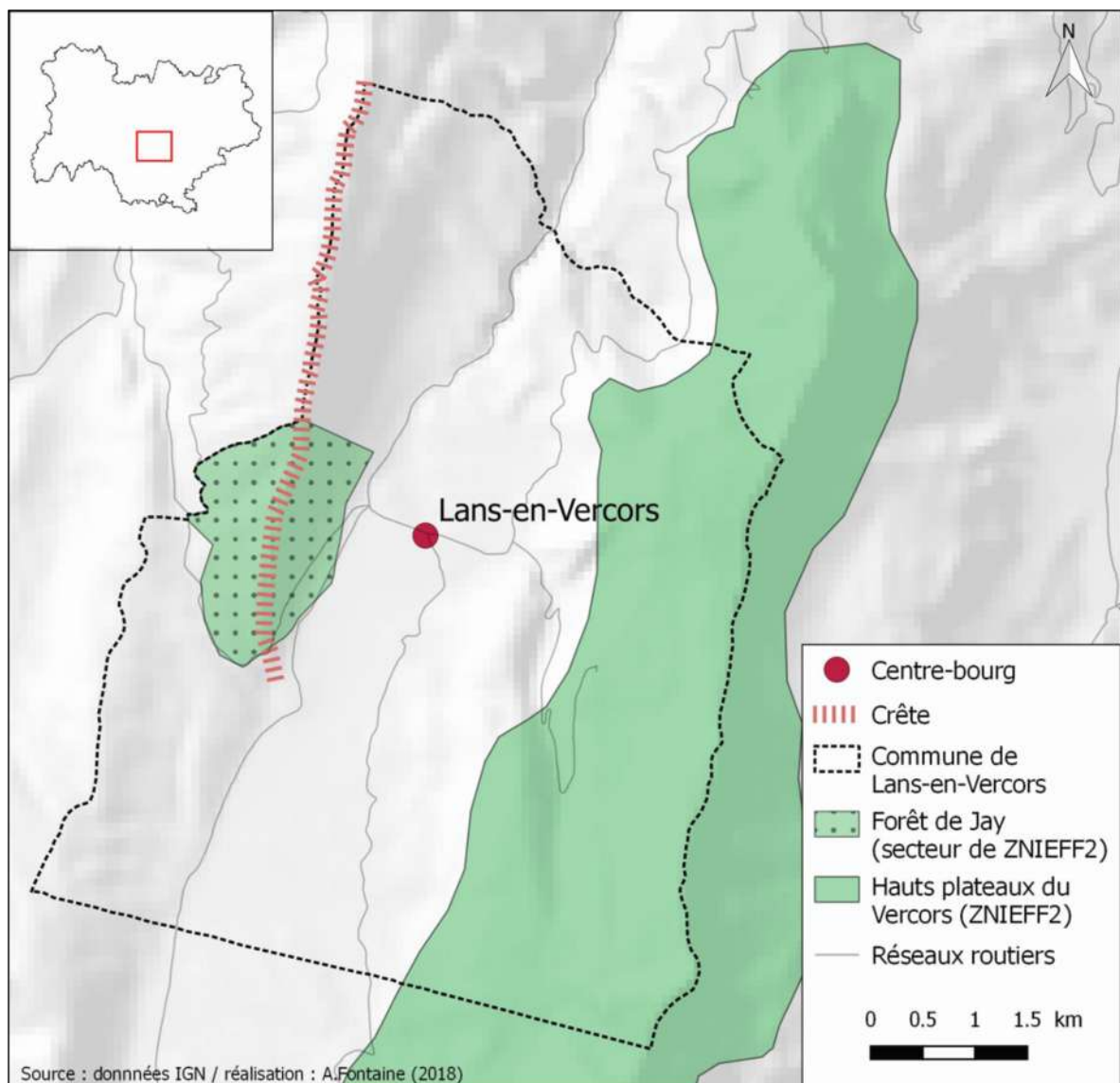
La municipalité de Lans-en-Vercors est propriétaire de surfaces de foncier agricole et de foncier forestier. L'équipe municipale décide d'écarter d'emblée le foncier agricole au regard de l'engagement du PNR à assurer le maintien des activités agricoles. La concurrence de projets énergétiques sur des parcelles agricoles risquerait de provoquer une augmentation des prix du foncier et ne ferait que renforcer la fragilité de l'activité agricole. Il reste alors le foncier forestier. Une visite de parcelles forestières est entreprise par l'équipe municipale accompagnée de membres de l'INES. Le choix est arrêté sur une parcelle qui présente les atouts envisagés (solaires, électriques, accessibilité). La sélection

¹ PhotoWatt est l'une des principales sociétés françaises de fabrication de cellules photovoltaïques basée à Bourgoin-Jallieu dans l'Isère. La société est placée en redressement judiciaire courant 2011 suite notamment au bouleversement du secteur photovoltaïque suite au moratoire sur les tarifs d'achat décidé par le gouvernement français au cours de l'année 2010.

² « Le tarif de rachat c'était nous (ndlr : le candidat) qui le calculions en fonction de l'économie globale du projet. Il y avait des critères de notation qui devaient nous conduire à tomber sur un coût du kW/h racheté compris dans une fourchette et pour ça en fonction du montant du coût du terrain, l'économie globale du projet permettait de tomber dans cette fourchette si les panneaux solaires n'étaient pas chers. Les gens qui avaient un terrain qui ne coûtait rien pouvaient mettre des panneaux plus chers, nous on avait fait un choix politique de travailler avec PhotoWatt. On savait par les infos d'INES que ce qui intéressait l'Etat c'était de booster la filière française, on s'était dit « on met plus de chance de notre côté si on travaille avec des français ». » - Entretien avec le maire de Lans-en-Vercors du 16 avril 2012.

de cette parcelle n'affecterait pas d'autres activités d'après le maire de la commune. Cette forêt ne serait pas déjà valorisée par des filières forestières en place et ne pourrait pas l'être.

« Je ne voulais pas le faire sur un terrain agricole, parce que l'activité est fragile, et puis parce que la commune n'a pas beaucoup de propriété foncière pour le faire. Par contre on a 1046 hectares de propriété forestière, on a de jolis bois, et on a des bois médiocres, notamment celui-là. C'est un bois qui peut servir à faire de l'énergie mais pas à faire du bois d'œuvre » - Entretien avec le maire de Lans-en-Vercors du 16 avril 2012.



Carte 2: Situation de la commune de Lans-en-Vercors et de la forêt de Jay

Dans un premier temps, le discours du maire tend à s'appuyer davantage sur la déqualification de la parcelle au regard de son manque d'atouts forestiers que sur la qualification de la parcelle au regard de ses atouts solaires. Dans la perspective du processus de concertation autour du projet avec les habitants de la commune, le maire met en avant un autre atout de la parcelle. Il souligne que cette parcelle, située sur les hauteurs de Lans-en-Vercors n'est pas visible du centre-ville de la commune (voir Carte 2, ci-dessus). Il constitue alors cette « invisibilité » comme un atout majeur de la parcelle lors des premières présentations publiques du projet. Par ailleurs, le choix d'une parcelle forestière entraîne une nécessaire coupe d'arbres qui pourrait également susciter des oppositions locales. L'équipe municipale décide de greffer au projet solaire un projet de valorisation de la ressource bois à des fins énergétiques. Cette parcelle forestière jusqu'ici non exploitable pour du bois d'œuvre deviendrait valorisable pour du bois-énergie. Le projet énergétique permettrait en cela de donner de la valeur à cette forêt. L'exploitation de ce bois permettrait par ailleurs de générer une importante rentrée d'argent qui viendrait crédibiliser l'économie générale du projet solaire aux yeux des décideurs de l'appel d'offre.

1.2. Une controverse autour de la sélection du site pour la centrale solaire (2009-2010)

Les premières présentations de ce projet lors de réunions publiques se déroulent entre Juillet et Octobre 2009 au sein de la commune de Lans-en-Vercors. Ces réunions suscitent la structuration de plusieurs formes d'oppositions. Celles-ci portent essentiellement sur le site choisi et sur les modalités de cette sélection. Les associations de protection de l'environnement présentes lors de ces réunions sont les premières à prendre position. La FRAPNA¹ critique la sélection de cette parcelle au regard de son classement ZNIEFF². L'association souligne que la parcelle de forêt sélectionnée constitue un corridor écologique marqué par le passage d'une faune nombreuse qui serait menacée par le projet de centrale solaire au sol. Elle estime que dans une zone d'intérêt écologique comme le Vercors, le solaire photovoltaïque doit être développé de façon prioritaire sur des sites déjà anthropisés (anciennes carrières, toitures, parkings, friches industrielles)³. L'association Mountain Wilderness⁴, également présente lors de ces réunions, développe une critique de la sélection de cette parcelle centrée sur un

¹ La fédération Rhône-Alpes de protection de la nature a été créée en 1971 et fédère aujourd'hui plus de 200 associations. Reconnue d'utilité publique, la FRAPNA est la principale structure associative à l'échelle de la région sur les enjeux de protection de l'environnement.

² L'inventaire ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique), mis en place en 1982 à l'échelle nationale, établit un zonage relatif aux espaces présentant un intérêt écologique qui doit être consulté lors des projets d'aménagement. Cet outil de la politique environnementale nationale présente des limites puisque ce zonage n'est pas systématiquement contraignant.

³ « Pour la FRAPNA c'est sur qu'il faut développer le solaire, mais avec intelligence. Avant de le développer au sol, il faut penser d'abord aux espaces sur toitures individuelles, sur les industries, sur les commerces, ou sur tout ce qui va être parkings et terrains déjà anthropisés ». Entretien avec un militant FRAPNA Isère en charge du suivi du cas Lans-en-Vercors du 27/04/2012.

⁴ Mountain Wilderness est une association nationale de protection de la nature créée en 1987. L'action de l'association se focalise sur les enjeux de préservation de la montagne et de ses espaces non anthropisés.

argumentaire relatif au paysage et aux covisibilités. Le site sélectionné sur la commune de Lans-en-Vercors est bien « invisible » depuis le reste de la commune. En revanche, l'association souligne que la future centrale solaire au sol serait visible depuis de nombreux sites du PNR du Vercors, et notamment depuis la réserve des Hauts Plateaux¹. En cela, l'argument d'« invisibilité » de la future centrale est réfuté. Les opposants à la sélection de ce site appellent à un travail de concertation sur la dimension paysagère du projet. Les Hauts Plateaux du Vercors sont les zones les plus protégées par la charte du PNR du Vercors et les opposants soulignent que des projets d'aménagement du territoire de grandes ampleurs visibles depuis cette zone doivent être encadrés par le PNR.

À la suite de ces premières prises de position, plusieurs riverains du projet créent une association qui regroupe rapidement une cinquantaine de membres. Celle-ci porte l'opposition locale au projet autour de deux arguments. La parcelle forestière exercerait déjà une importante attractivité. Cette forêt serait l'une des plus fréquentées de la commune à la fois par les promeneurs, les vététistes et les cueilleurs de champignons. De plus, la parcelle qui est invisible depuis le centre de la commune de Lans-en-Vercors serait en revanche particulièrement visible depuis les communes voisines. L'objectif de l'association est alors de faire intervenir les habitants et les élus des municipalités voisines dans la concertation alors que ces derniers en sont jusqu'ici absents.

Pour porter ces arguments, les membres de l'association organisent une grande opération de communication lors de laquelle ils invitent la population locale et la télévision². Lors de cette opération, ils accrochent des ballons météorologiques de plusieurs mètres de diamètre, gonflés à l'hélium, au sommet des sapins en bordure de la parcelle pour matérialiser l'implantation de la future centrale. En faisant cela ils rendent visibles les limites de la parcelle à distance. Ils permettent pour la première fois aux habitants du Vercors de se rendre compte de ce que serait l'impact visuel de l'opération solaire.

Au fil de l'organisation de cette opposition locale, plusieurs autres acteurs importants du territoire commencent à émettre des réserves sur le projet. Le président de la communauté de communes du Vercors-Quatre-Montagne qui regroupe Lans-en-Vercors et les communes voisines (voir Carte 1, p.37) dénonce l'absence de concertation entre l'équipe municipale de Lans-en-Vercors et les municipalités

¹ « Un des arguments donnés sur l'emprise du projet est que le projet n'est pas visible depuis Lans, mais par contre il est visible depuis Villard, et aussi depuis les crêtes du Vercors, notamment depuis la réserve naturelle des Hauts-plateaux. Ici la visibilité n'est qu'un détail en plus tant l'impact sur le site était important. » - Entretien avec un militant Mountain Wilderness en charge du suivi du projet de Lans-en-Vercors du 24/04/2012

² « On a fait un rassemblement citoyen à la forêt, on a invité les gens à venir voir. On avait balisé l'implantation de la centrale (ndlr : en Novembre 2009) avec des ballons météo. On avait réservé une montgolfière avec M6 pour faire un reportage, et on avait matérialisé la parcelle pour faire des images vues de dessus. On s'était positionné dans un champ en contrebas de la forêt, on voulait montrer quelle était l'implantation de la centrale. On a eu un temps exécrable et du coup pas de prises de vues de dessus. Il y avait quand même une cinquantaine de personnes présentes, puis on est allé à la mairie pour montrer notre opposition » - Entretien avec un membre de l'association locale d'opposition au projet de centrale solaire au sol nommée « Jay'me ma forêt » le 30 mai 2012.

voisines. Cette critique se développe tout particulièrement avec la prise en compte de l'impact visuel de la centrale solaire au sol sur les communes voisines alors que la commune de Lans-en-Vercors récolterait seule les bénéfices économiques de l'opération. Sollicité par la communauté de communes, le Parc Naturel Régional du Vercors émet des réserves sur le projet en se référant à la charte du Parc, sans que ce document puisse contraindre directement le projet.

La situation du PNR du Vercors n'est pas isolée. Les PNR de France sont confrontés à de multiples projets de développement de centrales solaires au sol. Lors du congrès annuel des Parcs Naturels Régionaux en 2009, la secrétaire d'Etat chargée de l'écologie Chantal Jouanno prend une position nationale contre un développement du photovoltaïque qui se ferait au détriment des agriculteurs ou de la forêt (FPNRF 2009, p.27). Dans la foulée, deux directions régionales (DREAL¹, DRAAF²) de Rhône-Alpes prennent position contre le projet.

C'est finalement un point du code de l'urbanisme qui précipite l'abandon du projet. Pour rendre constructible la parcelle forestière, l'équipe municipale doit réaliser une révision simplifiée du POS. Avant de pouvoir l'effectuer, elle doit attendre la fin de l'enquête publique lancée à propos du projet. Celle-ci est prévue en Février 2010. Or la procédure de la révision simplifiée du POS n'est plus possible à partir de Janvier 2010 avec l'obligation de l'établissement d'un PLU (Loi n° 2003-590). La parcelle forestière ne peut donc plus être déclarée constructible dans les délais du projet. L'équipe municipale organise un référendum public au sujet de la réalisation de l'opération solaire combinée à l'opération bois-énergie qui aboutit à un résultat de 66% de bulletins exprimés contre la réalisation du projet en l'état³.

En résumé, ce projet de centrale solaire au sol est progressivement construit par un collectif (équipe municipale de Lans-en-Vercors, membres de l'INES, PhotoWatt) autour de l'objectif d'être sélectionné parmi les lauréats de l'appel d'offre national. Ce collectif procède à la sélection d'une parcelle dans le but de produire de l'électricité à un montant compétitif. Les critères qui encadrent le processus de sélection doivent ainsi permettre d'optimiser le produit économique de l'opération (absence de coût de la parcelle, moindres coûts de raccordement au réseau électrique et d'accès à la parcelle, bonne productivité solaire). Cette première sélection de critères qui importerait dans la sélection d'un site solaire est remise en question par un collectif d'opposition (associations environnementales, associations locales, élus du territoire, PNR, directions régionales). Ce collectif fait intervenir l'enjeu visuel et paysager comme un enjeu essentiel du processus de sélection d'un site solaire dans le Vercors.

¹ La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

² La Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

³ A défaut de 50% de participation le référendum de la municipalité de Lans-en-Vercors ne peut toutefois être avalisé.

2. Le photovoltaïque comme problème d'aménagement et de construction de « sites »

2.1. Emergence d'un projet photovoltaïque alternatif

Le projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors est abandonné en Janvier 2010. Il est suivi en Novembre 2010 par l'annulation de l'appel d'offre « une centrale solaire au sol par région ». Les candidats à l'appel d'offre ont très majoritairement proposé des candidatures faisant appel à des panneaux de production étrangère. Le gouvernement se rend alors compte que son objectif initial de stimulation de la filière française de production de panneaux photovoltaïques ne peut pas être atteint par ce biais.

En revanche le développement des capacités installées de production électrique à partir de la technologie photovoltaïque se poursuit en France à un rythme soutenu au tournant 2009-2010 (voir Figure 5, ci-dessous) sous l'impulsion de tarifs d'achat garantis à des montants très incitatifs. A l'image de la dynamique nationale, le territoire du PNR du Vercors est soumis à une prospection et à un démarchage intensif de la part de plusieurs développeurs privés.

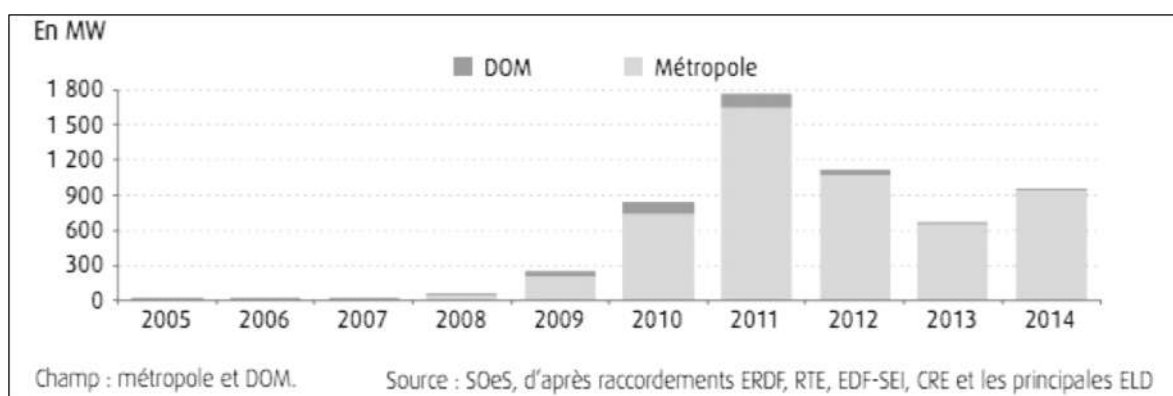


Figure 5: Puissances photovoltaïques installées en France par années de mise en service (Source: Commissariat général au développement durable - Chiffres clés des énergies renouvelables, 2015, p.18)

Les exemples de dérive d'un développement photovoltaïque non contrôlé se multiplient sur le territoire du Vercors (e.g. toitures résidentielles équipées bien que mal orientées et peu ensoleillées, bâtiments agricoles construits pour être recouverts de panneaux solaires mais restant vides). Le montant élevé des tarifs d'achat permet de construire des opérations photovoltaïques économiquement rentables sans chercher des conditions d'ensoleillement optimales. Les propriétaires de toitures sont très régulièrement démarchés par téléphone ou sur place par des opérateurs solaires. Face à un démarchage qu'ils jugent souvent agressifs, un groupe d'habitants du territoire de la Gervanne au sud du Vercors (voir Carte 1, p.37) prend contact avec le Parc Naturel Régional et ses partenaires. Ce groupe d'habitants propose d'initier lui-même des projets énergétiques solaires. Leur volonté est de proposer

une alternative au développement solaire impulsé par les développeurs privés qui pourrait se faire « par et pour le territoire »¹.

« Un projet nous est présenté (ndlr : la centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors), sans discussion, sans objectif particulier sinon de répondre à un appel à projet, avec comme réalité sur le territoire que l'on produit pour évacuer, on ne s'inquiète pas du reste, et on n'essaye pas d'analyser comment cette production pourrait être intéressante dans le contexte territorial. La question des élus à ce moment c'est « qu'est-ce que c'est ce projet pour le territoire si ce n'est des revenus supplémentaires pour la commune ? » Mais à ce moment pourquoi n'est-ce pas un consortium local qui finance l'opération et se partage les résultats ? » - Entretien avec le chargé de mission climat-énergie du PNR Vercors du 30 décembre 2012.

Lorsque ce groupe d'habitants de la Gervanne contacte le PNR en 2010, celui-ci travaille déjà depuis plusieurs mois avec la structure Rhônalpénergie-Environnement² sur des projets de développement photovoltaïque alternatifs. Le projet collectif qui émerge de ces discussions ambitionne d'expérimenter une nouvelle forme de développement solaire photovoltaïque dans le Vercors. Ce développement se ferait par grappes de petites toitures photovoltaïques et serait financé et gouverné localement. Le projet est intitulé « centrales solaires villageoises ». Il est animé par l'idée que chaque village du Vercors puisse, à terme, être équipé de sa propre centrale photovoltaïque pour répondre à ses propres besoins électriques. L'élaboration de projets solaires par ce nouveau collectif devient une occasion de mettre en application des critiques qui avaient été formulées contre le projet de centrale solaire au sol : à la fois sur l'enjeu paysager et sur la mise en discussion élargie du développement solaire.

Or, sous l'impulsion d'une politique nationale du photovoltaïque très incitative, le développement solaire sur le Vercors s'est déroulé en 2010-2011 de manière chaotique et non concertée. Aucune centrale solaire au sol d'envergure n'a été installée. En revanche, sous l'effet des instruments de cette politique, de très nombreuses toitures résidentielles ont été équipées de petites surfaces de panneaux³. Ce développement est marqué par un manque de concertation qui soulève des questions. Tout d'abord

¹ Entretien avec le chargé de mission climat-énergie du PNR Vercors du 30 décembre 2012.

² La structure Rhônalpénergie-Environnement est une association créée en 1978, basée à Lyon, dont le rôle est aujourd'hui d'intervenir en assistance des collectivités territoriales de la région Auvergne-Rhône-Alpes pour leurs projets liés à l'énergie et l'environnement. L'une de ses missions est notamment d'accompagner les PNR de la région dans leurs actions climat-énergie. Son fonctionnement repose essentiellement sur des conventions d'objectifs avec la Région et sur des programmes européens. Le chapitre trois de la thèse fournit une analyse détaillée de la structuration de l'association, de son rôle et de ses différentes méthodologies de travail.

³ Ces petites opérations sont essentiellement limitées à 3kWc. Les opérations de cette puissance sont celles qui bénéficient des subventions les plus favorables par les instruments de la politique nationale (tarifs d'achat, crédits d'impôts, exonération d'impôts sur les revenus solaires). La puissance de 3kWc correspond généralement à une douzaine de panneaux solaires pour une surface d'environ 20 mètres carrés. Ce chiffre est relatif à la moyenne de l'intensité solaire en France.

il apparaît que sans régulation, cette politique nationale tend à inciter économiquement chaque propriétaire de toiture à investir dans une petite opération photovoltaïque sur sa propre toiture sans chercher à identifier si certaines toitures voisines seraient plus propices à une telle opération. Dans certains cas, des propriétaires de toitures parviennent à réaliser des opérations photovoltaïques économiquement profitables alors que leur toiture est mal orientée et se retrouve régulièrement à l'ombre. Ensuite il apparaît que ce développement essentiellement individuel et sur des toitures résidentielles du photovoltaïque ne fait pas l'objet d'un contrôle et d'une régulation au regard des enjeux paysagers et architecturaux par les collectivités territoriales du Vercors. Au-delà de la progressive modification visuelle des bourgs et villages du Vercors, ce développement du photovoltaïque marque l'émergence d'un nouveau paysage de l'énergie de manière non concertée dans un territoire qui a fait des questions paysagères et énergétiques deux enjeux majeurs.

À travers une volonté de mise en concertation, le projet des « centrales villageoises » entend replacer la question du développement photovoltaïque au cœur des enjeux de l'aménagement du territoire. Le collectif qui porte le projet entend tout d'abord permettre à chacun d'investir sur les toitures présentant les meilleurs atouts solaires (intensité, orientation, absence de masques) et organiser ensuite la mise en partage des revenus liés à la vente de l'électricité.

« Si j'ai une toiture exposée plein Nord, je ne mettrais jamais de panneaux sur mon toit. Par le principe d'une société de gestion collective je participe par un actionariat à un investissement sur des toitures orientées au Sud. Si les propriétaires sont d'accord. Le bâti n'est qu'un support, le retour est à la société qui loue le support. On investit dans le toit des autres » - Entretien avec le chargé de mission climat-énergie du PNR Vercors du 30 décembre 2012.

L'enjeu du collectif n'est cependant pas de structurer un choix collectif des toitures les plus productives ou des toitures les plus économiquement rentables pour optimiser un gain collectif économique. La sélection collective des toitures doit également permettre de mettre en discussion les avantages et les inconvénients du choix de chaque toiture au regard des enjeux paysagers et architecturaux de la charte du PNR. L'enjeu de cette mise en discussion est alors de faire du développement photovoltaïque un enjeu concerté de l'aménagement du territoire. L'émergence de ce collectif doterait le territoire de modalités de contrôle sur le développement du photovoltaïque jusqu'ici suscité par l'intéressement économique lié aux instruments de la politique nationale en greffant à ce développement des enjeux jusqu'ici non valorisés économiquement. En cela, le message du collectif s'inscrit dans le prolongement de celui porté par les opposants de la centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors. Il s'agit de proposer de nouvelles modalités pour encadrer le développement photovoltaïque dans les territoires.

Ces projets photovoltaïques dans le Vercors illustrent une première partie du problème géographique lié à la valorisation énergétique du rayonnement solaire. Celui-ci peut être capté et transformé depuis de multiples lieux différents à l'échelle d'un même territoire. Pour autant, tout lieu disposant d'un bon ensoleillement ne constitue pas forcément un site pour réaliser une opération photovoltaïque. Pour développer une telle opération, les porteurs d'un projet doivent construire un site en s'assurant qu'il dispose d'une somme d'atouts (solaires, électriques, paysagers, architecturaux) et que les acteurs présents à proximité dudit site ne s'opposent pas au projet. Or, le caractère diffus du rayonnement solaire suppose que les opposants à un projet photovoltaïque sur un site en particulier peuvent aisément structurer leur opposition autour de la construction d'un projet alternatif sur un autre site. Le terme de site est en cela appréhendé dans le prolongement de Andrew Barry comme une construction politique qui est à la fois un lieu – « site » – et une vue sur la construction de la ressource – « sight » (Barry 1999). Dans cette acception, la construction d'un site solaire devient un processus politique de mise en discussion des logiques de développement du photovoltaïque.

2.2. La construction d'un site solaire : un moment problématique clé pour analyser la construction politique de la ressource ?

Au fil des projets solaires photovoltaïques, les collectifs étudiés proposent différentes approches pour construire des sites au sein desquels sont menées la captation et la transformation du rayonnement solaire. Le projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors est tout d'abord suscité par la publication d'un appel d'offre national. Le devenir de ce projet apparaît essentiellement conditionné par le résultat de cet appel d'offre. Dans ce cadre, le collectif procède à la construction du site pour la centrale selon les logiques de calcul de l'appel d'offre national. Le cahier des charges de cet appel d'offre fait du critère de compétitivité du prix de l'énergie produite l'un des critères discriminants. Dans cette perspective, le collectif place les critères économiques au centre du processus de construction du site. Le processus est tout d'abord circonscrit à des parcelles dont la municipalité de Lans-en-Vercors est déjà propriétaire pour limiter les coûts de l'opération. Au sein des parcelles foncières dont la municipalité est propriétaire, le collectif considère plusieurs sites potentiels qui présenteraient les atouts lui permettant de proposer un prix de l'électricité produite qui pourrait rentrer dans les attendus de l'appel d'offre. Ces atouts sont relatifs à la qualité de l'ensoleillement pour produire de l'électricité, à la possibilité de se raccorder au réseau à moindre coût et enfin à bénéficier de coûts de travaux d'installation et de maintenance raisonnables. La construction du site se fait alors à la lumière de trois relations structurantes : la relation entre celui-ci et le rayonnement solaire, la relation avec le réseau électrique et enfin celle avec le réseau routier. La concertation sur le projet et le processus de construction du site s'adresse aux habitants de la commune, considérés comme le seul public du projet. Puisque ce public

ne peut pas voir la parcelle, le collectif projet estime que la relation visuelle n'est pas une dimension structurante du processus de sélection de la parcelle.

Toutefois, l'opposition locale qui se structure à l'occasion de ces réunions publiques souligne que cette centrale solaire au sol serait visible depuis de nombreux sites du Vercors et notamment depuis plusieurs communes voisines. Par la matérialisation des limites du site lors d'une opération de communication, cette opposition souligne que le public concerné par l'opération ne peut alors pas être réduit aux seuls habitants de Lans-en-Vercors. L'opération organisée par le collectif des opposants au projet permet de convoquer un nouveau public et de faire exister la relation visuelle comme une relation qui ne peut pas être ignorée dans le processus de construction d'un site solaire.

En remettant en cause la logique de construction du site pour la centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors, le collectif d'opposition propose de questionner une certaine logique de développement du photovoltaïque. La logique de propriété (privée ou publique) d'une parcelle ne permet pas d'appréhender l'ensemble des enjeux qui accompagnent à l'échelle d'un territoire le développement du photovoltaïque. De plus, les logiques de calcul essentiellement économiques véhiculées par les instruments de la politique nationale du solaire échouent à encadrer certains enjeux relationnels qui leurs apparaissent essentiels (e.g. la question du paysage).

Dans le prolongement de cette critique, le collectif qui porte le projet des « centrales villageoises solaires » propose une autre approche de la construction d'un site solaire. Il propose de faire de la territorialisation du photovoltaïque un enjeu collectif d'aménagement du territoire. Tout d'abord, dans un territoire où le foncier (essentiellement agricole ou forestier) fait l'objet de nombreuses mesures de protection, le collectif propose de constituer les toitures en réceptacles de la production énergétique locale. Le processus de sélection de toitures solaires qu'ils mettent en place ne remet pas en cause les critères initiaux mis en avant lors du projet de centrale solaire au sol (solaires, électriques, accessibilité). Toutefois ces critères qui vont permettre de définir si une toiture solaire est plus ou moins économiquement rentable sont pondérés par d'autres critères. L'approche collective entend faire exister au cours du processus de construction de sites solaires des relations qui ne sont pas dotés d'une valeur économique par les instruments de la politique nationale mais sont au cœur des enjeux de la charte du PNR (concertation sur l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie, préservation du patrimoine bâti). À travers cette approche, la constitution d'un site solaire n'est plus le résultat d'une démarche essentiellement économique cadrée par une logique de propriété mais le résultat d'un processus collectif concerté d'aménagement du territoire. Les toitures des « centrales villageoises » sont sélectionnées à partir de la prise en compte d'une somme de relations paysagères et architecturales en plus des relations solaires et électriques déjà prises en compte dans le projet de centrale solaire au sol.

L'analyse de ce « cas zéro » souligne que le processus de construction d'un site solaire répond à des logiques détachées du seul critère d'ensoleillement. Ce processus est guidé par l'établissement de relations structurantes entre le rayonnement solaire et un ensemble d'autres entités matérielles (la forêt, le réseau électrique, des toitures, le réseau routier) par les collectifs. Or la construction de ces relations structurantes répond à des logiques d'action des collectifs différentes (e.g. économiques, paysagères).

Ainsi, à la lumière des deux types de projets solaires au sein d'un même territoire, disposant donc d'un ensoleillement similaire, il semblerait qu'il existe différentes manières de saisir le rayonnement solaire et de proposer de le construire en ressource énergétique. Ces différentes manières seraient en jeu à travers la manière dont des collectifs proposent de construire des sites solaires et de prendre en compte des relations. Cette analyse nous invite à questionner par la suite le passage de la source, le rayonnement solaire, à la ressource comme un processus problématique qui se jouerait au moment de la construction d'un site solaire.

Or pour revenir dès à présent et de manière intermédiaire à notre problème initial, les logiques de construction des sites photovoltaïques au cours de ce cas d'étude posent la question de la soutenabilité. Le projet de centrale solaire au sol, qui propose *in fine* de produire de l'électricité à partir d'une source d'énergie renouvelable, passe initialement par une coupe de vingt hectares de forêt sans passer par un processus de concertation élargi à l'ensemble des acteurs du territoire. Lorsque le processus de construction d'un site de projet photovoltaïque ne semble pas soutenable, peut-on pour autant dire que la ressource énergétique solaire que les acteurs de ce projet construisent n'est pas soutenable ?

Section 2 : De la source à la ressource : analyser un processus de construction de qualités

Au fil de la première section du chapitre, nous avons progressivement développé l'idée qu'au sein d'un même territoire le rayonnement solaire pourrait être appréhendé et construit en ressource énergétique selon des logiques différentes. Le passage de la source à la ressource serait plus spécifiquement en jeu à travers les logiques que les acteurs développent pour construire un site solaire et à la lumière des relations et des matérialités (*e.g.* le paysage, la toiture, le sol, le réseau électrique) qu'ils jugent structurantes au cours de ce processus.

Au sein de la géographie, la ressource est comme nous le suggérons ici appréhendée comme résultat d'un processus de production. De même la « source » est saisie comme une réalité distincte de la « ressource » (Lévy et Lussault 2013, p.874). Dans le cas des « ressources naturelles » dans lequel, à travers ces catégories, le cas solaire semble rentrer, le processus de production de la ressource est analysé comme un processus « d'invention ». A travers ce processus, Jacques Lévy et Michel Lussault entendent comprendre comment des entités matérielles se voient conférer des places dans des « ensembles d'acteurs finalisés » (Ibid., p.874). Une telle définition tend à faire de la ressource le résultat d'une somme d'actions intentionnelles au sein de configurations spatiales stabilisées. Or, à travers l'analyse du cas zéro, cette définition apparaît en partie insatisfaisante. Le processus semble tout d'abord chaotique et non linéaire. Il apparaît ensuite que les systèmes d'acteurs et les configurations spatiales et matérielles sont constamment reconfigurés au cours de ce processus. Le processus de construction de la ressource semble parcouru par des enjeux relationnels qui appellent à redéfinir des entités et, à partir de la relation entre ces entités, des qualités.

Dans la seconde section du chapitre, nous partons en quête d'un cadre conceptuel pour instruire la question de la ressource énergétique comme un problème relationnel et questionner dans ce cadre le passage de la source (le rayonnement solaire, ce qui est indifférencié à l'échelle du même territoire, déjà-là) à la ressource. Cette quête de cadre conceptuel procède en deux temps. Dans un premier temps, nous analysons dans la littérature des sciences physiques et des sciences de l'ingénieur qui porte spécifiquement sur le rayonnement et l'énergie solaire comment ce passage est pensé¹. Les questions soulevées au cours de l'analyse de cette littérature nous amènent dans un second temps à interroger

¹ L'identification de cette littérature s'appuie sur un travail de recensement de travaux effectué dans le cadre d'une thèse en histoire des techniques sur le rayonnement solaire et sa valorisation énergétique en France (Pehlivanian 2014, pp.685-723). Parmi les références recensées par Pehlivanian, notre travail d'analyse a porté sur un corpus d'environ cent travaux (articles, thèses et ouvrages scientifiques) équitablement répartis entre les sciences de l'ingénieur, les sciences physiques, et l'histoire des sciences et techniques.

de nouveaux corpus de littérature (*science and technology studies*, sociologie des agencements marchands) pour équiper notre analyse relationnelle.

1. Un processus régulièrement réduit à ses dimensions physiques et techniques

1.1. Abord physique du rayonnement solaire : débats et controverses

La première catégorie de travaux qui retient notre attention regroupe des travaux en sciences physiques et en histoire des sciences physiques. Avant de penser le passage entre rayonnement solaire et énergie solaire qui nous intéresse, ces travaux définissent tout d'abord le rayonnement solaire comme le véhicule de plusieurs formes d'énergie et nous permettent par la suite de stabiliser une connaissance physique de celui-ci.

Dans l'étymologie grecque, le terme d'énergie « ἐνέργεια » qui signifie « force en action » se voit opposé au terme de dynamique/pouvoir « δύναμις » qui signifie « force en puissance ». Au sein des sciences physiques, l'énergie est ainsi saisie comme un « potentiel », une capacité de faire. Plus précisément, l'énergie est une information qui est transmise d'un corps à un autre et peut prendre plusieurs formes. L'énergie est une grandeur qui se conserve en se transmettant (Planck 1887, Klein 2013). Cette énergie peut être par exemple cinétique, thermique, chimique ou nucléaire. Parmi ces différentes formes, le rayonnement solaire est plus directement saisi comme le véhicule de l'énergie en provenance du Soleil (Raimond et Haroche 2013). Le courant électrique est dans cette approche également appréhendé de manière première comme le véhicule d'une énergie.

Avant de penser la chaîne de commodification de la ressource qui nous intéresse, il est important de comprendre le cycle de transmission de l'énergie à partir du rayonnement solaire. Ce cycle démarre lorsque le rayonnement solaire est capté à l'échelle d'un dispositif photovoltaïque. Il est alors transformé en énergie électrique. Cette énergie électrique est expédiée à travers le réseau électrique vers des consommateurs. Ces consommateurs s'en servent alors pour de nouveau produire une énergie rayonnante (éclairage), thermique (chauffage) ou mécanique (moteurs, électro-ménagers). Au cours de ce cycle, l'information est transmise d'un corps à un autre (*e.g.* de l'air à un corps semi-conducteur) et ces corps sont physiquement transformés (augmentation de chaleur, destruction de liaisons atomiques). Une partie de l'énergie est perdue en route (au niveau du dispositif photovoltaïque, dans le réseau électrique) et relâchée dans l'atmosphère.

Avant même le cycle de transmission de l'énergie à partir du rayonnement solaire, la nature physique de ce rayonnement a été au centre de nombreux débats (Beaubois 2014). Il émerge de ces débats que le rayonnement solaire serait le véhicule de plusieurs formes d'énergie. Ce débat est initié par la mise en évidence par Newton à la fin du 17^e siècle que le spectre solaire est composé de couleurs allant du

rouge au violet. Ce n'est toutefois qu'au début du 19^e siècle que deux chercheurs changent drastiquement les connaissances du rayonnement solaire. Ils démontrent que le spectre solaire est également composé de parties non visibles que les observations de Newton n'ont pas relevées. Le chercheur allemand William Herschel démontre en 1800 l'existence des rayons aujourd'hui appelés infra-rouges tandis que son compatriote Johann Wilhelm Ritter démontre en 1801 celle des rayons ultra-violet. Ces découvertes sont révolutionnaires en ce qu'elles soulignent que différentes parties du spectre solaire sont à l'origine d'effets distincts de ce rayonnement (*i.e.* ses effets lumineux, ses effets chimiques, ses effets phosphogéniques, ses effets calorifiques) (Fatet 2015, p.138). Elles suscitent le développement de nouvelles techniques d'observation du rayonnement solaire et de ses effets ainsi que l'élaboration de nouvelles théories sur sa nature (*Ibid.*, p.139). Deux théories apparaissent alors. Elles sont initialement concurrentes et mutuellement excluantes. D'un côté les porteurs de la théorie corpusculaire conçoivent le rayonnement solaire comme un flux de petites particules, dotées d'une énergie cinétique. De l'autre les porteurs de la théorie ondulatoire conçoivent le rayonnement solaire comme une onde. La révolution de la mécanique quantique au sein des sciences physiques apporte au cours du 20^e siècle une troisième théorie qui rend commensurable les deux théories existantes. La théorie de la dualité onde-corpuscule repose sur le principe que les propriétés observées d'un corps dépendent des outils mobilisés dans son observation. Ainsi le rayonnement lumineux présente à la fois des caractéristiques physiques corpusculaires et ondulatoires selon les modalités à travers lesquelles le rayonnement est appréhendé.

Le second débat important relatif à la nature physique du rayonnement solaire porte sur la mesure de l'intensité énergétique du rayonnement solaire et sur la qualification de son caractère diffus. Il se déroule entre le début du 19^e siècle et le début du 20^e siècle. Ce débat émerge de plusieurs observations. Les physiciens soulignent tout d'abord de grands écarts d'ensoleillement : entre moins de 1200h annuelles à proximité des pôles et supérieures à 4000h annuelles dans certaines régions¹. Ces différences temporelles d'ensoleillement coïncident avec des différences de températures entre les pôles et l'équateur. Dans la foulée des travaux de Herschel et de la mise en évidence des rayons calorifiques, le physicien français Claude Pouillet développe des instruments et des modalités expérimentales pour mesurer la température du Soleil et l'intensité énergétique des rayons qui parviennent sur la Terre. Il établit en 1824 une première mesure de la constante solaire (Beaubois 2014, p.52). La constante solaire désigne la quantité d'énergie reçue par une surface de 1m² qui serait perpendiculaire aux rayons du Soleil en l'absence d'atmosphère. Pendant un siècle, le calcul de la constante solaire fait l'objet de nombreuses propositions expérimentales et amène de nouvelles connaissances de la physique solaire (*Ibid.*, p.241). Tout d'abord, l'intensité solaire varie légèrement en

¹ Source : solargis.info - <http://solargis.info/doc/solar-and-pv-data>

fonction de la distance qui évolue entre la Terre et le Soleil en fonction de la position de la Terre sur la trajectoire elliptique de la révolution qu'elle effectue autour de l'astre solaire en 365 jours. Ensuite, une partie du rayonnement solaire est absorbée ou réfléchi dans l'atmosphère à cause de la présence de gaz, d'aérosols et de nuages (Blanc, Espinar et Wald 2013). Enfin, le rayonnement solaire touche le sol de manière perpendiculaire à l'équateur et de manière oblique au niveau des pôles. La quantité d'énergie reçue au sol par unité de surface est donc plus faible en se rapprochant des pôles et plus importantes en se rapprochant de l'équateur. La valeur de la constante solaire est finalement stabilisée au cours du 20^{ème} siècle autour de 1360 W/m². Cette constante solaire n'indique pas l'intensité solaire au sol, puisque celle-ci est diffuse. Elle fluctue en fonction de critères spatiaux et temporels dynamiques.

1.2. Captation du rayonnement solaire : une somme d'enjeux techniques

A partir de ces connaissances sur la nature physique du rayonnement solaire, de nombreux travaux au sein des sciences de l'ingénieur s'intéressent au développement de techniques pour capter le rayonnement solaire diffus et générer à partir de celui-ci des flux énergétiques thermiques ou électriques. L'analyse de ces travaux donne à voir un développement des techniques solaires organisé autour de la recherche du meilleur rendement de captation et de transformation énergétique possible. L'enjeu de cette recherche de rendement est de capter sur une unité de surface la plus grande quantité d'énergie véhiculée par le rayonnement solaire et d'en transmettre la plus grande partie sous une nouvelle forme (*i.e.* énergie thermique, énergie électrique).

Les technologies solaires thermiques et photovoltaïques fonctionnent à partir de la captation d'une large gamme de longueurs d'ondes du rayonnement solaire puis de l'effet photoélectrique ou de l'effet photovoltaïque. L'effet photoélectrique, principe de base des technologies solaires désigne l'émission d'électrons par un matériau lorsque celui-ci est exposé au rayonnement solaire ou à un autre type de rayonnement. Cette émission d'électrons est quasi-instantanée et lorsque le matériau revient à l'équilibre, l'électron dégage une petite quantité de chaleur (Lincot 2007, p.51)¹. Cette chaleur peut être récupérée et véhiculée par des liquides caloporteurs. L'effet photovoltaïque diffère de l'effet photoélectrique en ce que l'électron excité est récupéré et embarqué dans un matériau conducteur afin de former un courant électrique (*Ibid.*, p.51). Une troisième catégorie, les technologies solaires dites thermodynamiques à concentration, ne reposent pour leur fonctionnement ni sur l'effet photoélectrique ni sur l'effet photovoltaïque. Elles ne captent que les rayons ultra-violet à l'aide d'un ensemble de miroirs orientés vers un même point afin de chauffer un liquide caloporteur et de générer

¹ « Lorsqu'un photon est absorbé, il éjecte un électron d'un niveau d'énergie inférieur, vers un niveau d'énergie plus élevé, créant ainsi une paire électron-trou, de même énergie électrique. Généralement cette paire électron-trou revient à l'équilibre en transformant son énergie électrique en énergie thermique ... le matériau chauffe au soleil » (Lincot 2007, p.51)

un flux thermique ou un flux électrique. En cela, les technologies solaires existantes génèrent des flux énergétiques à partir de la captation de longueurs d'ondes variées du rayonnement solaire.

Le développement des différentes technologies énergétiques solaires distingue différentes formes de rayonnement solaire. Le rayonnement direct désigne les rayons UV du Soleil qui parviennent directement sur Terre. Le rayonnement diffus désigne le rayonnement solaire qui provient de l'atmosphère par diffraction et réflexion. Le rayonnement dû à l'albédo désigne le rayonnement solaire qui résulte d'une réflexion sur le sol ou sur une étendue d'eau. Enfin le rayonnement global désigne la somme de ces rayonnements (voir Figure 6, p.55). Le rayonnement direct est mobilisé par les technologies dites à concentration, tandis que le rayonnement global (le rayonnement direct plus le rayonnement diffus) est mobilisé pour le fonctionnement des autres technologies solaires thermiques et solaires photovoltaïques.

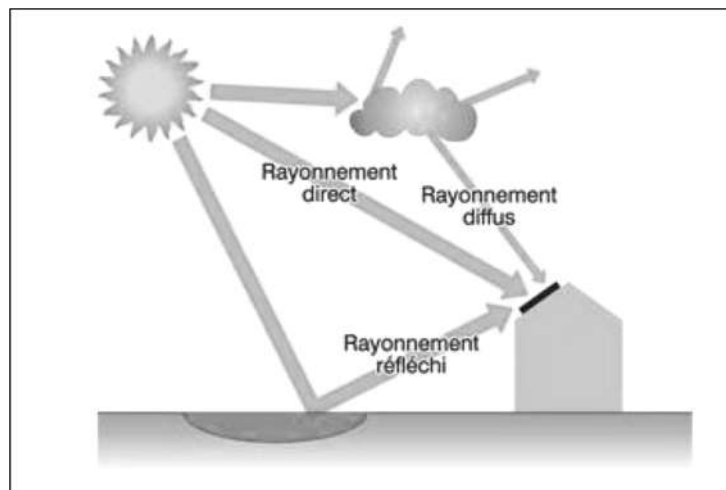


Figure 6: Les différentes formes du rayonnement solaire (Source: www.energieplus-lesite.be)

Le développement du photovoltaïque en particulier renvoie à une compétition entre des filières distinctes autour de l'enjeu majeur de recherche du meilleur rendement énergétique (voir Figure 7, p.56). Ces filières se distinguent par leurs choix de matériaux semi-conducteurs (essentiellement le silicium et dans une moindre mesure pour les filières émergentes d'autres matériaux), par des modalités techniques de valorisation de l'effet photovoltaïque (multiplications des couches de semi-conducteurs au sein de la même cellule, gestion de l'échauffement) et par des options esthétiques (couleurs, flexibilité). Le développement commercial du photovoltaïque à partir des années 1970 s'est essentiellement fait autour des technologies photovoltaïques dites mono et poly-cristallines (en bleu ci-dessous). En l'espace de quarante années, ces technologies sont passées d'un rendement commercial optimal d'environ 10% à environ 25% (Joly et Slaoui 2013, Perlin 2002). Le rapport coût de production/rendement énergétique de ces technologies reste aujourd'hui le meilleur sur le marché et

leur assure une place dominante¹. Toutefois, certaines filières technologiques émergentes qui n'ont pas encore d'applications commerciales atteignent des rendements énergétiques largement supérieurs (en violet et orange ci-dessous) (Rocca i Cabarrocas et Naghavi 2013, Brochon et al. 2013). A terme, ces technologies pourraient permettre de remplacer les modules à base de silicium, très coûteux en énergie lors de leur production et soumis à des phénomènes de surchauffe qui réduisent largement leur productivité (Guillemoles 2013).

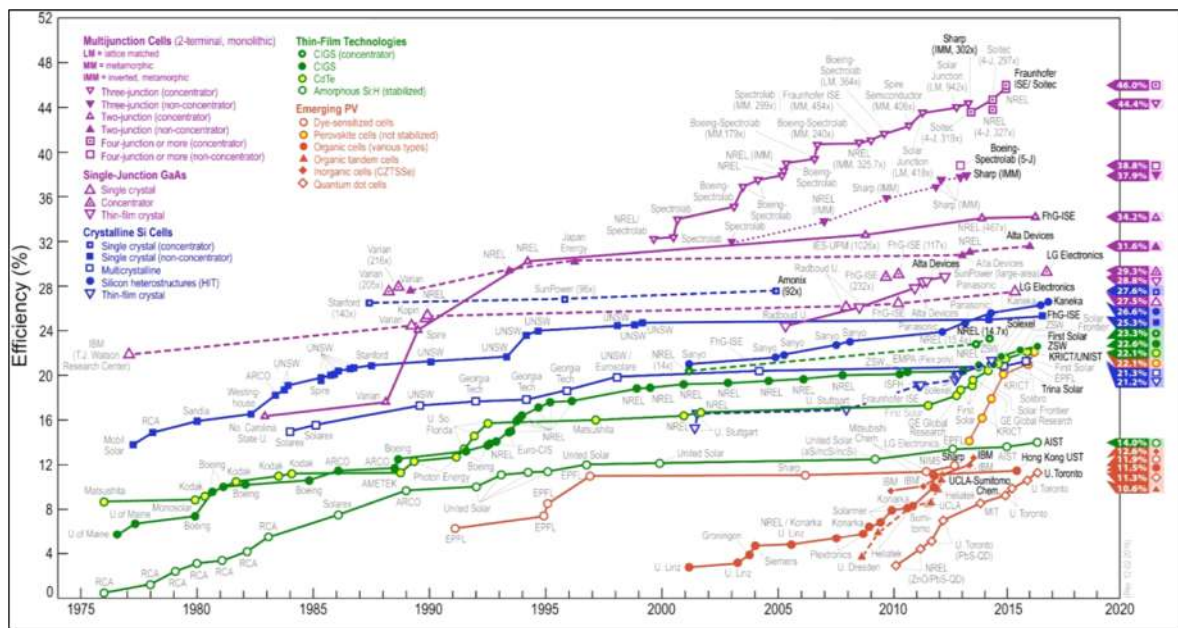


Figure 7: Evolution du rendement record des technologies photovoltaïques existantes de 1975 à 2017. Source: Daniel Lincot, présentation lors des journées PV et SHS du CEA-Itésé du 25 avril 2017)

La question du rendement énergétique du photovoltaïque n'est toutefois pas limitée à des enjeux de recherche technologique en laboratoire. La question du rendement énergétique de la captation du rayonnement solaire se pose également sur site. Il apparaît conditionné à des facteurs d'orientation et d'inclinaison des panneaux. Ainsi, le rendement énergétique de panneaux solaires orientés plein sud peut varier jusqu'à 32% en fonction du degré d'inclinaison de ces panneaux (voir Figure 8, p.57).

Le processus de la captation du rayonnement solaire et de sa transformation en flux électrique est appréhendé, au sein de ce corpus, à l'aune d'un enjeu de construction d'un rendement énergétique. Le rendement énergétique du processus est en jeu à la fois à l'échelle du dispositif photovoltaïque et à l'échelle du site en fonction des modalités d'intégration des panneaux. Dès lors, la pensée du passage du rayonnement solaire à l'énergie solaire n'est pas réduite à un abord physique du rayonnement

¹ « Le silicium cristallin est le matériau semi-conducteur de prédilection pour la fabrication des modules photovoltaïques, avec une part de marché qui a oscillé entre 80 et 90% dans la décennie 2000-2010 alors que le marché a crû d'un facteur de plus de cinquante dans la même période » (Joly et Slaoui 2013, p.165).

solaire mais appréhende une première somme d'enjeux relationnels à travers la focale sur les dispositifs techniques.














| INCLINAISON ORIENTATION | |  0°  |  30°  |  60°  |  90°  |
|---|-------------|--|---|--|---|
| | | Est  | 0,93 | 0,90 | 0,78 |
| Sud-Est  | 0,93 | 0,96 | 0,88 | 0,66 | |
| Sud  | 0,93 | 1,00 | 0,91 | 0,68 | |
| Sud-Ouest  | 0,93 | 0,96 | 0,88 | 0,66 | |
| Ouest  | 0,93 | 0,90 | 0,78 | 0,55 | |

Figure 8: Incidence de l'inclinaison et de l'orientation des panneaux solaires sur le rendement énergétique d'une opération photovoltaïque (Source: www.photovoltaique.info)

1.3. Concentrer le rayonnement diffus : un enjeu matériel

Une autre forme de pensée du passage du rayonnement solaire à l'énergie solaire est développée dans des travaux d'histoire des sciences et techniques. Dans ce champ, des travaux analysent les multiples formes de valorisation et de conversion du rayonnement solaire à des fins énergétiques qui ont existées. Pendant de nombreux siècles, cette valorisation a été le seul fait de convertisseurs biologiques (biomasse de manière générale, céréales, arbres fruitiers...) qui *via* la photosynthèse ont permis aux hommes d'avoir de l'énergie en se nourrissant (Debeir et Deléage 2013, p.22-23). Le rendement énergétique de la valorisation du rayonnement solaire a ensuite rapidement progressé à partir du 19^{ème} siècle avec l'apparition de fours solaires, de technologies thermiques puis au cours du 20^{ème} siècle des technologies photovoltaïques (Herléa 1995). Toutefois les travaux historiques sur la valorisation du rayonnement solaire ne se limitent pas à sa valorisation directe. L'énergie du rayonnement solaire se présente également de manière indirecte sous d'autres formes. Les matières dites carbonées (charbon, pétrole...) résultent de la photosynthèse puis d'une transformation à l'échelle de nombreuses années de la biomasse. En cela, ces matières sont indirectement des matières solaires (Groupe de Bellevue 1978).

Au cœur de ces travaux, l'historien américain Alfred W. Crosby propose une lecture originale de la valorisation énergétique du rayonnement solaire par les sociétés humaines. Dans son ouvrage « Children of the sun », il défend que l'homme a toujours été en quête d'un accès et d'une capacité d'exploiter des formes de soleil de plus en plus concentrées (Crosby 2006, p.61). L'opération de

concentration occupe ici une place centrale dans son argumentaire. Il distingue pour cela les énergies solaires non concentrées (le rayonnement solaire direct, le vent) des énergies solaires qui résultent d'un processus plus ou moins long de concentration énergétique (les matières fossiles). La nature énergétique des matières solaires concentrées varie en fonction du nombre d'années durant lesquelles la matière a vieilli (en centaines, milliers voire millions d'années) et des conditions géologiques dans lesquelles elle a été conservée (profondeur, pression géologique). Par exemple la tourbe est issue d'une matière végétale qui n'a guère plus de quelques milliers d'années. Sa densité énergétique est plus élevée que celle d'une biomasse fraîche mais reste basse. Elle se présente en quantité énorme et est d'accès facile. Ensuite, le charbon est ce qui découle de la tourbe après une longue période de concentration et résulte de restes de forêts vieux de millions d'années. Le charbon a une densité énergétique triple par rapport à celle de la tourbe. Enfin, le pétrole résulte de petits organismes ayant vécu dans les océans et accumulé dans des eaux basses en oxygène puis enterrés très profondément et soumis à des pressions géologiques importantes. Les différentes conditions (spatiales et temporelles) des processus de concentration énergétique auxquelles sont soumises ces matières dotent ces dernières de caractéristiques physiques différentes : des degrés d'intensité énergétique, un aspect liquide ou solide.

Au fil de cet argument, Crosby souligne que l'histoire du rapport des sociétés humaines à l'énergie est une quête constante d'accès à des formes d'énergie de plus en plus concentrées. Les intensités énergétiques contenues dans ces matières n'ont été que progressivement découvertes et valorisées. Leur valorisation a notamment été permise par des découvertes technologiques et par la capacité des sociétés à accéder à des matières situées dans les profondeurs de la Terre. Crosby reprend ici la distinction entre source et ressource. Les matières fossiles présentant différents degrés physiques de concentration énergétique ne constituent pas en elles-mêmes des ressources. Leur constitution en ressource dépend de conditions d'accès et de conditions techniques. En cela, bien qu'il ne le mentionne pas, Crosby propose d'étendre la constitution de ces matières en ressources énergétiques au-delà d'un processus de concentration uniquement physique. En cela, nous pouvons souligner que ces matières seraient constituées en ressource au fil d'un processus de concentration sociotechnique.

Au contraire des énergies fossiles qui présentent un abord physique concentré, le rayonnement solaire a un abord physique diffus. Cet abord n'est cependant pas une barrière à sa constitution en ressource. Le processus de construction de la ressource suppose pour cela de procéder à la concentration du diffus. Cette concentration est opérée à l'échelle de sites de captation du diffus et de dispositifs techniques. Le flux physique diffus est concentré à l'échelle du site et transformé en un flux contraint et concentré (e.g. un courant électrique qui circule dans le réseau). Comme nous l'avons souligné au cours de l'analyse du « cas zéro », la construction d'un site de captation du rayonnement solaire convoque des matérialités multiples (le site, la toiture, le panneau solaire, le réseau électrique, le paysage), et repose

sur des enjeux contextualisés (économiques, politiques, techniques, spatiaux). La concentration n'est ainsi plus un caractère physique mais le résultat d'un processus sociotechnique mené à l'échelle du site solaire.

Au fil de notre analyse de travaux en sciences physiques, sciences de l'ingénieur et histoires des sciences et techniques, le rayonnement solaire est apparu cadré par un abord physique (une intensité énergétique, diffuse, abondante). La valorisation énergétique de ce rayonnement n'est cependant pas un processus réduit à cet abord physique. Elle est conditionnée à une opération de captation et de concentration du diffus menée à l'échelle de sites solaires et de dispositifs techniques. La proposition analytique de l'historien Crosby nous amène à appréhender cette opération de concentration du diffus comme un processus spatial, matériel et technique. Les caractéristiques de la ressource énergétique ne devraient en cela pas être appréhendées comme des caractéristiques naturelles qui émergent d'une physique. Les caractéristiques de la ressource émergent d'une somme d'enjeux relationnels au cours de la construction d'un site solaire. La ressource solaire pourrait ainsi être dotée de caractéristiques différentes d'un site de captation à un autre. L'hétérogénéité de ces caractéristiques de la ressource émergerait de configurations matérielles, techniques et spatiales elles-mêmes hétérogènes. En cela la construction de la ressource solaire serait appréhendée comme un processus conditionné par des enjeux relationnels à la fois techniques, matériels et spatiaux.

Ce premier résultat nous amène à revenir de manière intermédiaire sur notre première hypothèse. A ce stade de notre raisonnement, les qualités de la ressource énergétique solaire se révèlent être *a priori* distinctes de celle du rayonnement solaire. Cette formulation nous amène à distinguer la physique (le rayonnement solaire diffus) de la matérialité de la ressource (ce qui est constitué à l'échelle d'un site). Physique et matérialité sont néanmoins co-constituantes de la ressource. Plus précisément, elles constituent deux façons d'aborder la ressource. L'abord physique renvoie au rayonnement solaire comme une chose déjà-là, indifférenciée, tandis que l'abord matériel renvoie à une chose qui est ouverte à différentes propositions et construite à l'échelle d'un site. Le rayonnement solaire préexiste à la ressource. Cependant réduire la ressource à sa physique tend à refermer le problème géographique. Au-delà de la seule physique, l'appréhension de la ressource peut être étendue à différents degrés de matérialité en fonction des enjeux relationnels analysés. La construction de la ressource peut être saisie à la lumière d'enjeux relationnels uniquement techniques (le dispositif technique, l'organisation d'un site de captation, le réseau électrique). La construction de la ressource peut également être saisie à la lumière d'enjeux relationnels paysagers et architecturaux comme suggéré par l'exemple du « cas zéro ». Cette analyse renvoie pour la suite de notre raisonnement à de nouvelles questions. Comment penser la construction de la ressource énergétique solaire à partir du rayonnement solaire comme un processus

matériel ? Comment différentes caractéristiques de la ressource peuvent-elles émerger à l'échelle d'un même site ?

2. Construire la ressource : rentrer dans la matérialité du processus pour saisir sa dimension politique

2.1. Passer du rayonnement solaire à la ressource : un processus de résolution de problèmes

Comme suggéré précédemment, le passage du rayonnement solaire (indifférencié, déjà-là, diffus) à la ressource (constituée de multiples façons différentes à l'échelle d'un site) serait un processus parcouru par des enjeux relationnels multiples. Dans la sous-section précédente nous avons souligné que ce passage pouvait être appréhendé comme un processus matériel de concentration du diffus. Dans cette perspective, notre attention porte par la suite sur l'abord matériel du processus de construction de la ressource énergétique solaire.

Afin d'éclaircir ce que nous entendons par « abord matériel », il convient d'emblée de préciser le cadrage retenu ici pour la notion de « matérialité ». Celle-ci occupe une place importante depuis une dizaine d'années à l'agenda scientifique des sciences humaines et sociales. Cette importance est construite autour de références à la contribution de la philosophie poststructuraliste au cours des années 1970 et 1980. Cette philosophie attire le regard sur le rôle des agencements matériels dans la construction de l'action et des rapports de pouvoirs. Le travail de Michel Foucault sur le panoptique en constitue un exemple. Le panoptique est un dispositif carcéral qui permet de rendre tous les détenus visibles depuis un lieu central du dispositif sans que ces détenus puissent voir leurs surveillants. La matérialité du panoptique tend ainsi à agir sur le comportement des détenus et à modifier l'organisation du dispositif carcéral (Foucault 1977). Dans la foulée de ces travaux, Arjun Appadurai souligne dans son ouvrage « *The social life of things* » que la matérialité des objets joue un rôle structurant dans la constitution d'individualités, de mondes sociaux et de hiérarchies sociales (Appadurai 1986). La vie sociale est une réalité construite qui ne peut pas être séparée du monde matériel. L'influence de ces travaux sur la matérialité suscite au sein des sciences humaines et sociales un « *material turn* » (Mukerji 2015, p.4) et un intérêt grandissant pour le rôle de la matérialité dans les relations de pouvoir (Bennett 2004, 2010, Bennett et Joyce 2010, Marres 2012).

Ce '*material turn*' est renforcée par les travaux sur la matérialité au sein des *Science and Technology Studies* (STS) qui formulent une proposition de théorie de l'action originale. Pour quitter la dichotomie sujet/objet qui suppose que sujets et objets sont donnés et qu'ils ne sont pas dotés des mêmes capacités d'action, ces travaux proposent le couple de notion humain/non-humain. Ces notions visent à nous interroger sur la construction respective de l'un et de l'autre (Latour 2008). La contribution des

STS permet de déconstruire l'idée d'une passivité de la matière et de saisir celle-ci comme une somme d'actants non-humains jouant un rôle clé dans le déploiement de l'action (Akrich, Callon et Latour 2006). Ces non-humains ne sont pas dotés d'une intentionnalité dans l'action mais agissent au sens où ils font faire (Callon et Law 1997).

Cette approche théorique au sein des STS nous amène à saisir la construction de la ressource comme un processus sociotechnique au cours duquel les matérialités jouent un rôle clé. Nous revenons pour cela sur l'analyse menée par Madeleine Akrich de la construction d'une nouvelle ressource énergétique au Nicaragua dans les années 1980 (Akrich 1989). Le projet qu'elle étudie émerge d'une volonté du gouvernement nicaraguayen de trouver une solution à l'épuisement du bois pour le chauffage et la cuisine. Ce bois est la principale source énergétique d'une grande partie de la population et se trouve soumis à une pression importante dans un contexte de guerre. Dans un partenariat avec un institut suédois, le gouvernement importe une technologie développée en Suède pour valoriser les résidus forestiers en les transformant en « briquettes ». Cette technologie est importée au Nicaragua pour tenter de faire, à partir des résidus de l'agriculture cotonnière (les tiges de coton) des briquettes combustibles. L'organisation du système de valorisation énergétique de ces déchets se révèle être bien plus qu'un projet technique. Le problème politique initialement formulé (la transformation d'un déchet, les tiges de coton, en ressource énergétique) soulève une somme d'enjeux. Il faut tout d'abord adapter la machine suédoise pensée pour les résidus du bois au traitement d'une matière aux caractéristiques différentes. Ce processus d'adaptation passe par l'ajustement mutuel de la machine (son fonctionnement technique) et des tiges de coton (des opérations de traitement préalable à son passage dans la machine). Il faut également susciter l'émergence d'un marché pour les briquettes de coton. Cette émergence passe également par un processus d'ajustement mutuel du produit (aux demandes des consommateurs) et de ses consommateurs qui doivent développer de nouvelles compétences pour s'en servir. Ce nouveau système doit enfin rendre commensurable un nouveau marché énergétique et les temporalités saisonnières de l'agriculture cotonnière. La production des briquettes doit être concentrée dans le temps et se doter de grandes capacités de stockage pour subvenir aux demandes tout au long de l'année. Akrich souligne que le problème initialement formulé (faire de la tige de coton une ressource énergétique) devient au fil des épreuves rencontrées celui de l'adaptation mutuelle de la technologie suédoise avec le contexte nicaraguayen (*Ibid.*, p.52). La construction de la ressource énergétique « briquettes de tiges de coton » est chargée de problèmes dans son émergence et cette émergence tend constamment à recomposer le monde qui l'entoure : le fonctionnement technique de la technologie suédoise, le marché de l'énergie au Nicaragua, les attentes des consommateurs et leurs compétences dans le traitement de leur approvisionnement énergétique, le fonctionnement de l'agriculture cotonnière (*Ibid.*, p.52). La ressource « briquettes de tige de coton » n'est plus cadrée par

un contexte mais co-émerge avec ce contexte. Au fil de l'évolution des épreuves rencontrées et des problèmes formulés, les caractéristiques de la ressource évoluent.

L'abord analytique sociotechnique nous permet de souligner que la construction de la ressource émerge par émergence et la résolution continue de problèmes. Une même entité peut à travers la formulation de différents problèmes être constituée en ressource de plusieurs manières et ainsi présenter des caractéristiques distinctes. Cet enseignement éclaire l'analyse du « cas zéro ». Le processus de construction de la ressource mis en place par les différents collectifs solaires repose sur différentes formulations de problème. Le collectif projet de la centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors se construit autour d'une intention initiale de réponse à l'appel d'offre national. Dans leur compréhension des critères de cet appel d'offre, le problème formulé est de produire une électricité à un prix maîtrisé. Autour de ce problème, certains enjeux relationnels deviennent structurants (l'accès au réseau électrique et au rayonnement solaire) tandis que d'autres ne le sont pas (le paysage). Le collectif d'opposition au projet de centrale solaire au sol propose de reformuler ce problème en soulignant que le développement du photovoltaïque appelle un travail de construction de nouveaux paysages de l'énergie. Par cette reformulation, ils font intervenir de nouveaux enjeux relationnels dans la construction de la ressource. Par la suite, le collectif des centrales villageoises formule un nouveau problème : le développement du photovoltaïque est un enjeu d'aménagement du territoire à mettre en concertation. Cette formulation amène le collectif à saisir une somme de nouveaux enjeux relationnels.

Cet abord sociotechnique du processus de construction de la ressource énergétique solaire nous amène à saisir comment des collectifs font du rayonnement solaire (saisi comme une entité indifférenciée) une ressource dotée de différentes caractéristiques au fil de l'identification et la résolution de problèmes sociotechniques.

2.2. Une construction de la ressource solaire marquée par l'émergence de « qualités »

Les caractéristiques de la ressource solaire semblent être progressivement construites au fil de la résolution de problèmes sociotechniques. Toutefois le terme même de « caractéristiques » utilisé jusqu'ici renvoie à une nature figée des choses alors même que la proposition relationnelle souligne la nature dynamique de la ressource. La sociologie des agencements marchands propose spécifiquement de discuter la construction relationnelle de la valeur d'une entité (en l'occurrence des biens marchands) et ainsi de ses caractéristiques. Au sein de ce champ de littérature, plusieurs auteurs proposent de remplacer le terme de « caractéristiques » par la notion de « **qualité** ». Nous proposons ici de présenter

comment ces auteurs appréhendent le processus de construction relationnel de biens autour de la notion de qualité puis de questionner l'apport de leurs recherches à notre étude de la ressource solaire. Le texte intitulé « L'économie des qualités » écrit par Michel Callon, Cécile Méadel et Vololona Rabeharisoa constitue une entrée très heuristique sur la notion de qualité. Dans une lecture critique du fonctionnement de l'économie, ils proposent de distinguer le « bien » du « produit » (Callon, Méadel et Rabeharisoa 2013, p.143). Alors que les deux termes sont parfois pensés comme réciproquement substituables, les auteurs suggèrent qu'ils renvoient à des états différents des objets de l'économie. Le « bien » renverrait à un stade de stabilisation des caractéristiques d'un objet tandis que le « produit » renverrait au processus de constante transformation et reconfiguration des caractéristiques de ce même objet (*Ibid.*, p.144-145) : le « bien » définirait un état tandis que le « produit » définirait un processus¹. Le bien est évalué par l'acheteur comme une combinaison de caractéristiques qui permet d'établir sa singularité en comparaison à celle d'autres biens. C'est par l'établissement de cette singularité et sa rencontre avec des besoins qu'une valeur est attribuée à ce bien. En prenant l'exemple d'une voiture, les auteurs soulignent que ses caractéristiques (tenue de route, cylindrée, consommation, confort de l'habitacle, résistance à la corrosion de sa peinture, délais de livraison) ne seraient pas universellement stabilisées (*Ibid.*, p.146). Elles dépendraient au contraire d'un travail de mesure et de tests et de la façon dont sont menés ces tests. Ces dispositifs de tests soulignent que les caractéristiques d'un même bien peuvent varier selon la façon dont le bien est appréhendé et le contexte au sein duquel il est éprouvé : ces caractéristiques sont instables. C'est le constat de l'instabilité des caractéristiques d'un bien (une entité préalablement définie comme stable) en fonction des contextes dans lequel il est appréhendé qui amène les auteurs à se détourner du terme de caractéristique au profit de celui de qualité. Le terme de qualité renvoie alors non pas à un état ou une caractéristique stabilisée mais à un processus toujours ouvert de construction et d'adaptation (*Ibid.*, p.147).

Cette appréhension relationnelle des qualités d'une entité au sein de cette littérature des agencements marchands porte *in fine* sur la construction de valeurs marchandes. Dans l'exemple précédemment présenté, le consommateur n'achète pas un bien mais un ensemble de qualités. Il n'achète par exemple pas uniquement une voiture, il achète une tenue de route, un confort de l'habitacle, une cylindrée, une résistance à la corrosion de la peinture ou encore un délai de livraison. En cela, l'opération relationnelle de construction de qualités renvoie directement à une opération relationnelle de valuation. Ce terme de valuation, mis au travail par Fabian Muniesa en s'inspirant de la philosophie pragmatiste de John Dewey équipe les analyses en sociologie sur la construction des valeurs économiques (Muniesa 2011).

¹ « Les produits, pour emprunter cette belle expression à Appadurai (1986), sont des biens qui font carrière. Les biens, par symétrie, sont des produits (provisoirement) stabilisés. » (*Ibid.*, p.148).

La valeur d'une chose ne serait pas donnée par essence, elle serait construite au fil de l'établissement de modalités de calcul et de son insertion dans un jeu de relations (*e.g.* hiérarchie, équivalence). En cela, la valuation est un processus relationnel toujours ouvert, il est parcouru d'un mouvement permanent (*Ibid.*, p.32). La valeur d'un bien évolue au rythme de l'évolution des qualités de ce bien, qui elles-mêmes évoluent constamment au fil de nombreuses relations.

La comparaison entre les biens marchands qui retiennent l'attention des auteurs préalablement cités et la ressource solaire a ses limites. Les biens marchands étudiés sont inexistants avant d'être produits tandis que la ressource solaire renvoie à une tension entre un préexistant indifférencié et une construction sociotechnique de différences. Au-delà de cette tension qui reste au cœur de notre analyse, l'apport notionnel de la sociologie des agencements marchands éclaire le processus relationnel de construction de la ressource énergétique solaire.

Dans notre cas initial, la construction différenciée de la ressource solaire ne repose pas sur des différences d'intensité solaire puisque les projets solaires sont situés au sein du même territoire. La construction de la valeur de la ressource énergétique solaire semble reposer sur deux processus parallèles de construction et de hiérarchisation de qualités. Le premier est un processus politique dont émerge des instruments de soutien au développement du photovoltaïque et des modalités de calcul. Le second est un processus local de projet qui discute et remet en perspective ces modalités de calcul à partir d'une situation et d'une formulation de problème. En cela, ces 'qualités' de la ressource sont politiques.

Tout d'abord ce processus politique attribue à la ressource une valeur en associant à chaque kWh produit à l'aide de dispositifs photovoltaïques une équivalence en euros. Cette attribution d'une valeur passe essentiellement en France par l'établissement d'un tarif d'achat¹. L'obtention de ce tarif passe pour chaque nouveau producteur par un raccordement au réseau électrique. Le montant de ce tarif d'achat est établi pour intéresser un investisseur moyen recherchant un taux de retour sur investissement. Il est soumis à un cadrage régulier pour ajuster ce retour sur investissement par rapport aux coûts estimés d'un projet photovoltaïque (évolution du prix des panneaux, des coûts de raccordement) et aux objectifs politiques nationaux (objectifs quantitatifs de développement de la filière, ajustements de dérives du marché). A travers ce tarif, la politique nationale du photovoltaïque formule des propositions de construction de la ressource et de sa valeur. Toutefois cette proposition est mise à l'épreuve au niveau de chaque processus de projet photovoltaïque. Au cours du processus de projet, chaque collectif discute ces propositions contenues dans la politique nationale et tend à

¹ Le chapitre 4 propose une lecture en profondeur de cette politique nationale du solaire et des logiques relationnelles attachées à ses différents instruments.

problématiser sa démarche différemment. Dans le « cas zéro », le collectif du projet de la centrale solaire au sol essaye de coller le plus étroitement possible aux critères de la politique nationale. Le projet est alors guidé par la recherche d'un rendement économique. Celui-ci émerge de la construction de qualités valorisées économiquement par les instruments de la politique nationale (solaires, électriques). Le collectif des « centrales villageoises » décide au contraire de discuter la proposition de construction de valeur de la politique nationale et de proposer une autre hiérarchie de qualités. En proposant de faire du développement photovoltaïque un enjeu de développement concerté du territoire du Vercors, ils proposent de construire la ressource solaire autour de qualités que la politique nationale ne valorise pas économiquement (paysagères, architecturales, concertation politique) tout en restant dans un cadre d'action balisé par le tarif d'achat.

A la lumière de ces apports théorique, notre analyse du « cas zéro » permet de souligner que la ressource solaire n'est pas dotée d'une valeur intrinsèque. Elle n'est pas non plus dotée d'une valeur générale construite par un cadre politique national (des objectifs, des visions, des modalités de calcul). **Sa valeur émerge d'un dialogue entre le cadre politique national et le processus de projet, organisé autour de la formulation de problèmes différents, au sein desquels les acteurs mettent en discussion ce qui importe pour eux : des qualités politiques.**

2.3. Synthèse : la ressource est une construction politique dotée de qualités territorialisées

Nous avons progressivement fait émerger l'idée que le caractère diffus du rayonnement solaire et sa construction en ressource énergétique constitueraient un problème géographique. L'analyse de ce problème nous permettrait alors de questionner les enjeux de la territorialisation du photovoltaïque. Nous avons pour cela souligné que la ressource énergétique constituée par la captation du rayonnement solaire pouvait être dotée de qualités politiques différentes.

Dans un abord physique et non relationnel du processus de construction de la ressource, l'idée que celle-ci puisse être dotée de qualités différentes est pourtant loin d'être évidente. Dans cette perspective, les caractères abondant et diffus du rayonnement solaire suggèrent que des opérations de captation peuvent être menées en tout point de l'espace. L'énergie solaire serait pensée comme une ressource non soumise à des phénomènes de rareté (Berman 1996, p.245). A l'échelle de la vie humaine, détachée de la durée de vie estimée du soleil (encore environ cinq milliards d'années), cette ressource solaire serait « inépuisable » (Scheer 2001, p.20). Toutefois une telle approche et ces raccourcis laissent de côté des enjeux problématiques centraux.

Au fil des apports de plusieurs champs de littérature (sociologie des sciences et techniques, sociologie des agencements marchands), nous avons ainsi proposé une nouvelle manière de définir et d'aborder le processus de construction de la ressource énergétique solaire. La proposition d'abord sociotechnique

nous a permis de mettre en avant une somme d'enjeux problématiques. La construction de la ressource apparaît tout d'abord marquée par le rôle joué par un ensemble de matérialités (le réseau électrique, le paysage, les toitures, le sol). Si les caractéristiques physiques du rayonnement solaire laissent à penser qu'il serait inépuisable, ces matérialités sont bien soumises à des phénomènes de rareté et à des enjeux d'épuisabilité. En cela, elles jouent un rôle central dans l'émergence des qualités de la ressource. Ensuite, le cas de la ressource énergétique solaire soulève un enjeu technique spécifique. Les qualités de la ressource apparaissent dépendre de la façon dont le réseau électrique est mobilisé, sur la façon dont les logiques de calcul spécifiquement véhiculées par le réseau contraignent l'organisation des projets solaires. Enfin, ces enjeux techniques et d'épuisabilité matérielle suggèrent que l'espace n'est pas le support homogène et passif de la production d'énergie solaire. Au contraire, les qualités de la ressource semblent émerger différemment d'une configuration socio-spatiale à l'autre. La mise en évidence de ces enjeux (matériels, techniques, spatiaux) nous incite alors à faire du passage du rayonnement solaire (indifférencié, déjà-là) à la ressource énergétique solaire (différenciée, dotée de qualités politiques et d'une valeur économique) un enjeu problématique central pour penser la territorialisation du photovoltaïque.

Ce passage apparaît tout d'abord reposer sur la façon dont les acteurs font de la constitution de la ressource un problème (*e.g.* produire de l'électricité à moindre coût pour être sélectionné dans le cadre de l'appel d'offre national, produire de l'électricité collectivement comme une manière de pousser la mise en concertation d'enjeux essentiels de l'aménagement du territoire). La formulation d'un problème entraîne l'établissement de règles collectives d'appropriation de la ressource qui sont à la fois des règles de construction de qualités politiques et de mise en partage d'une valeur.

A ce stade de notre raisonnement, nous proposons de revenir sur nos hypothèses initialement formulées. Tout d'abord, en réponse à la première hypothèse **(H1)** nous soulignons ici un premier résultat : **les qualités de la ressource énergétique solaire résultent d'un processus matériel et sont distinctes des caractéristiques physiques du rayonnement.**

En revenant sur notre étude de cas initiale, nous pouvons pointer un second résultat dans le fil de notre troisième hypothèse **(H3)**. Les deux projets photovoltaïques analysés s'organisent autour de la formulation de problèmes initiaux pour construire la ressource énergétique solaire distincts (voir Tableau 4, p.67). A partir de ces problèmes initiaux, les deux collectifs respectifs proposent des logiques différentes de construction d'un site solaire à travers la prise en compte de matérialités différentes. Dans le prolongement de ces choix, la ressource qu'ils tendent à construire ne présente pas les mêmes qualités relationnelles dans les deux cas.

| | Problème à résoudre pour construire la ressource | Matérialités prises en compte et logiques de construction d'un site solaire | Qualités de la ressource |
|---|--|---|---|
| Projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors | Etre lauréat de l'appel d'offre national afin de rémunérer l'investissement dans le photovoltaïque. Pour cela, produire un kWh à bas coût. | Les matérialités qui ont un impact sur le coût final de production du kWh (le réseau électrique, le réseau routier, la parcelle forestière). Le site est construit à partir d'une logique essentiellement économique | Ressource collective dotée d'un bon rendement économique mais dont la construction peut être clivante à l'échelle du territoire. Ressource renouvelable dont la soutenabilité est discutable |
| Projet de « centrale villageoise » dans le Vercors | Faire du développement du photovoltaïque dans le Vercors une question concertée d'aménagement du territoire. Pour cela associer au maximum les acteurs du territoire | Les matérialités qui ont un impact sur l'économie du projet mais également celles qui ne sont pas valorisées économiquement (le paysage, l'architecture). Le site est construit autour de logiques à la fois économiques et paysagères. | Ressource collective susceptible de s'inscrire dans des projets de territoires collectifs concertés mais dotée d'un moindre rendement économique. Ressource renouvelable et soutenable. |

Tableau 4: Synthèse des qualités de la ressource construites dans le cadre des projets photovoltaïques du "cas zéro"

Dans un cas comme dans l'autre, l'opération photovoltaïque permet de réduire l'empreinte carbone des consommations énergétiques sur le territoire. Dans le premier projet, l'opération photovoltaïque au sol permettrait de produire beaucoup d'électricité et de générer des revenus économiques importants pour financer des opérations de production d'énergie renouvelable ou de rénovation thermique. Toutefois le projet photovoltaïque tend à avoir des impacts écologiques annexes (la coupe d'une forêt) et le processus de concertation laisse de côté de nombreux acteurs concernés par le projet. La soutenabilité de la ressource énergétique solaire n'est alors pas établie. Le projet de centrale villageoise solaire sur toitures porte de son côté sur une production d'électricité et de revenus solaires de moindres ampleurs. Il propose en revanche de mettre l'accent sur l'enjeu de concertation au cœur du projet photovoltaïque et sur des enjeux non valorisés économiquement (redistribution des revenus, mise en concertation de l'émergence de nouveaux paysages). La soutenabilité de la ressource énergétique solaire semble alors plus facilement construite. Nous soulignons ici qu'**au sein d'un même territoire et à partir d'une même source d'énergie, la construction de la soutenabilité de la ressource dépend de la manière dont les collectifs prennent en compte les matérialités et proposent de construire un site pour concentrer le diffus.**

Enfin, à l'issue de ce chapitre et après avoir souligné que (H2) le passage du rayonnement solaire à la ressource énergétique pourrait être mené selon des modalités d'action multiples, nous proposons de reformuler notre hypothèse pour poursuivre notre enquête sur la ressource. Nous avons au cours du chapitre précédent souligné l'intérêt d'appréhender le processus de construction de la ressource selon

une approche relationnelle. Nous avons pour cela souligné que les qualités de la ressource émergeaient de l'établissement de relations structurantes. Au fur et à mesure de notre analyse, nous avons appréhendé ces enjeux relationnels comme des enjeux qui pouvaient à la fois être matériels, techniques et spatiaux. Dans la perspective de systématiser notre analyse relationnelle du processus de construction de la ressource énergétique solaire, nous proposons d'appréhender ces enjeux comme des « dimensions » du processus. Le terme de « dimension » renvoie alors à des réalités simultanées et enchevêtrées du processus de construction de la ressource dans une appréhension relationnelle de celui-ci. Notre proposition de systématisation de notre analyse s'organise alors autour d'une hypothèse reformulée : **(H2bis) l'émergence de qualités lors du passage du rayonnement solaire (indifférencié) à la ressource solaire (dotée de qualités différentes) serait en jeu au fil de trois dimensions (matérielle, technique, spatiale).**

Chapitre 2 : La construction politique de la ressource solaire : cadres théoriques pour une analyse relationnelle

La construction de la ressource énergétique solaire a été appréhendée au fil du premier chapitre comme un processus au devenir incertain. Au sein d'un même territoire, deux collectifs engagés dans deux projets photovoltaïques voisins peuvent ainsi proposer de construire la ressource différemment. Nous avons appréhendé cette différence à la lumière de la notion de qualité relationnelle de la ressource. Les qualités de la ressource émergent à la fois de la manière dont des acteurs problématisent la construction de cette dernière. A la lumière de cette problématisation, ces acteurs saisissent et hiérarchisent des enjeux relationnels et à travers cela établissent collectivement des règles de construction et d'appropriation de la ressource. Au cours du second chapitre, notre enquête sur la construction de la ressource prend pour objet ce processus d'émergence de qualités au cours du passage du rayonnement solaire (indifférencié, déjà-là) à la ressource solaire (dotée de qualités et d'une valeur). Dans le prolongement du premier chapitre, nous proposons de systématiser notre analyse relationnelle du processus de construction de la ressource en mettant à l'épreuve une nouvelle hypothèse : **(H2bis) l'émergence de qualités lors du passage du rayonnement solaire (indifférencié) à la ressource solaire (dotée de qualités différentes) serait en jeu au fil de ces trois dimensions (technique, matérielle, spatiale).**

Cette mise à l'épreuve procède par un aller-retour permanent entre une analyse de la manière dont chacune de ces dimensions est appréhendée dans la littérature et notre cas d'« étude zéro ». Pour cela le chapitre est organisé en trois sections examinant successivement (1) la dimension matérielle du processus de construction de la ressource, (2) sa dimension technique et (3) sa dimension spatiale. Nous soulignons néanmoins, au fil de cette analyse, que ces dimensions du processus de construction de la ressource énergétique solaire sont indissociables.

Section 1 : Construction politique de la ressource et matérialité

Le premier volet de notre analyse porte sur la question de la matérialité. Nous avons préalablement souligné que l'émergence des qualités de la ressource semblait liée à l'établissement de relations structurantes entre le rayonnement solaire et un ensemble de matérialités (*e.g.* le réseau électrique, le sol, les toitures, le paysage). En cela, l'émergence des qualités de la ressource ne semble pas uniquement dépendre de la manière dont le rayonnement solaire est appréhendé mais également de la façon dont l'ensemble de ces matérialités le sont. Or, comme nous le soulignons au fil de l'analyse du cas d'étude initial, ces matérialités sont notamment appréhendées par les acteurs au regard de leur régime de propriété – « qui est le propriétaire de la parcelle foncière ? qui est le propriétaire des toitures ? » – qui en cela semblent cadrer le processus de construction de la ressource comme un processus d'appropriation.

Pour analyser la question de la matérialité au cœur du processus de construction de la ressource et notamment l'abord en terme de régime de propriété, la section est organisée en deux sous-parties. Dans un premier temps nous proposons de questionner le raisonnement relationnel sur la ressource à partir du cadre de la propriété (dans le droit, au sein des travaux d'Ostrom en économie sur les communs). A partir des questions soulevées, nous questionnons dans un second temps le raisonnement relationnel sur la ressource développé dans le cadre des analyses sociotechniques.

1. Ressource, matérialité et appropriation : plusieurs degrés de pensée relationnelle

1.1. Ressource solaire et droit de la propriété : une approche relationnelle limitée

Le premier volet de notre enquête nous amène à analyser la façon dont le rayonnement solaire et la ressource énergétique solaire sont appréhendés dans le droit et comment *in fine* ils sont qualifiés et se voient encadrés par des règles autour du principe de propriété.

La question de la nature juridique du rayonnement et de la ressource solaire est examinée à l'occasion d'un séminaire fondateur organisé à Strasbourg en 1979. Le développement des technologies solaires est alors balbutiant et les organisateurs se demandent quels sont les défis que ce développement pourrait susciter pour les juristes (Hertzog 1979, Martin 1979, Prieur 1979). Lors de ce séminaire, ces auteurs soulignent que l'énergie solaire pose plusieurs problèmes aux juristes. Dans la perspective de réfléchir à la fois à l'insertion de technologies solaires dans l'espace public et aux modalités de leur développement, ils doivent donner un statut à cette « énergie solaire », l'appréhender à l'aide des

concepts juridiques classiques (Bailleul 2010, p.9). Ces concepts retiennent ici notre attention afin de saisir comment les juristes contemporains raisonnent.

Aux yeux des juristes, il existe tout d'abord des faits de nature (*e.g.* le fait qu'il pleuve ou au contraire que le soleil brille) sur lesquels le droit n'a aucune prise. Ces « faits purs » sont en dehors de ce qu'ils appellent la « sphère juridique », c'est-à-dire le domaine du droit. La sphère juridique démarre avec le concept de « chose » (voir Figure 9, p.72). Ce concept est défini par défaut comme « ce qui se distingue de la personne », et de manière positive comme « *le terme générique qui désigne toute portion de réalité, isolable et identifiable, que le droit découpe dans la masse informe du réel pour la régir, serait-elle dépourvue de substance matérielle, serait-elle inappropriable* » (Chardeaux 2006, p.62). La notion de « chose » désigne elle-même une catégorie vaste au sein de laquelle le juriste distingue des sous-catégories. Les *res communes* sont des choses qui de par leur nature physique sont accessibles et utilisables par tous mais ne peuvent pas être appropriées (*e.g.* l'atmosphère). Les *res nullius* sont des choses qui n'ont jamais été appropriées mais peuvent l'être tandis que les *res derelictae* sont des choses qui ont été appropriées mais ne le sont plus (Le Baut-Ferrarèse 2012). Ensuite la catégorie de choses renvoie à deux sous-catégories. Une chose peut avoir fait l'objet d'une appropriation mais ne pas revêtir d'utilité et ne pas être dotée d'une valeur. Une fois que cette chose est dotée d'une utilité et d'une valeur, elle rentre dans la catégorie des « biens ».

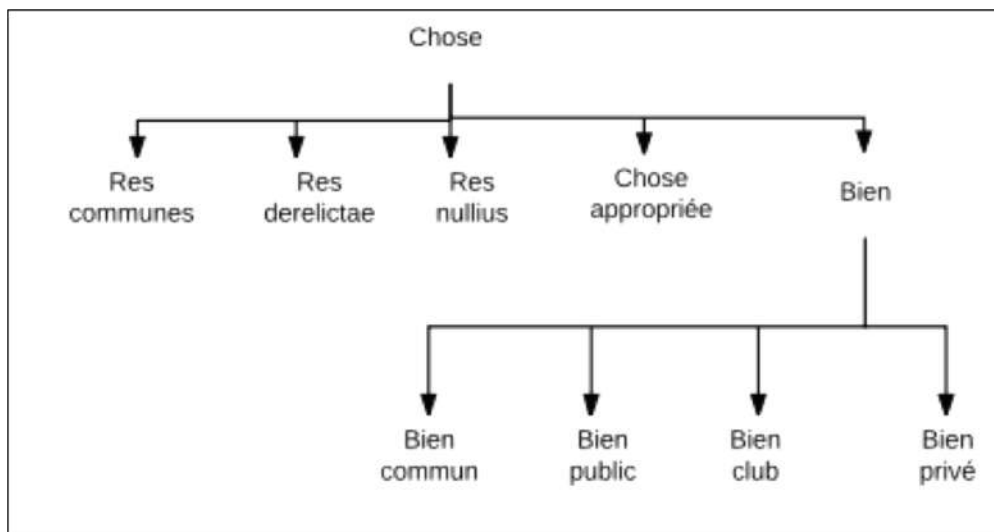


Figure 9: Schéma de la catégorisation des phénomènes au sein de la sphère juridique (Réalisation A.Fontaine à partir de Chardeaux 2006)

La qualification de ces biens est construite autour de deux principes. Le principe de rivalité permet de distinguer deux catégories de biens en fonction de la possibilité pour les acteurs de s'approprier ou d'utiliser le même bien simultanément sans restriction. Le principe d'exclusivité permet de distinguer

deux autres catégories de biens en fonction de la possibilité des acteurs à empêcher les autres de s'appropriier ou d'utiliser un bien. Le croisement de ces deux principes aboutit à une typologie regroupant quatre catégories relatives à des statuts de propriété. Les biens exclusifs et rivaux sont des biens privés, les biens exclusifs mais non rivaux sont des biens club, les biens rivaux mais non exclusifs sont des biens communs, et enfin, les biens non rivaux et non exclusifs sont des biens publics.

| | Exclusivité | Non exclusivité |
|--------------|-------------|-----------------|
| Rivalité | Bien privé | Bien commun |
| Non rivalité | Bien club | Bien public |

Tableau 5: Qualification des biens chez les économistes dans la foulée des travaux de Samuelson (1954)

Cette typologie ne permet pas de régler facilement le problème juridique soulevé par la nature de l'énergie solaire. Celle-ci renvoie à des phénomènes susceptibles de qualifications juridiques distinctes. Tout d'abord, la source de cette énergie (l'astre solaire) est qualifiée dans le droit international de bien commun de l'humanité depuis une décision de l'ONU en 1976¹. « *Il ne peut être exploré et utilisé librement que dans l'intérêt de l'humanité. Le Soleil et ses ressources naturelles font partie du patrimoine commun de l'humanité* » (Landelle 2008, p.734). Toutefois, le rayonnement solaire n'est pas soumis à ce statut. Le rayonnement solaire extra-atmosphérique n'est pour le moment pas saisi par les juristes. Le rayonnement solaire intra-atmosphérique est quant à lui soumis à la souveraineté nationale (Didier 1979). Au sein de la législation française, le rayonnement solaire est identifiable à un bien commun selon la définition du code civil². Cette qualification renvoie dans le raisonnement juridique à une approche selon la « nature des choses ». Dans le cas du rayonnement solaire, son abondance physique semble garantir que théoriquement tout le monde puisse en jouir sans limiter la jouissance d'autrui (Chardeaux 2006, p.183). Toutefois l'usage du rayonnement solaire lorsque celui-ci est capté et transformé en chaleur ou en énergie semble constituer une appropriation partielle. A ce titre le rayonnement solaire serait une chose commune en ce qu'il répugnerait au droit de propriété jusqu'à un certain stade où sa transformation modifierait ses qualités juridiques. Le rayonnement solaire capté mais non transformé constituerait une chose appropriée tant que ses « *caractéristiques physiques (courant continu basse tension) l'empêchent de faire fonctionner des appareils électriques, ou d'être injectée sur le réseau* » (Quezel-Ambrunaz 2010, p.138). L'énergie solaire issue de la captation du rayonnement solaire devient juridiquement un bien dès lors qu'elle est dotée d'une utilité. Cette utilité

¹ Document A/AC.JQ5/L/91 de l'année 1976.

² L'article 714 du code civil, promulgué en 1803 et toujours en vigueur, stipule qu'« il est des choses qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous. Des lois de police règlent la manière d'en jouir ».

est appréhendée en terme juridique à travers les qualités de consomptibilité (elle peut être consommée) et de cessibilité (elle peut être cédée, gratuitement ou contre rémunération) (*Ibid.*, p.140-141). Dès lors que cette énergie est qualifiée de « bien », son statut (privé, public, commun, club) dépend du régime de propriété du dispositif solaire ou, en cas d'accords particuliers, du régime de propriété du support (toiture, sol) (*Ibid.*, p.143).

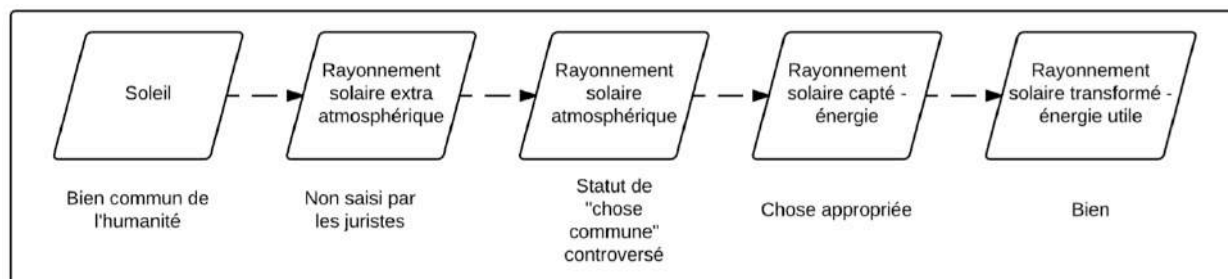


Figure 10: La qualification juridique du phénomène énergétique solaire (Réalisation A.Fontaine à partir de Bailleul 2010)

De prime abord, les juristes appréhendent le rayonnement solaire comme une « chose », et la ressource énergétique solaire comme un « bien ». Le passage de l'un à l'autre est marqué par l'émergence de nouvelles qualités juridiques. Les caractéristiques physiques de la « chose » (rayonnement solaire) semblent mises de côté lors de la qualification du « bien » (la ressource). La qualification de ce « bien » opère alors par un raisonnement relationnel minimal : le propriétaire du panneau solaire ou du support de ces panneaux solaires est le propriétaire du « bien ». Les qualités de ce « bien » lui sont conférées par le dispositif technique.

Ce raisonnement permet d'encadrer juridiquement la mise en circulation de l'énergie solaire et sa commercialisation. Toutefois, dans le cadre de notre approche sur la construction politique de la ressource, il pose question. L'exemple du « cas zéro » illustre la limite d'une telle approche : la construction des qualités politique de la ressource ne peut pas être saisie à la seule lumière du statut juridique des matérialités convoquées (forêt communal, toitures privées, toitures publiques) mais de la façon dont les porteurs de projet saisissent ces matérialités et leur donne une importance. Cette approche par le droit semble limiter le raisonnement relationnel.

Notre analyse du raisonnement par le droit souligne la tension essentielle qui existe entre le « bien » et la « ressource ». La notion de ressource renvoie à une tension permanente entre une physique préexistante et une entité construite, dotée de nouvelles qualités. Le bien est une notion juridique et économique, résultat d'une production, mais qui ne renvoie pas à un quelconque préexistant. La qualification juridique du rayonnement solaire et du « bien » ressource énergétique solaire procède spécifiquement par la construction d'une frontière entre deux entités juridiques aux qualités distinctes.

Les qualités juridiques de la « chose » rayonnement solaire n'importent finalement pas dans l'établissement des qualités juridiques du « bien » ressource énergétique.

Or, le raisonnement par le droit et l'établissement de régimes de propriété est une forme de médiation entre le monde des choses et le monde des hommes, ainsi qu'entre les hommes eux-mêmes, qui s'est imposée par choix politique (Dardot et Laval 2015, p.233). Elle tient essentiellement à la capacité de construire des frontières (Mercier 1986). Ces frontières permettent tout d'abord d'isoler les choses dans l'espace afin de leur donner un statut. Elles permettent ensuite de distribuer des droits à propos de ces choses isolées dans l'espace. Elles permettent de déterminer des dedans et des dehors. Les acteurs d'un côté de la frontière, les propriétaires, sont dotés de droits, tandis que les acteurs de l'autre côté de cette frontière en sont dénués. Par l'établissement de ces frontières, la pensée de la construction politique de la ressource énergétique solaire procède par une abstraction spatiale et un raisonnement relationnel limité. L'entité « ressource énergétique solaire » est détachée de son contexte spatial. Cette approche repose sur une conception euclidienne de l'espace pensé comme un ensemble de coordonnées stables et détachées des processus socio-politiques (Blomley 2010). Dans cette conception, isoler les choses dans l'espace n'empêche aucunement de cerner leur nature. La nature d'une chose pourrait être établie sans tenir compte des autres choses avec lesquelles elle serait en relation.

Toutefois, notre proposition d'analyse relationnelle de la construction politique de la ressource énergétique solaire suppose justement de saisir le rayonnement solaire comme une entité existante qui peut être saisie et constituée en ressource de différentes manières. La mise en évidence de la construction de la ressource et de l'émergence de ses qualités passe cependant par une appréhension de la ressource solaire dans un contexte spatial et une somme d'enjeux relationnels.

Nous avons souligné au cours du premier chapitre que la ressource ne peut être réduite à une physique. L'abord matériel de son processus de production permet de souligner que les qualités de la ressource ne sont pas naturelles mais construites. Le raisonnement par le Droit et le principe de propriété pour établir un statut au rayonnement solaire et à l'énergie produite à partir de sa captation tend à séparer les deux entités. Une telle séparation réduit la construction du statut politique de la ressource solaire à une relation unique entre le rayonnement solaire et un dispositif technique de captation. Ce raisonnement semble arrêter la proposition relationnelle. Un tel arrêt entraîne un risque de ne pas être en mesure d'appréhender le rayonnement solaire comme une chose qui peut être constituée en ressource de différentes manières, ni d'appréhender de manière large l'émergence des différentes qualités de la ressource.

Toutefois, si la qualification d'une chose par le prisme de la propriété semble procéder en théorie par une abstraction relationnelle partielle, certains modèles de pensée présentent des schémas

d'appréhension de la propriété ouverts à des points de vue relationnels plus poussés. Le travail d'Elinor Ostrom sur la gouvernance des communs, que nous étudions par la suite, constitue à ce titre une approche de la construction politique des ressources selon le prisme de la propriété ouvert à un autre degré d'appréhension relationnelle de la matérialité.

1.2. L'appropriation de la ressource chez Ostrom

Elinor Ostrom est une économiste qui a menée des recherches sur la gestion des biens communs, les biens caractérisés comme rivaux mais non exclusifs (voir Tableau 5, p.73). Les biens communs qu'elle a étudié sont soumis à des phénomènes de rareté et apparaissent épuisables si le taux de leur prélèvement dépasse leur taux de renouvellement (*e.g.* pâturages et forêts communales, ressources halieutiques).

Parmi ces travaux, son ouvrage intitulé « *Governing the Commons* » retient tout particulièrement notre attention. Il apporte une réponse nouvelle aux travaux de l'économiste Mancur Olson et de l'écologue Garrett Hardin. Ces derniers estiment que le caractère épuisable de certains biens communs (pâturages et forêts communales, ressources halieutiques) ne pourrait pas résister aux comportements rationnels et intéressés d'individus appropriateurs. La gestion en commun de ces biens ne pourrait mener qu'à leur destruction ou leur épuisement. Pour éviter cela, la solution consisterait à passer par une intervention accrue de l'Etat ou du marché (Olson 1965, Hardin 1968). Une fois appréhendée comme des biens privés ou des biens publics, l'épuisabilité de ces biens pourrait être régulée. Cette vision encadre alors de nombreux programmes de démantèlement des communs dans les pays en voie de développement par voie de privatisation (Ostrom 2010, pp.22-23, Coriat 2015, Dardot et Laval 2015). Dans cet ouvrage de 1990, les communautés qu'Ostrom étudie établissent des règles collectives qui sont à la fois des règles de sauvegarde de ces biens (*i.e.* assurer que le taux de prélèvement ne dépasse pas le taux de régénération) et de mise en partage (*i.e.* assurer que son exploitation s'organise au meilleur intérêt collectif). Ces règles sont progressivement construites et corrigées à travers le temps et les épreuves. Leur étude permet à Ostrom de démontrer le succès de logiques d'autogestion communautaires de biens soumis à des phénomènes de rareté qui ne passeraient ni par une contrainte accrue de la part d'une autorité étatique ni par le marché. L'enjeu de l'analyse d'Ostrom est alors de dégager des variables de succès à cette auto-organisation : une large ouverture du processus de gestion de la ressource, un nombre minimal de participants, une similitude des intérêts, la présence de participants doués d'un fort leadership (Ostrom 2010, p.225).

Dans le cadre de notre enquête sur la construction politique de la ressource, notre attention porte sur la réouverture par Ostrom de modalités de gestion des ressources multiples (*Ibid.*, p.255). Elle propose

pour cela d'articuler la question de cette gestion non plus autour des caractéristiques des biens (rivalité, exclusivité, taux de renouvellement) mais des processus collectifs non prédéfinis d'organisation et d'allocations de droits. Cette proposition s'inscrit dans le cadre du principe de propriété. Toutefois Ostrom invite à appréhender plus spécifiquement la dimension interactionniste du concept de propriété pour penser la gestion collective des biens. La propriété serait moins le cadre de la relation unilatérale d'un individu à une chose que celui de la relation entre des individus entre eux concernant une chose (Weinstein 2013).

Pour opérer ce déplacement, Ostrom réinvestit un débat initié notamment par Commons (1893) et Hohfeld (1913) sur la portée des droits de propriété vue comme l'agrégation de plusieurs droits en un 'faisceau de droits' ou '*bundle of rights*' (Orsi 2013). Le faisceau de droits renvoie chez Ostrom à une typologie à deux niveaux des droits de propriété composée de droits opérationnels (accès, prélèvement) et de droits relevant du choix collectif (gestion, aliénation, exclusion) (Schlagger et Ostrom 1992)¹. Ce cadre de pensée nous permet d'appréhender l'émergence des qualités d'une ressource au gré des modalités d'organisation collective autour de la gestion de celle-ci.

L'analyse d'Ostrom des modalités de prélèvement de réserves d'eau par les agriculteurs de la région de Valence en Espagne autour de systèmes d'irrigations collectifs au cours des années 1980 et 1990 illustre ce point (Ostrom 2010, p.90). Dans cette région au climat aride, l'irrigation par les agriculteurs de leurs champs joue un rôle primordial. Au cours d'une année, la disponibilité des réserves d'eau varie grandement. Pendant les périodes de plus grande aridité, durant lesquelles les précipitations sont au plus bas, la menace que le manque d'eau fait peser sur les cultures a été à l'origine de très nombreux conflits. Pendant les périodes les plus arides, lorsque les cultures sont mises à rude épreuve, le réflexe des agriculteurs est de prélever un maximum d'eau pour préserver leurs cultures. Ce réflexe accélère cependant l'épuisement de la ressource. Ostrom analyse les modalités d'organisation d'un système d'irrigation collective par les agriculteurs pour dépasser les conflits autour de la gestion des réserves d'eau. L'enjeu de l'organisation collective des agriculteurs porte sur la mise en place de modalités de partage équitables de ces réserves en fonction de l'évolution saisonnière des quantités disponibles. Les agriculteurs entendent réguler à travers ce système leur consommation de manière à maintenir en toute période une disponibilité de la ressource. Le système de gestion collective de l'irrigation repose sur un système complexe de canaux, d'embranchements, d'un dispositif technique de rotation et de droits de prélèvements. En articulation avec un système de droits de prélèvement, le dispositif technique permet de dévier l'arrivée d'eau vers des canaux différents successivement de façon à ce que chaque agriculteur puisse avoir accès à celle-ci à son tour (*Ibid.*, p.94).

¹ C'est à partir de l'analyse de ces mêmes débats que certains auteurs déclarent l'âge de la propriété dépassé au profit d'un âge de l'accès (Rifkin, 2005) ou encore que se développe le courant de l'économie de la fonctionnalité (Bourg & Buclet 2005) qui s'intéresse aux formes d'échange de l'usage des biens et non des biens en eux-mêmes (de leur propriété).

Pendant les périodes d'abondance d'eau, les agriculteurs sont autorisés à prélever de l'eau dans les quantités qu'ils le désirent chacun à leur tour. La succession des tours se fait depuis l'agriculteur le plus en amont du canal jusqu'à celui le plus en aval. Dès que les réserves d'eau viennent à manquer, ces règles de prélèvement par tour sont modifiées (*Ibid.*, p.95). A partir d'une décision collective, les cultures les plus fragiles peuvent disposer de priorité dans l'établissement de la rotation et la quantité d'eau que chaque agriculteur peut prélever est proportionnelle à la taille de la parcelle qu'il travaille. Le collectif décide d'un ensemble d'amendes et de pénalités en cas de non-respect de ces règles temporaires. Tous les agriculteurs se surveillent mutuellement et construisent un intérêt commun à ménager la ressource en ne prélevant que le minimum d'eau nécessaire afin de préserver les stocks. Pendant les périodes les plus arides, Ostrom souligne donc que le réseau technique des canaux et les dispositifs organisationnels de gestion collective du prélèvement de l'eau permettent de réduire drastiquement les risques d'épuisement de la ressource et donc de construire une rareté contrôlée. Dans le cadre de ces systèmes, les agriculteurs dotent la ressource de qualités démocratiques.

La focale analytique d'Ostrom porte sur les modalités d'organisation collectives dans la gestion des biens communs mais son analyse porte des enseignements pour réfléchir à une approche relationnelle de la ressource. Bien qu'Ostrom étudie la gestion de « biens », son approche nourrit une réflexion sur la ressource. Elle souligne qu'une même entité préexistante peut être dotée dans le temps de qualités différentes, au fil de l'établissement de différents modes d'organisation collective. Ainsi, Ostrom laisse ouverte la tension entre l'entité qui préexiste et la ressource qui peut être dotée de différentes qualités. Au fil de cet exemple, la construction de la ressource se révèle être un processus constamment ouvert et à l'issue incertaine. Ce processus est intrinsèquement ancré dans un contexte (spatial, temporel) et dans un ensemble de relations. Son approche de la gestion des biens communs porte une proposition originale d'appréhension de la matérialité. Il apparaît que c'est à travers la capacité des agriculteurs espagnols à mettre la matérialité en commun et à la gérer selon des règles d'organisation collective que la ressource est constituée en commun¹. En cela, Ostrom nous invite à regarder de plus près la dimension matérielle de ces modes de gestion de la ressource, même si elle n'en théorise que la dimension organisationnelle. Elle contourne l'enjeu de construction d'une nouvelle ontologie de la ressource mais la met au travail à travers ses résultats. En cela, sa contribution est essentielle pour la structuration d'une théorie relationnelle des ressources.

¹ Nous discutons dans le dernier chapitre de la thèse cette contribution à partir de l'idée que faire de la ressource solaire un commun passe par la capacité d'un collectif à mettre la matérialité en commun (toitures, réseau électrique, paysage).

2. La ressource comme construction sociotechnique : une focale sur l'émergence de qualités

La seconde sous-partie de notre enquête sur la dimension matérielle du processus de construction politique de la ressource solaire est construite autour d'un double enjeu. Le premier est d'analyser la manière dont le rôle de la matérialité est analysé dans le cadre d'approches sociotechniques de la ressource. Le second est de changer d'échelle d'analyse pour saisir comment la construction politique d'une ressource apparaît discutée au-delà de la communauté d'usage analysée par Ostrom. L'analyse de notre « cas zéro » souligne en effet l'importance du rôle du réseau électrique national dans le processus de construction de la ressource énergétique solaire et de ses qualités. Pour poursuivre notre enquête, il importe donc d'appréhender des enjeux matériels au sein d'organisations industrielles plus larges.

Dans le prolongement de notre analyse du traitement des communs chez Ostrom, notre exploration de la littérature dans le champ élargi des études sociotechniques a été guidée par deux intérêts : celui d'analyser le devenir d'entités matérielles de manière dynamique (dans le temps et dans l'espace), et celui d'appréhender ce devenir à d'autres échelles dans le cadre de processus de changement politique. A la lumière de ces intérêts, trois travaux ont particulièrement retenus notre attention de par la manière dont ils appréhendent la matérialité.

Notre lecture de ces travaux ambitionne de mettre en lumière des nuances théoriques d'appréhension du rôle de la matérialité dans l'émergence de qualités de la ressource. Cette sous-partie propose une analyse du contenu de ces travaux et de ce que leurs différentes focales conceptuelles apportent (resp. les agencements chez Mitchell, les dispositifs chez Cronon, les régimes techno-politiques chez Hecht). L'enjeu est *in fine* d'analyser comment ces analyses sociotechniques de la matérialité nourrissent notre raisonnement relationnel sur la ressource énergétique solaire.

2.1. La construction des qualités du carbone dans « Carbon Democracy » de Mitchell

La première étude qui retient ici notre attention est celle du politologue britannique Timothy Mitchell dans l'ouvrage « Carbon Democracy ». Son ambition initiale est d'analyser les relations entre l'exploitation du charbon et du pétrole et l'évolution des pratiques démocratiques dans le monde au cours des 19^e et 20^e siècle. Dans cet ouvrage, il analyse comment se sont construites des capacités d'action, autour des enjeux du contrôle de la production, de la transformation et de la distribution des énergies carbonées. Il entend pour cela « suivre la piste du carbone », comprendre comment le carbone

circule, et analyser à partir des différents vecteurs ou freins à cette circulation comment se construisent des capacités d'action politiques (Mitchell 2013, p.14)¹.

C'est au cours de l'important développement technologique que connaît l'Angleterre entre le 18^e siècle et le 19^e siècle que le charbon devient l'énergie de la première révolution industrielle. Il se voit, au cours de ces deux siècles, doté de propriétés énergétiques très importantes qui fondent sa valeur. L'analyse de Mitchell souligne que la mise en circulation de ce charbon requiert une main d'œuvre importante. Tout d'abord pour l'extraire depuis le fond des mines, puis pour l'acheminer vers les centres industriels et urbains par le réseau ferré. Ce besoin de main d'œuvre s'explique selon Mitchell par l'abord physique solide de ce charbon et par l'état de développement technologique de la Grande Bretagne au 19^e siècle. Ce charbon doit être extrait avec des outils maniés à la main et dans des conditions de travail précaires par les ouvriers. Sa mise en circulation requiert ensuite un travail constant de chargement et déchargement depuis des containers vers des wagons et réciproquement.

Le réseau ferré britannique est alors organisé autour de grands axes qui partent des grandes régions carbonifères et de multiples ramifications en direction des centres de consommation². Cette organisation réticulaire centralisée ouvre la possibilité à quelques ouvriers organisés de pouvoir ralentir, voire bloquer complètement, la circulation du charbon à partir de quelques actions sur des points charnières du réseau. Cette importante capacité de blocage de l'approvisionnement du charbon dote les ouvriers du charbon britanniques d'un pouvoir politique important. Les syndicats de mineurs britanniques deviennent des acteurs politiques majeurs au cours du 19^e siècle (Thompson 2012). Les grèves qu'ils organisent se répandent rapidement à l'ensemble des bassins carbonifères. Les régions d'extraction du charbon sont éloignées des grands centres politiques de décision mais les ouvriers du charbon peuvent être immédiatement entendus en bloquant les réseaux et en privant ces centres d'énergie très rapidement³. Grâce à cette capacité d'action collective, ils obtiennent rapidement gain de causes dans leurs revendications politiques et sociales.

¹ « Suivre la piste du carbone, ce n'est pas substituer une analyse matérialiste aux constructions idéalistes des experts en démocratie, ni expliquer des évolutions politiques par les formes d'énergie qui les détermineraient (...) Le carbone doit lui-même être transformé, en premier lieu par les travailleurs qui l'extraient du sol. Ces transformations supposent l'établissement de liens et la construction d'alliances – liens et alliances qui ne respectent pas la distinction entre le matériel et l'idéal, l'économique et le politique, le naturel et le social, l'humain et le non-humain, ou la violence et la représentation (...). Pour comprendre les liens réciproques entre l'utilisation des combustibles fossiles et l'expression d'exigences démocratiques, il faut étudier les modalités de construction de ces liens, les vulnérabilités et les opportunités qu'ils font naître, et les points névralgiques où le contrôle est le plus efficace » (Ibid., pp.14-15)

² « Tandis que le mouvement du charbon tendait à suivre des réseaux dendritiques, c'est-à-dire un tronc principal muni de multiples branches, ce qui créait de possibles goulots d'étranglement à différents points de jonction, le pétrole s'écoulait par des réseaux qui avaient plutôt les propriétés de la grille ou du réseau électrique : les chemins possibles étaient multiples et le flux d'énergie pouvait facilement en changer pour éviter les blocages ou surmonter les pannes » (Ibid., p.50)

³ « Les grèves sont devenues efficaces non du fait de l'isolement des mines, mais au contraire en raison des flux de charbon qui reliaient les chambres souterraines et chaque usine, chaque bureau, chaque foyer et chaque moyen de transport dépendant de l'énergie de la vapeur ou de l'électricité » (Ibid., pp.31-32)

L'analyse de Mitchell nous permet de souligner que dans ce système d'exploitation de l'Angleterre du 19^{ème} siècle, le charbon est progressivement doté d'un ensemble de qualités. Le développement de la machine à vapeur et de centrales à charbon plus efficaces permet tout d'abord de doter le charbon de qualités énergétiques et d'en faire le carburant de la révolution industrielle. Disponible initialement sous la forme physique concentrée de veines de charbon, plus ou moins en profondeur, ce charbon est extrait puis traité comme un solide. La construction de cette matière en ressource énergétique émerge de configurations matérielles (les conditions quotidiennes des ouvriers du charbon dans la mine, au sein des bassins houillers), techniques (outils manuels, wagons, réseaux ferrés) et spatiales (région houillères denses, réseaux ferrés dendritiques). Durant ce processus, le charbon est à la fois constitué en ressource énergétique au 19^e siècle en Grande Bretagne, et constitué par les ouvriers britanniques comme un vecteur de leurs revendications politiques. Outre ses qualités énergétiques, ce charbon est en cela également doté de qualités politiques.

Cette capacité de blocage des ouvriers-mineurs pose problème à plusieurs Etats et aux firmes énergétiques. Ces derniers accélèrent la transition du charbon au pétrole de manière à élargir leur liberté d'action¹. La mise en circulation du pétrole au 20^e siècle, à laquelle Mitchell consacre l'essentielle de son analyse, repose sur de nouvelles techniques et organise une nouvelle géographie de l'énergie. Le pétrole est extrait par des machines loin des centres industriels occidentaux. Il peut être transporté par des modalités (tankers, pipelines) et des voies multiples (voies maritimes et tracés de pipelines alternatifs). Enfin, son extraction et sa mise en circulation requièrent une main d'œuvre humaine bien moindre et s'avèrent très compliquées à arrêter pour les ouvriers du pétrole.

L'analyse du système pétrolier par Mitchell nous permet de souligner plusieurs points. À travers ces nouvelles modalités d'extraction et de transport du carbone, les firmes multinationales du pétrole font de la ressource énergétique pétrolière extraite dans le Proche et Moyen Orient une ressource fluide. Cette fluidité n'est alors pas uniquement une caractéristique physique du pétrole (l'abord liquide), c'est une qualité matérielle (organisation des sites d'extraction), technique (tankers, pipelines, derricks) et spatiale (lieux d'extraction éloignés des centres industriels, voies d'acheminement variables) de la ressource. Les firmes multinationales du pétrole, organisées en cartels, jouent alors sur la fluidité de la ressource pour contrôler sa valeur. Ces firmes n'hésitent pas à régulièrement financer des opérations de sabotage sur leurs propres sites d'extraction ou leurs propres pipelines pour réduire l'offre de pétrole, créer une rareté, et ainsi pouvoir augmenter leurs prix de vente.

¹ « L'un des grands objectifs de la conversion au pétrole était d'affaiblir de façon durable les mineurs du charbon, dont la capacité d'interruption des flux d'énergie avait donné aux syndicats de travailleurs la capacité d'obtenir des améliorations de la vie collective qui avaient démocratisé l'Europe » (Ibid., p.40)

L'organisation de la circulation du pétrole est beaucoup plus modulable que celle du charbon. En jouant sur cette modularité, les firmes du pétrole réduisent les capacités de blocage des ouvriers et ainsi leurs capacités de lutte pour exiger de meilleures conditions de travail¹. Mitchell développe toutefois un contre-exemple sur ce point. La région de Bakou (aujourd'hui en Azerbaïdjan mais alors en URSS) est au début du 20^e siècle un important centre d'extraction du pétrole ainsi qu'un important centre industriel. La concentration des ouvriers de l'énergie à Bakou permet à ces derniers de maintenir des capacités collectives de blocage des flux de pétrole et à travers cela des capacités politiques d'action². Ce contre-exemple renforce l'accent mis sur l'émergence relationnelle (matérielle, technique, spatiale) des qualités de la ressource.

2.2. La construction des qualités du grain céréalier dans « Nature's Metropolis » de Cronon

Le second exemple étudié est issu de l'ouvrage « Nature's Metropolis » de l'historien américain William Cronon. Dans cet ouvrage, Cronon s'intéresse aux flux de matières entre les campagnes du grand Ouest américain et la ville de Chicago. Il analyse comment ces flux de matières ont simultanément alimenté la croissance de la ville de Chicago et façonné ce grand Ouest (Cronon 1991). Son approche analytique porte sur l'émergence de dispositifs de construction de valeur qui encadrent les modalités de circulation de matières saisies comme des biens économiques. Notre analyse porte plus spécifiquement sur un chapitre consacré à l'analyse des flux de grains céréaliers. Dans ce chapitre, Cronon décrit trois étapes d'évolution des modalités de circulation du grain. Au cours de ces trois étapes, nous entendons souligner que l'établissement de la valeur du grain repose sur l'émergence de qualités distinctes du grain.

Dans un premier temps, le grain est transporté des campagnes vers la ville par voie fluviale. Le grain est pour cela conditionné par les agriculteurs dans des grands sacs étanches. Ces sacs étanches permettent tout d'abord de maintenir intact le grain et de préserver ses caractéristiques pendant le transport (taille, densité, propreté, saveur, humidité)³. Ils permettent ensuite d'assurer une traçabilité de ces caractéristiques. Une fois acheminé en ville, les caractéristiques de ce grain sont évaluées à partir de

¹ « Contrairement au charbon, le pétrole n'était donc pas concentré dans des canaux vitaux dont dépendaient d'autres processus, et les régions pétrolières ne sont pas devenues des centres industriels » (Ibid., p.43)

² « Plus d'une centaine d'entreprises produisaient du pétrole sur seulement quelques kilomètres carrés ; cela créait un réseau très dense de derricks, de puits de stockage à ciel ouvert et de machines à vapeur, d'oléoducs pour le transport de l'eau, du pétrole, de la vapeur et du gaz naturel, et de câbles à haute tension pour la distribution de l'électricité (...). Le proximité des puits, des ateliers, des sources d'énergie et des raffineries entraînait une forte concentration de main d'œuvre, qui avait ainsi la capacité de perturber l'approvisionnement énergétique de toute une région » (Ibid., p.45)

³ « As the sack of grain moved away from the farm, its contents remained intact, unmixed with grain from other farms. Nothing adulterated the characteristic weight, bulk, cleanliness, purity and flavor that marked it as the product of a particular tract of land and a particular farmer's labor (...) sacks were the key of the whole water-based transportation system » (Cronon 1992, pp.107-108)

l'examen d'un échantillon de grain d'un de ces sacs par l'acheteur qui permet d'établir sa valeur économique.

Les modalités de mise en circulation du grain que Cronon décrit nous permettent de suivre l'émergence de qualités du grain. Transporté dans ces grands sacs étanches, le grain est traité comme un solide. Ces sacs assurent une homogénéité des caractéristiques du grain et garantissent leur traçabilité. Ces sacs permettent de maintenir un lien direct entre les caractéristiques du grain à la sortie du champ qui soulignent un degré de qualité du travail de l'agriculteur et l'opération de construction de son prix dans les marchés de gros au sein du port de Chicago¹. En revanche la mise en circulation de ces sacs par voie fluviale réduit leur fluidité. Ce mode de transport nécessite une importante main d'œuvre pour constamment transborder les sacs d'un bateau à un autre². De plus, les voies fluviales autour de Chicago sont capricieuses et peuvent régulièrement empêcher le transport du grain. Le grain est alors un bien qui n'arrive pas rapidement sur les marchés de Chicago.

Le second temps de l'analyse de Cronon porte sur l'accélération de la circulation du grain avec le développement du train à partir du milieu du 19^e siècle. Les durées mais également les coûts de transport du grain sont alors drastiquement réduits. Le train permet d'accélérer les flux de grain mais le recours aux sacs étanches qui assuraient la traçabilité des caractéristiques du grain représente une contrainte. Ces derniers contraignent les commerçants à recourir à une main d'œuvre nombreuse alors que le transport en vrac de ce grain permettrait d'accélérer les flux. Les commerçants de la ville de Chicago inventent alors un mécanisme de chariot élévateur du grain qui permet de décharger plus rapidement et avec moins de main d'œuvre les wagons de grain. Ce système mécanique permet de disposer rapidement le grain dans des silos de stockage ou dans des camions sans en interrompre les flux. Le recours aux grands sacs étanches est abandonné et l'option du transport en vrac du grain s'impose. Dès lors, le grain n'est alors plus mis en circulation comme un solide (des sacs) qui nécessite des opérations de manutentions nombreuses et dont le flux est régulièrement arrêté. Il est traité comme un flux liquide (des quantités de grain en vrac) dont la gestion mécanisée n'est presque plus jamais arrêtée³. Le dispositif (*i.e.* le réseau ferroviaire et les mécanismes de traitement du grain) permet d'augmenter drastiquement la fluidité du grain céréalier.

¹ « The water-based grain-marketing system at midcentury was thus designed to move wheat, corn and other cereal crops without disrupting the link between grain as a physical object and grain as salable commodity » (Ibid., p.109)

² « Moving goods by water almost always meant transferring them several times along the way, from pier to flatboat, from flatboat to levee, from levee to steamboat, from steamboat to sailing craft » (Ibid., p.108)

³ « Grain entering Chicago might arrive in wagons or canalboats or railroad cars, but to move up an elevator's conveyor belts, it had to be sackless. Only then could worn or wheat cease to act like solid objects and begin to behave more like liquids » (Ibid., p.113)

En revanche ce nouveau système ne permet plus de garantir la traçabilité des caractéristiques du grain. Pendant le transport, les grains de nombreux agriculteurs sont mélangés, tout comme leurs caractéristiques. Une organisation commerciale se structure alors pour établir un système standardisé d'évaluation des caractéristiques du grain (avec plusieurs catégories de grain), de certification et donc de traçabilité de ces caractéristiques. Les grains sont désormais examinés et évalués avant leur expédition par des évaluateurs agréés par l'organisation commerciale, et répartis dans des wagons, puis dans des silos, correspondant à des catégories de grain différentes. Chaque catégorie renvoie à des caractéristiques différentes (*e.g.* de taille, de densité, de saveur, de propreté) certifiées homogènes par les évaluateurs. L'acheteur final ne connaît ainsi plus les caractéristiques du grain qu'il achète par l'examen d'un échantillon mais par un certificat qui lui garantit que le grain qu'il achète possède des caractéristiques homogènes correspondant à son achat. Ce nouveau système transforme la traçabilité du grain et les modalités d'établissement de sa valeur économique. L'acheteur final n'acquiert plus le grain d'un agriculteur en particulier, il achète des caractéristiques homogènes du grain.

Dans un troisième temps, Cronon analyse l'effet du développement du télégraphe sur les modalités de mise en circulation du grain. Grâce au développement de ce télégraphe, les acheteurs à Chicago disposent très rapidement de beaucoup d'informations sur les offres de grain (*e.g.* quantité des récoltes, caractéristiques des grains, perte de récoltes) et sur les demandes de grain (pénuries alimentaires, hausse de la demande, surabondance de certains grains sur certains marchés). Cette accélération des flux d'informations entraîne une évolution beaucoup plus rapide des prix des grains sur des marchés désormais beaucoup plus réactifs. Les prix du grain effectuent des variations beaucoup plus rapides sur des échelles de temps beaucoup plus courtes. Avec cette accélération de la variation des prix du grain, la présence des spéculateurs est rapidement multipliée sur les marchés de Chicago. Ces acheteurs n'achètent alors plus du grain, mais des certificats, y compris pour du grain qui n'est pas encore produit¹. Ils n'achètent plus du grain mais des valeurs. La plupart ne verront jamais le grain qu'ils ont acheté puisque leur intention est de revendre les certificats en fonction de l'évolution de leur valeur. L'établissement de la valeur marchande du grain dépend désormais avant tout de flux d'informations sur les offres et les demandes et ensuite seulement d'un examen de la physique de ce grain. La réduction des coûts de transport et la mécanisation de leur traitement ont permis de doter ce grain céréalier d'une telle fluidité que les frontières entre des marchés commerciaux jusqu'ici distants et distincts sont effacées. L'accélération des flux d'informations garantit la prévisibilité des caractéristiques des grains

¹ « The changes in Chicago's markets suddenly made it possible for people to buy and sell grain not as the physical product of human labor on a particular tract of prairie earth but as an abstract claim on the golden stream flowing through the city's elevators » (Ibid, p.120)

qui ne sont pas encore produits et permet de construire la valeur économique d'une production avant sa récolte.

A travers l'évolution des modalités techniques et matérielles de mise en circulation du grain, Cronon décrit l'émergence de l'économie capitaliste et ses conséquences sur l'organisation spatiale des territoires américains. Au cours de cette circulation, les flux de grain tendent à refaçonner les campagnes et les villes. Les petites exploitations agricoles sont progressivement absorbées par les plus grands exploitants. Les agriculteurs choisissent désormais la nature des céréales qu'ils plantent en fonction des informations en provenance des marchés urbains.

L'analyse de Cronon souligne que la construction de la valeur du bien économique « grain céréalier » repose initialement sur la capacité de l'agriculteur à produire un grain présentant de bonnes caractéristiques initiales (*i.e.* taille, densité, propreté, saveur). Toutefois, la construction de la valeur du grain dépend également de qualités qui émergent pendant sa mise en circulation, au contact d'un ensemble de dispositifs sociotechniques (*i.e.* fluidité, traçabilité, prévisibilité).

Le grain est ainsi présenté comme un bien dont la valeur est construite chemin faisant pendant qu'il circule depuis les campagnes vers la ville, en même temps que des informations et des certificats. Les processus de construction de sa valeur et de construction de ses qualités apparaissent alors interdépendants, simultanés et constamment ouverts, pendant que des acteurs s'échangent des titres de propriété.

2.3. La construction des qualités de l'uranium dans « Being Nuclear » de Hecht

Dans un troisième et dernier temps, notre attention porte sur l'ouvrage « Being Nuclear » de l'historienne américaine Gabrielle Hecht. Dans cet ouvrage, elle dessine une géopolitique mondiale de l'uranium et analyse les rouages des impérialismes français et américains pour en contrôler les réserves sur le continent africain (Hecht 2012). Elle questionne en particulier la construction de différences de traitement de cette matière dans différentes régions du monde. En Afrique, l'uranium est extrait par des mineurs sans mesures de sécurité particulières. Au sein des puissances nucléaires occidentales, il est appréhendé comme une matière extrêmement dangereuse encadrée par des règles de sécurité drastiques. Hecht propose de démontrer que la « nucléarité » – la manière dont des lieux, des objets ou des pratiques sont désignés comme nucléaire – est « *moins une propriété essentielle des choses qu'une propriété distribuée entre les choses* »¹. Contrairement à la radioactivité, phénomène physique mesurable, elle appréhende la nucléarité comme une construction techno-politique. Elle se présente

¹ « Nuclearity is not so much an essential property of things as it is a property distributed among things » (Hecht 2012, p.14)

sous des abords différents en fonction de configurations culturelles, scientifiques, historiques ou géographiques (*Ibid.*, p.15). Notre analyse de son raisonnement porte sur la construction de cette nucléarité comme une qualité politique modulable.

Les rouages de la géopolitique de l'uranium se mettent en place dans un contexte de guerre froide. Pendant cette période, l'importance stratégique de son contrôle et son extraction en Afrique tend à justifier la construction d'une politique du secret (à propos des relevés géologiques, de la quantification des réserves, des moyens d'extraction de l'uranium et de son enrichissement, des termes de son échange et de sa commercialisation) (*Ibid.*, p.28). Dans ce contexte, l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) est créée en 1957 encadrer la diffusion des technologies nucléaires et la circulation de l'uranium. Cet enjeu de contrôle, particulièrement soulevé par les puissances nucléaires américaines et françaises, s'exprime toutefois de manière ambiguë. Ces puissances tentent de limiter la prolifération des armes nucléaires et de l'uranium enrichi vers les États n'en disposant pas. Toutefois elles ne veulent pas entraver leurs propres capacités d'approvisionnement en Afrique et leurs opérations de commercialisation de technologies électronucléaires.

A partir de cette ambiguïté, l'AIEA organise un contrôle international de la circulation de l'uranium à partir de la construction de trois catégories correspondant à trois états de la matière. La manipulation, le commerce et la transformation de l'uranium sont soumis à une réglementation (mesure de la radioactivité, règles de sécurité) distinctes pour ces trois états de la matière. Or, le minerai d'uranium jusqu'à son traitement en yellowcake¹ est exclu de ces trois catégories². La réglementation de l'AIEA n'impose ainsi aucune forme de surveillance ou règle de sécurité sur le fonctionnement des mines et des industries de traitement du minerai en Afrique à partir des années 1970³.

Pour que la nucléarité d'une mine d'uranium soit reconnue et que les mineurs bénéficient de mesures de protection, il faudrait que les degrés de radiation au sein de cette mine soient mesurés, puis que les données récoltées soient comparées à des normes de radiation. C'est en rendant visible l'anormalité de

¹ Le yellowcake correspond à l'étape finale du processus d'extraction de l'uranium avant le début de sa purification et de son enrichissement.

² « The IAEA's 1968 safeguards document specifically excluded uranium mines and mills from the classification of « principal nuclear facility », which were seen as a « reactor or a plant for processing nuclear material irradiated in a reactor, a plant for separating the isotopes of a nuclear material, a plant for processing or fabricating nuclear material (excepting a mine or ore-processing plant). The 1972 safeguards document further excluded uranium ore from the category of « source material », thereby exempting its production from the ritual of inspections. International authorities thus didn't consider uranium « nuclear » until it underwent the conversion processes that turned it into feed for enrichment plants or fuel for reactors. By the 1970s, in other words, the nuclearity of uranium ore and yellowcake had plummeted » (*Ibid.*, p.33)

³ « Uranium ore may be high or low grade. Its host rock can be hard or soft, can contain other valuable elements (thorium, radium, copper, gold) or nothing else worth extracting. Shallow deposits are mined in open pits, whereas deep deposits require tunnels and underground shafts. Some mines extract uranium exclusively ; others produce it as a by-product. Many operations include mills that crush the ore and perform the first phase of extraction using various technologies and solvents, depending on the rock, the materials available locally, and the metallurgical expertise of plant designers. The mines then either ship the ore out for further processing or take the next step themselves and produce yellowcake » (*Ibid.*, pp.36-37)

la radioactivité au sein d'une mine que sa nucléarité pourrait être établie. Or, les organisations politiques qui pourraient permettre de la rendre visible sont celles qui ont mis en place des mesures pour abstenir ces exploitants de mesurer ces degrés de radioactivité.

Par l'établissement de ces règles de contrôle, les organisations internationales et puissances occidentales du nucléaire ont fait de l'uranium lors de son extraction en Afrique et avant les étapes de son enrichissement un bien banal, bénin, tout en se doutant que celui-ci est déjà radioactif. La non-nucléarité du minerai d'uranium en fait un bien économique peu coûteux pour les puissances nucléaires. A l'opposé, la nucléarité de l'uranium dès le début de son processus d'enrichissement, mené dans des usines spécialisées concentrées dans les Nord, requiert de constantes opérations de contrôle (*Ibid.*, p.90) et une certaine politique du secret dans son traitement. L'uranium enrichi est alors constitué comme un bien dangereux, dont la circulation est tout particulièrement contrôlée.

Au sein de son cadre de pensée techno-politique, Hecht souligne que la nucléarité de l'uranium ne varie pas uniquement lorsqu'il y a passage entre un stade de la matière à un autre. Par exemple, le minerai extrait au Niger qui ne fait pas l'objet de mesures de sécurité particulières de la part du gouvernement américain devient l'objet d'un conflit militaire lorsque qu'il est importé en Irak¹. La même matière est ainsi qualifiée de banale et bénigne au Niger tandis qu'elle devient « nucléaire » en Irak. La qualité de la ressource émerge en cela du contexte technique, scientifique et politique dans lequel elle circule. Cette approche par les régimes techno-politiques de la nucléarité de l'uranium nourrit en cela une proposition ontologique relationnelle d'analyse de la construction politique et de la mise en circulation d'une ressource.

2.4. Les qualités de la ressource sont constamment reconfigurées

Ces travaux, issus du champ élargi des études sociotechniques, peuvent constituer trois propositions pour analyser à partir d'une entrée par la matérialité des processus le processus de construction de la ressource. Ces propositions se distinguent en ce qu'elles recourent à des équipements conceptuels distincts et s'intéressent à des entités de natures différentes. Dans ce dernier point, nous proposons de nous appuyer sur ces propositions pour faire avancer la construction de notre cadre analytique relationnelle de construction de la ressource.

Les trois travaux ici explorés mettent au travail la question de la construction d'une ressource ou d'un bien en distinguant systématiquement les caractéristiques initiales d'une entité de ce que peuvent être

¹ « Yellowcake from Niger made Iraq nuclear in 2003. But in 1995 yellowcake didn't make Niger itself nuclear. According to a major US government report on proliferation that year, neither Niger nor Namibia nor Gabon had any « nuclear activities ». Yet together these nations accounted for more than one-fifth of the uranium that fueled power plants in Europe, the US and Japan that year (...) Neither workers' radiation exposures nor their role in the global nuclear power industry was enough to render uranium mining in these countries a « nuclear activity » » (*Ibid.*, p.13)

ses qualités (voir Tableau 6, p.89). Mitchell cherche à analyser l'émergence d'agencements à travers lesquels le charbon puis le pétrole sont mis en circulation. Il entend ainsi souligner que la mise en circulation de ces ressources crée ou contraint des capacités d'action politiques. Il analyse alors la manière dont les caractéristiques physiques de la matière (liquide, solide) sont mises au travail au cours de la construction sociotechnique des qualités de la ressource : un charbon dont la circulation est peu fluide et contrôlable par les ouvriers du charbon, un pétrole dont la circulation est très fluide modulable par les firmes énergétiques. Le lien entre les caractéristiques de la matière et les qualités de la ressource semble très marqué mais résulte néanmoins d'un processus sociotechnique de construction. De son côté, Hecht cherche à souligner le caractère techno-politique de la construction des qualités de la ressource au cours de la mise en circulation de l'uranium. Elle démontre alors que le lien entre les caractéristiques physiques de la matière (sa radioactivité) et ses qualités (sa nucléarité, sa dangerosité) est parfois très ténu, voire inexistant. De plus, son analyse souligne une disjonction nette entre les qualités de la ressource au moment de son extraction (bénigne, banal, non nucléaire) et lors de sa mise en circulation vers les Etats-Unis, la France ou l'Irak (nucléaire, dangereuse). Enfin, l'analyse de la construction du grain comme bien commercialisé chez Cronon souligne que les modalités de construction de la valeur commerciale du grain émergent de dispositifs sociotechniques successifs : initialement *via* la circulation fluviale, les sacs étanches et les examens d'échantillons, puis, *via* le transport ferroviaire en vrac et l'établissement de certificats de qualités, et enfin, *via* le télégraphe et l'échange spéculatif de certificats. Cette construction de la valeur du grain apparaît passer progressivement d'un examen direct de ses caractéristiques physiques (taille, densité, propreté, saveur, humidité) à une spéculation sur ses qualités et sur les termes de sa mise en circulation (fluidité, traçabilité, prévisibilité).

A travers la manière dont ces travaux mettent au travail la question de la construction de la ressource, ils vont au-delà de la seule dénaturalisation de ses qualités. Notre analyse permet d'en faire émerger deux pistes pour interroger le caractère processuel de la construction de la ressource. La première piste est d'ordre ontologique. En distinguant une entité initiale (et ses caractéristiques physiques) de la ressource ou du bien (avec ses qualités) ces travaux donnent à voir **l'émergence des qualités politiques comme un processus à l'issue toujours incertaine**. Ces qualités semblent être toujours ouvertes à négociation. En cela, l'entité initiale – que nous avons qualifiée dans le cas du solaire de « source » – apparaît ne pas être dotée d'un potentiel *a priori*. Ce sont les relations tissées autour de cette entité qui définissent et organisent la ressource en la dotant de qualités. Toutefois ces qualités de la ressource tendent en même temps à organiser d'autres entités autour de la ressource. De manière convergente, ces trois auteurs tendent à faire du processus de construction de la ressource un problème relationnel, c'est-à-dire un problème au cours duquel des entités tendent à se redéfinir et se réorganiser

mutuellement. Ils soulignent dans ce cadre relationnel lorsqu'un des termes du problème change, tous les termes sont reconfigurés. En cela ils suggèrent que **les qualités qui nous intéressent ne sont pas uniquement celles d'une entité mais les qualités d'un ensemble d'entités en relation qui se reconfigurent mutuellement** à la lumière de plusieurs dimensions d'actions. Mitchell met au travail l'idée que l'évolution des qualités du carbone est liée à des configurations à la fois matérielles (*i.e.* les conditions quotidiennes de travail des ouvriers du carbone), techniques (*i.e.* les techniques d'extraction et de mise en circulation du carbone) et spatiales (*i.e.* les voies de circulation du carbone) elles-mêmes constamment reconfigurées. Cronon souligne que les conditions matérielles et techniques de mise en circulation du grain façonnent les qualités de ce dernier. Il souligne également que ces configurations matérielles et techniques de mise en circulation du grain tendent en retour à façonner l'espace (*i.e.* l'organisation de la ville de Chicago, celle des campagnes) et à calibrer le grain lui-même. Enfin, l'analyse de Hecht à la lumière du concept de régime techno-politique souligne que les qualités de l'uranium évoluent au gré de relations multiples entre la matière et un contexte – spatial, culturel, politique, scientifique – dans lequel elle circule.

| | focale analytique | analyse de l'émergence des qualités | qualités politiques du bien ou de la ressource |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|--|
| charbon et pétrole (Mitchell) | agencements | lien très marqué entre la physique initiale (liquide, solide) et les qualités de la ressource | fluidité et modularité de la circulation de la ressource |
| grain céréalier (Cronon) | dispositifs sociotechniques | les qualités du bien émergent des dispositifs sociotechniques successifs de traitement de ce dernier plus que de ses caractéristiques | fluidité de la circulation du bien et traçabilité et prévisibilité de ses caractéristiques (taille, densité, propreté, saveur, humidité) |
| uranium (Hecht) | régimes techno-politiques | lien très ténu voire inexistant entre les caractéristiques physiques de l'uranium (sa radioactivité) et l'établissement de sa nucléarité | nucléarité de l'uranium plus ou moins marquée au sein de différentes configurations techno-politiques |

Tableau 6: Lecture de la construction des qualités de la ressource ou du bien chez Mitchell, Hecht et Cronon

De manière intermédiaire, ces deux pistes peuvent être traduites ici pour mettre à contribution une nouvelle fois le « cas zéro » dans notre construction d'un cadre théorique pour systématiser notre analyse de la ressource. **La soutenabilité peut être présentée ici comme une qualité fragile dont l'émergence ne dépend pas uniquement de la manière dont les acteurs saisissent le rayonnement solaire.** Elle dépendrait davantage de la façon dont ils proposent de construire des relations autour du rayonnement solaire avec des entités multiples (*e.g.* réseau électrique, sol, toitures, paysage) tout en proposant de les redéfinir. En cela, **appréhender la construction de la soutenabilité de la ressource revient à suivre l'émergence d'une qualité de relations entre l'ensemble de ces entités.**

Nous proposons de poursuivre la mise à l'épreuve de notre hypothèse (H2bis) dans la section suivante en mettant au travail ces deux pistes à travers une enquête questionnant plus spécifiquement la dimension technique du processus de construction de la ressource énergétique solaire. Comment peut-on saisir le rôle de la technique (*e.g.* le réseau, les panneaux photovoltaïques) dans l'émergence de qualités ?

Section 2 : Construction politique de la ressource et technique

Notre enquête a dans un premier temps porté sur la dimension matérielle du processus de construction de la ressource énergétique solaire. Or dans le champ de ce que nous avons appréhendé sous le vocable de « matérialité », toutes les entités ne semblent pas jouer un rôle équivalent. Dans cette seconde section, nous proposons d'appréhender plus spécifiquement la question du rôle de la technique dans la construction de la ressource solaire comme une seconde dimension de l'action. Pour cela, nous précisons tout d'abord ce que nous entendons désigner par le terme de technique avant de questionner le lien entre cette « technique » et l'émergence de qualités politiques.

Sur le même modèle que la section précédente, cette section est initialement organisée autour d'une analyse de la littérature à propos des liens entre « la technique » et les modalités d'organisation collective au sein d'une société. Cette analyse porte sur des travaux en philosophie des techniques, en anthropologie des techniques et en sociologie des sciences et techniques. Après avoir présenté les résultats de cette analyse, nous mettons en avant dans un second temps la pensée des modes d'existences techniques chez Simondon comme une brique essentielle d'une ontologie relationnelle de la ressource.

1. La technique véhicule-t-elle des propositions politiques ?

1.1. La technique a des « qualités politiques »

Jusqu'à ce point de l'enquête, notre utilisation du terme « technique » entendait essentiellement saisir un monde d'objets et de réseaux (*e.g.* le panneau solaire, le réseau électrique). Toutefois la technique ne se résume pas à ce monde. De manière plus large, le terme est discuté dans la littérature philosophique comme une activité, comme une modalité d'action. Cette modalité d'action peut alors être saisie de deux manières différentes. Sous un premier regard, la technique est interrogée comme le moyen d'une action efficace sur la matière (Leroi-Gourhan 1943, 1945, 1965). La relation entre l'humain et la matière est au cœur du mode d'action technique, l'objet technique en est le médiateur. Cette focale sur la technique révèle des enjeux problématiques de médiation entre le monde des humains et celui des objets. Elle ne soulève en revanche pas d'enjeu problématique relatif à une médiation à travers la technique au sein du monde des humains.

Mais ce principe d'efficacité de l'action au cœur de l'activité technique peut être saisi comme une position de valeur (Habermas 1990). Sous un second regard, l'activité technique peut elle-même être saisie comme le véhicule de valeurs, d'opinions et comme une forme de médiation au cœur de l'organisation des relations sociales. La technique n'est alors plus uniquement ce qui permet de faire,

mais également une chose qui fait-faire. En cela, elle participerait de l'organisation de régimes de pouvoirs, elle pourrait être dotée de qualités politiques.

« In controversies about technology and society, there is no idea more provocative than the notion that technical things have political qualities. At issue is the claim that the machines, structures, and systems of modern material culture can be accurately judged not only for their contributions of efficiency and productivity, not merely for their positive and negative environmental side effects, but also for the ways in which they can embody specific forms of power and authority » (Winner 1980, p.121).

Cette idée trouve un champ d'expression important à partir des travaux de l'historien des techniques américain Lewis Mumford. Dans son article de 1964 intitulé « *Authoritarian and democratic technics* », Mumford défend que le développement des techniques a de tout temps été marqué par une tension entre deux voies de développement : d'un côté une technique « démocratique », de l'autre une technique « autoritaire ».

« From late neolithic times in the Near East, right down to our own day, two technologies have recurrently existed side by side: one authoritarian, the other democratic, the first system-centered, immensely powerful, but inherently unstable, the other man-centered, relatively weak, but resourceful and durable » (Mumford 1964, p.2)

Il désigne par « technique démocratique » l'ensemble des techniques de l'artisanat. Elles sont maîtrisées à une échelle locale et permettent de maintenir des modes de production locaux et autonomes. A l'opposé la « technique autoritaire » fonctionne en réseau et échappe à une gouvernance locale. Ce fonctionnement impose des rythmes et des modes de production nouveaux qui réduisent les capacités locales d'autonomie puisque les artisans ne peuvent plus assurer seuls la maintenance de cette technique (*Ibid.*, p.2-3). La tension essentielle qui existe entre ces deux voies de développement repose sur le fait que le développement des « techniques autoritaires » tend à supplanter les techniques résiduelles et autonomes, les « techniques démocratiques ».

A travers cet argumentaire, Mumford repousse l'idée d'une appréhension de la technique qui pourrait être réduite à une somme d'artefacts isolés. C'est en replaçant la technique au centre de pratiques sociales (des gestes, des normes) que Mumford propose de souligner que les techniques ont une influence sur la construction de relations de pouvoir. La question du déterminisme technologique, largement débattue au cours du 19^{ème} siècle, se retrouve posée différemment à partir de cette proposition (Roe Smith et Marx 1994, p.28). Les artefacts techniques n'exercent pas en eux-mêmes un

rôle déterminant sur la société. En revanche, la technique appréhendée comme un ensemble de pratiques, de gestes et de normes véhiculés à travers les artefacts techniques tend à contraindre l'action, l'organisation et la prise de décision en collectif. Or la construction de ces normes véhicule des valeurs, elle tend à favoriser certains intérêts particuliers. Dans ses travaux, Mumford souligne par exemple que l'émergence du capitalisme industriel moderne n'est pas une conséquence non intentionnelle et non prévue issue d'un développement massif des techniques. Cette émergence est la conséquence de la construction de nouveaux rapports de force au sein des sociétés occidentales au fil de cette dynamique de développement technique (Mumford 1934).

Cette dimension politique de la technique est en particulier mise au travail à la suite de Mumford par deux auteurs : le philosophe français Jacques Ellul et le politiste américain Langdon Winner. Langdon Winner propose de distinguer deux caractères de la technique. D'un côté les techniques flexibles sont saisies de manière instrumentale par des groupes sociaux pour encadrer des pratiques. Les techniques de l'urbanisme et plus spécifiquement de la construction des tracés de routes en ville développées par Haussmann avaient pour ambition d'empêcher la formation de barricades et donc de mieux contrôler les émeutes urbaines pour le gouvernement. Cette appréhension instrumentale de la technique reste intentionnelle et contrôlée (Winner 1980, p.124). Les décideurs peuvent largement moduler leurs choix techniques pendant les grands travaux urbains puis les revoir plus tard. A l'opposé, certaines techniques apparaissent imposer des modèles d'autorité non discutables et non flexibles. Le maintien à flot d'un bateau au milieu de la tempête repose sur la capacité de l'équipage à ne faire qu'un et à répondre immédiatement et de manière coordonnée à l'ensemble des ordres du capitaine, y compris s'ils ne comprennent pas le but de ces ordres ou ne sont pas d'accord. Si les matelots commencent à prendre des décisions indépendamment du capitaine, le bateau a de grandes chances de couler (*Ibid.*, p.129). Le fonctionnement d'ensemble de ce bateau comme système technique impose un mode de fonctionnement social unique, centralisé et autoritaire. Dans leur fonctionnement même, certaines techniques permettent plusieurs modes politiques d'organisation tandis que d'autres imposent des formes d'autorité et de relations de pouvoir (Winner 1977). Dans ces exemples, Winner fait du caractère de flexibilité du fonctionnement de la technique une qualité politique.

L'analyse que propose Ellul de la dimension politique de la technique est plus radicale. Pour lui, la technique devient de plus en plus autonome, elle s'auto-accroît. Au terme de cet accroissement, plus aucune activité humaine ne peut échapper au cadre technique (Ellul 2012, p.31). En cela la technique n'est plus instrumentale, elle devient le médiateur universel de l'action. Elle est dotée de qualités politiques non pas uniquement parce qu'elle tend à orienter et cadrer l'action, mais parce qu'elle devient le milieu au sein duquel les sociétés se construisent :

« Devenue un Univers de moyens, la Technique est en fait le milieu de l'homme. Ces médiations se sont tellement généralisées, étendues, multipliées qu'elles ont fini par constituer un nouvel univers, on a vu apparaître le « milieu technicien ». Cela veut dire que l'homme a cessé d'être dans le milieu « naturel » (constitué par ce que l'on appelle vulgairement la « nature », campagne, bois, montagnes, mer, etc.) au premier chef, pour se situer maintenant dans un nouveau milieu artificiel. Il ne vit plus au contact avec les réalités de la terre et de l'eau mais avec celles des instruments et objets qui forment la totalité de son environnement. » (Ibid., pp.49-50)

Les contributions de Mumford, Ellul et Winner soulignent que la technique ne peut pas être appréhendée comme un domaine d'action politiquement neutre. La technique serait dotée de qualités politiques. Elle influencerait la construction de relations de pouvoir au sein des sociétés. Elle jouerait un rôle central dans la construction de capacités d'action, dans la construction d'agencements¹ (Roe Smith et Marx 1994, p.34)².

En parallèle de ces débats, les discussions sur la dimension politique de la technique s'organisent autour de la question des théories de l'action et opposent notamment les anthropologues des techniques d'un côté et les sociologues des sciences et techniques de l'autre.

1.2. Les qualités politiques de la technique sont construites

La mise en évidence du fait que les objets et réseaux techniques seraient dotés de qualités politiques va de pair avec une discussion du mode d'action technique et plus largement des théories de l'action. Nous proposons de saisir la portée de cette discussion à travers une analyse de la controverse qui a opposé l'anthropologue Pierre Lemonnier et le sociologue Bruno Latour. Ces deux auteurs codirigent en 1994 l'ouvrage intitulé « *De la préhistoire aux missiles balistiques: l'intelligence sociale des techniques* » dans lequel ils mettent en scène la rencontre et les points de convergence de deux écoles de pensée sur les objets et les systèmes techniques. D'un côté les anthropologues représentés par Lemonnier s'intéressent aux cultures techniques pensées comme des mondes d'action efficace sur la matière. De l'autre les sociologues des sciences et techniques, représentés par Latour, s'intéressent à

¹ Le concept d'agencement, au cœur de la philosophie de Deleuze notamment, désigne la capacité d'organisation, de production de réalités spatio-temporelles multiples dont peut être dotée une chose, ici la technique.

² « The writings of Mumford, Ellul and Winner have an ironic twist: in speaking out against the pervasive power of technological systems and the serious threats they pose both to humanity and nature, these critics have endowed modern technics with a degree of agency and influence that often goes beyond even what its most enthusiastic advocates claim » (Roe Smith et Marx 1994, p.34)

la technique pour observer la construction de la société, du marché, de valeurs¹. Leur discussion du mode d'action technique porte alors sur la question de la prise en compte théorique de la matérialité. Dans la filiation de Leroi-Gourhan², Lemonnier lorsqu'il étudie la question du progrès technique s'intéresse à des objets techniques dont la construction repose sur une négociation constante entre des déterminants sociaux d'un côté et des contraintes de la matière de l'autre. A partir de ce cadre de pensée, Lemonnier critique l'approche de Latour qu'il accuse d'oublier complètement les contraintes de la matière dans son étude de l'évolution des techniques (Lemonnier 1996, p.17)³. Plus largement, il reproche à Latour l'idée selon laquelle toutes les contraintes matérielles seraient socialement construites, idée qu'il interprète comme la négation des lois de la physique et d'une quelconque autonomie de la matière (*Ibid.*, p.23).

Comme il le souligne dans sa réponse à Lemonnier, Latour estime que la matérialité ne peut être saisie ni comme seul émettrice d'effets sur l'action, ni comme seul réceptacle d'effets de l'action. La proposition de considérer de manière symétrique le rôle des actants humains et non-humains dans l'évolution des techniques entend permettre de discuter la pensée de la matérialité au sein des théories de l'action (Latour 1996, p.34). Latour entend souligner qu'humains et non-humains sont engagés dans des processus de coévolution. Ils agissent tous deux. La matérialité n'est pas une chose inerte mais au contraire une chose qui agit. C'est dans cette perspective que Latour souligne que la question de l'autonomie de la matière ne l'intéresse pas. Au contraire il s'intéresse aux relations. Pour cela il propose de ne plus considérer l'action à la lumière de hiérarchies préétablies au sein desquels les acteurs humains seraient émetteurs d'action et la matière ne serait que réceptrice. En proposant un traitement symétrique des humains et des non-humains, Latour ambitionne d'appréhender les objets et les phénomènes techniques comme des émergences continues et conséquentes de relations multiples et hétérogènes.

La controverse entre Latour et Lemonnier, et plus largement entre les anthropologues des techniques se revendiquant de l'héritage de Leroi-Gourhan et les sociologues des sciences et techniques, est en cela une controverse ontologique sur ce que serait la matérialité. Elle oppose deux théories de l'action. Chez les premiers, la matérialité est passive et l'action ne se déploie qu'à travers des intentionnalités

¹« Nous avons organisé dans ce livre le dialogue entre ceux qui reconstituent des sociétés disparues ou des représentations mentales à partir des seuls objets ou des gestes et ceux qui étudient des sociétés, des représentations et des pratiques d'ingénieurs qui parfois ne parviennent même pas à l'objet » (Latour et Lemonnier 1994, p.17)

² Voir notamment Leroi-Gourhan, André. L'homme et la matière: évolution et techniques. Numérisation et impr. Sciences d'aujourd'hui 1. Paris: Éd. Albin Michel, 2013 et Leroi-Gourhan, André. Milieu et techniques. Sciences d'aujourd'hui 2. Paris: Ed. Albin Michel, 2012.

³« Alors que pour un ethnologue l'analyse de machines modernes conforte l'idée – qui remonte à Leroi-Gourhan (1943, 1945) – que les techniques sont toujours et partout une médiation et un compromis entre des lois physiques universelles et l'inventivité sans bornes des cultures, les sociologues qui sont spécialisés dans l'étude de ces mêmes machines considèrent que la prise en compte des lois de la nature n'apporte rien à la compréhension des rapports entre techniques, cultures et société » (Lemonnier 1996, p.17)

d'acteurs humains vers la matière par l'intermédiaire de la technique comme médiateur. Chez les seconds, la matérialité n'est pas inerte, elle agit au sens où elle contraint et potentialise l'action. L'action n'est alors pas linéaire mais distribuée entre une multiplicité d'acteurs humains et non humains (la technique, la matière).

C'est dans le cadre de cette appréhension des objets et réseaux techniques au sein d'une théorie de l'action distribuée que les sociologues des techniques soulignent la dimension politique des techniques. Il n'y aurait ni pur déterminisme technique de la société, ni pur déterminisme social de la technique. La technique émergerait et serait dotée de qualités politiques en même temps que son contexte émergerait (Akrich 1989). Ces qualités politiques doteraient la technique d'un potentiel d'agencement et participerait de la construction de modes d'action.

« Les objets techniques définissent dans leur configuration une certaine partition du monde physique et social, attribuent des rôles à certains types d'acteurs – humains et non-humains – en excluent d'autres, autorisent certains modes de relation entre ces différents acteurs de telle sorte qu'ils participent pleinement de la construction d'une culture, au sens anthropologique du terme, en même temps qu'ils deviennent des médiateurs obligés dans toutes les relations que nous entretenons avec le 'réel'. » (Akrich 2010, p.205)

L'heuristique relationnelle de cette théorie de l'action distribuée trouve une expression marquante dans l'ouvrage de Latour intitulé « Changer de société – Refaire de la sociologie ». Dans cet ouvrage, il formule une critique du travail des sociologues « classiques ». Ceux-ci feraient du « social » une trame de fond, un contexte qui tendrait à tout justifier. Latour défend qu'au contraire, « *le social n'est pas une colle capable de tout attacher, y compris ce que d'autres colles ne peuvent faire tenir, mais plutôt ce qui est assemblé par de nombreux autres types de connecteurs* » (Latour 2007, p.12). L'objectif du sociologue serait alors de regarder non pas des catégories construites (e.g. la matière, la technique, les groupes sociaux) mais la construction de ces catégories à travers ce qui assemble, ce qui connecte, ce qui attache. A la suite de nombreux auteurs (e.g. Deleuze, Simondon, Whitehead, Bergson), Latour défend en cela que toute réalité première serait relationnelle. Il nous invite à rejeter toute conception essentialiste du caractère politique de la technique. La technique ne se trouve dotée de qualités politiques que chemin faisant au fil de la construction de relations hétérogènes.

A l'issue de ce premier volet de notre raisonnement, nous soulignons que la technique n'est pas uniquement un mode d'action efficace sur la matière. La technique est un médiateur de l'action par le biais duquel des qualités politiques sont construites et circulent entre la matière et les acteurs humains.

Par ce jeu de médiation, la technique est saisie à la lumière de sa capacité d'agencement. Cette pensée relationnelle constitue ainsi une pensée spatialisée de la technique. Elle joue un rôle central dans la construction des relations sociales et dans la construction des relations entre les acteurs humains et la matière de manière différenciée dans l'espace.

Dans la suite de ce raisonnement, nous questionnons plus spécifiquement le lien entre les qualités politiques de la technique et les qualités politiques de la ressource. Comment est-ce que des qualités émergent au fil de la construction de relations ? Comment circulent-elles de la technique à la ressource ou réciproquement ? Pour répondre à ces questions, nous proposons de tisser un parallèle entre la pensée de la construction relationnelle de ce que Simondon appelle le « mode d'existence technique » et la construction relationnelle des qualités politiques de la ressource.

2. Penser la construction de la ressource à partir de Simondon

La philosophie de Gilbert Simondon se distingue d'autres pensées de la technique à travers une volonté de rentrer dans le fonctionnement des objets et réseaux techniques (leurs mécanismes, leurs rouages) (Akrich 1993, p.89). A partir d'une analyse des relations qu'entretiennent les différents rouages au sein de l'objet technique et avec leur environnement, il souligne le caractère ontologique particulier des objets et réseaux techniques, qu'il propose de saisir comme des « modes d'existences » (Simondon 2012). Les objets techniques seraient constamment en devenir, conditionnés par un ensemble de relations ouvertes.

Cette approche relationnelle met alors au travail l'idée que l'objet technique et son environnement co-émergeraient. Simondon propose de saisir cette co-émergence à travers la notion de « milieu associé ». Ce milieu associé – nous revenons par la suite en détail sur la notion – serait le pôle d'échange permanent (Barthélémy 2015, p.10) entre l'objet technique et son environnement, la « condition d'existence de l'objet technique » (Simondon 2012, p.70). La notion présente alors pour les géographes l'intérêt de donner à voir la relation entre l'homme et son milieu sans « *reléguer l'environnement au rang de résidu réactif qui ne se manifesterait qu'en bout de processus technique* » (Marié et Gariépy 1997, p.17). A ce titre, la pensée de Simondon a été à plusieurs reprises mobilisée par les géographes. A la suite de la proposition du sociologue Yves Barel de saisir la ville comme un objet technique en devenir (Barel 1977, p.20), Olivier Soubeyran a proposé de mettre à contribution la notion de milieu associé pour penser l'action planificatrice (Soubeyran 2014). Il souligne que l'enjeu de l'aménageur est non seulement de produire des comportements attendus mais également de s'arranger pour que les effets non-intentionnels de son action ne détruisent pas son bien fondé. Le défi de l'aménageur est en cela de susciter à travers son action l'émergence des conditions de pérennité de l'aménagement, son

milieu associé. Le milieu associé est alors la condition de validation du bien-fondé des effets intentionnels de l'aménagement (*Ibid.*, p.55). Sa lecture de l'action planificatrice a notamment nourri l'analyse des pratiques de contestation à des grands projets d'aménagement chez la géographe Anne Tricot. Cette dernière a analysé que l'échec d'un projet de tracé autoroutier (A8bis) provenait de la capacité des opposants à détacher le projet d'infrastructure de son milieu associé (les dispositifs de planification territoriale) pour délégitimer son bien-fondé au regard de l'ampleur de ses conséquences non-intentionnelles (Tricot 1996, Tricot 1998).

Notre proposition de mise à contribution de la pensée de Simondon prend un nouvel angle par rapport à ces travaux. L'objectif est ici d'établir un lien entre le mode d'existence relationnel des objets et réseaux techniques et ce que pourrait être le mode d'existence relationnel de la ressource énergétique solaire. Dans cette perspective, notre analyse est organisée en deux temps : tout d'abord nous explorons l'heuristique relationnelle de la pensée de la technique chez Simondon puis nous formulons à partir de celle-ci une proposition pour saisir le caractère relationnel de la ressource.

2.1. L'heuristique relationnelle de la philosophie de Simondon : mode d'existence et ontogenèse technique

Simondon développe dans le « Mode d'existence des objets techniques » une pensée dynamique de la technique. Il propose d'examiner le processus constant de construction de ces objets techniques à travers la notion de « concrétisation ». La concrétisation désigne chez Simondon l'accroissement de la cohérence interne et de la capacité d'auto-organisation d'un objet technique.

« L'objet technique existe donc comme type spécifique obtenu au terme d'une série convergente. Cette série va du mode abstrait au mode concret : elle tend vers un état qui ferait de l'être technique un système entièrement cohérent avec lui-même, entièrement unifié » (Simondon 2012, pp.26-27)

L'évolution du mode abstrait au mode concret marque ainsi le passage entre plusieurs modes d'existences relationnels d'un objet technique. Pour suivre le devenir de l'objet technique, Simondon propose d'étudier son « **ontogenèse** »¹. Le terme d'ontogenèse est initialement importé du champ

¹ La notion d'ontogenèse trouve son explication la plus claire dans des travaux publiés de manière postérieure au « Mode d'existence des objets techniques », essentiellement dans « L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information ». Cette notion d'ontogenèse représente une manière de penser le caractère en devenir d'une entité parmi d'autres. Le cours au collège de France d'Anne Fagot-Largeault de 2007 intitulé « Ontologie du devenir » met ainsi en perspective la notion simondonienne d'ontogenèse au regard d'autres appréhensions du devenir chez notamment Whitehead, Bergson et Leibniz (Fagot-Largeault 2007).

lexical de la biologie, où il décrit la succession des différentes phases du développement d'un organisme. À travers la notion d'ontogenèse, Simondon conçoit l'objet technique comme un organisme qui aurait une origine, une ou plusieurs phases d'existence et une mort, son obsolescence. Les différentes phases de son existence ne seraient pas liées à l'évolution du nombre et de l'état de ses cellules, comme ce serait le cas en biologie, mais à l'évolution d'un ensemble de relations propres au fonctionnement technique. Dans ce cadre, Simondon décrit l'évolution du mode d'existence des objets techniques comme l'évolution constante de relations entre des « éléments » techniques, des « individus » techniques et des « ensembles » techniques (*Ibid.*, p.84). Ces trois catégories renvoient à des échelles imbriquées des objets techniques qu'il étudie. La construction de l'individu technique est présentée comme dépendant simultanément de relations internes (la complémentarité des organes) et de relations externes (l'existence au sein de milieux).

Pour illustrer cette répartition entre « éléments », « individus » et « ensembles », Simondon prend l'exemple du moteur. Le moteur est l'individu technique. Son fonctionnement repose sur la complémentarité entre une somme d'éléments qui le compose (les pistons, les valves, les soupapes) et peut fonctionner dans différents ensembles techniques (un avion, un train, une voiture). L'évolution du moteur dépend simultanément de la relation entre l'individu et l'ensemble (*e.g.* si le véhicule à propulser s'alourdit, le moteur doit s'adapter, développer plus de puissance) et de celle entre les éléments et l'individu (*e.g.* si une soupape du moteur chauffe trop et ne résiste pas à l'évolution du moteur lorsque celui-ci développe plus de puissance, alors le fonctionnement du véhicule est remis en question). L'approche ontogénétique des modes d'existences des objets techniques est une analyse relationnelle à trois niveaux.

Cette pensée du mode d'existence des objets techniques tente de saisir la construction permanente d'équilibres relationnels. L'ontogenèse technique est en cela un processus indissociable de l'emprise de l'espace. Le devenir de chaque individu technique serait conditionné par une récurrence de causalités à la fois au sein d'un milieu technique (propre aux relations entre l'individu, l'élément et l'ensemble technique) et du milieu géographique dans lequel il évolue. Pour reprendre l'exemple de la voiture, si sa structure devient plus lourde, le moteur doit développer plus de puissance. Les éléments du moteur doivent alors être en mesure de développer cette puissance supplémentaire et d'en supporter les conséquences. Si cette voiture doit circuler sur des trajets plus pentus, ou sur des revêtements de moins bonnes qualités, l'ensemble, l'individu et les éléments techniques doivent également s'adapter. L'ontogenèse technique est conditionnée par une double récurrence relationnelle avec un « milieu technique » et le « milieu géographique ». Le « **milieu associé** », notion qui a déjà retenu l'attention des géographes, émerge au cours de cette ontogenèse comme médiateur entre le milieu technique et le milieu géographique. C'est en cela que Simondon présente ce milieu associé comme la « *condition d'existence de l'objet technique inventé* » (*Ibid.*, p.70).

La conception ontogénétique de la construction de l'objet technique chez Simondon est une entrée vers ce que nous pensons être le cœur de sa proposition relationnelle. L'ontogenèse technique serait parcourue de différentes dynamiques, qui pourraient être assimilées à différentes phases de l'existence de l'objet technique. La première est une dynamique que Simondon qualifie d'« **individuation** ». L'individuation est un processus au cours duquel un objet technique au sein de son milieu associé gagne en cohérence, se concrétise. La seconde dynamique qui rythme l'ontogenèse technique est ce que Simondon qualifie de « **transduction** ». C'est un processus durant lequel plusieurs individus techniques cesseraient d'exister séparément et s'hybrideraient. La transduction serait un moment où des individus techniques et leurs milieux associés évolueraient conjointement en inventant une nouvelle dimension qui les rendrait commensurables alors qu'ils ne l'étaient pas préalablement. Simondon présente alors l'ontogenèse technique comme un processus à l'issue toujours incertaine de construction défini par une succession de phases d'individuation et de phases de transduction. Au cours de cette ontogenèse, l'individu, régulièrement pensé comme l'entité première, n'existerait pas en lui-même. Seule la relation serait première. Toute réalité préalable à une relation serait **pré-individuelle**. Ainsi il ne faudrait pas considérer des individus constitués mais une multiplicité d'entités en cours d'individuation¹.

Dans des ouvrages postérieurs au « Mode d'existence des objets techniques », Simondon propose d'étendre cette proposition relationnelle au-delà du seul phénomène technique (*e.g.* le physique, le biologique, le social) (Simondon 1995, 2005, 2007). Il souligne alors que si l'individu ne peut être préalable à la relation, la focale analytique ne devrait plus être placée sur l'individu mais sur le processus d'individuation.

« Si, au contraire, on supposait que l'individuation ne produit pas seulement l'individu, on ne chercherait pas à passer de manière rapide à travers l'étape d'individuation pour arriver à cette réalité dernière qu'est l'individu : on essaierait de saisir l'ontogénèse dans tout le déroulement de sa réalité, et de connaître l'individu à travers l'individuation plutôt que l'individuation à partir de l'individu » (Simondon 2005, p.24)

Cette idée porte une critique de ce qu'il qualifie de « *privilège ontologique de l'individu constitué* » (Simondon 2007, p.10). Le philosophe Debaise, spécialiste de Simondon, souligne l'importance de cette thèse :

¹ Deleuze souligne dès 1966 l'originalité et l'intérêt de la thèse de Simondon. Il invite à penser l'individuation comme « l'organisation d'une solution, d'une « résolution » pour un système objectivement problématique » (Deleuze 2002, p.122) à travers « une sorte de mouvement qui va du pré-individuel au trans-individuel » (Ibid., p.124).

« Ce paradigme de 'l'individu constitué' n'est possible qu'à deux conditions générales : tout d'abord refuser ou limiter l'ensemble des processus, mouvements par lesquels les choses viennent à l'existence. Si c'est l'individu qui compte, alors le risque est de voir dans l'individuation une simple phase, une étape plus ou moins accessoire qui ne trouve sa légitimité que dans son terme, sa finalité, à savoir l'individu ; elle prendra alors la forme de cette réalité qu'elle est censée expliquer. Ensuite, il implique de réduire l'ensemble des liens, des échanges de l'individu avec un milieu beaucoup plus large duquel il ne peut être dissocié. A nouveau, l'individu se définit comme une certaine consistance intrinsèque, une autonomie ou une fermeture. Une fois qu'il est posé, tous les liens qui l'unissent à son environnement ne peuvent plus être compris que comme des relations externes » (Debaise 2006, p.63)

Cette pensée relationnelle autour des notions d'individuation et de transduction revêt une importance centrale dans notre mise à contribution de Simondon. La remise en cause du paradigme de l'individu constitué nous semble être porteur d'une heuristique qui va au-delà d'une pensée de la seule technique. Elle serait porteuse d'une ontologie relationnelle que l'on pourrait appliquer à la ressource. Le recours à cette pensée nous permet dans la sous-section suivante de théoriser le caractère dynamique et toujours ouvert du passage du rayonnement solaire à la ressource énergétique solaire comme un processus ontogénétique et en cela de proposer de faire évoluer notre définition initiale de la ressource.

2.2. La ressource est une entité toujours en cours d'individuation

Nous avons jusqu'ici souligné que notre analyse du passage du rayonnement solaire – indifférencié, déjà-là – à la ressource énergétique solaire – dotée de qualités politiques différentes – soulevait un enjeu de structuration d'une ontologie relationnelle de la ressource. Au fil de sa pensée de la technique, Simondon nous équipe de concepts pour penser la construction de la ressource solaire ainsi que l'émergence de ses qualités. Dans le cadre analytique proposé, le rayonnement solaire serait une réalité pré-individuelle tandis que la ressource énergétique solaire serait le résultat d'un processus d'individuation. Notre étude du processus de construction de la ressource serait en cela une analyse ontogénétique de l'émergence de différents modes d'existence du rayonnement solaire à travers le processus d'individuation. Cette inscription dans le schéma de pensée simondonien nous pousse non seulement à étudier les différentes formes individuées du rayonnement solaire comme des « individus-relationnels », mais comme le souligne Debaise d'étudier des « individus-milieux ».

« Le transindividuel est le plan de communication entre des individus-milieux, c'est-à-dire des individus dans lesquels se trouve une charge de préindividualité, une charge de possibles qui les fait communiquer au-delà de leur propre identité » (Debaise 2004, p.106)

En cela, Debaise confirme l'importance pour notre analyse de penser la tension entre le rayonnement solaire et la ressource énergétique et de faire des différentes voies de passage de l'un à l'autre l'enjeu problématique central. Cette pensée nous permet de souligner que la ressource solaire dotée de qualités politiques est une entité qui ne peut être dissociée de son milieu. C'est au sein de ce milieu que se tissent des relations dont émergent ses qualités. En cela, la ressource a également son « milieu associé » et celui-ci est également la condition de l'existence de la ressource. Au sein de ce milieu, les qualités de la ressource reflètent des propositions d'organisation qui restent ouvertes à négociation et ne sont jamais figées, elles expriment les différents modes d'existences relationnels de la ressource. Dans ce schéma de pensée, le milieu associé de la ressource émerge en même temps que la ressource en cours d'individuation. Dans le prolongement du raisonnement mis en place au cours du chapitre, nous proposons ici de saisir cette individuation à travers les dimensions matérielle, technique et spatiale du milieu associé (voir Tableau 7, ci-dessous).

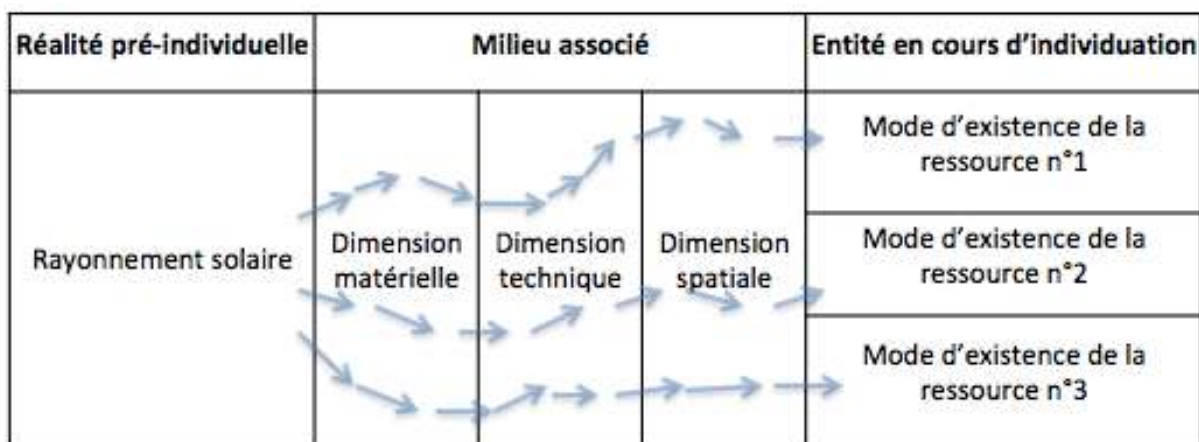


Tableau 7: Proposition d'approche ontogénétique pour penser la construction de la ressource énergétique solaire

De manière à illustrer cette nouvelle proposition d'appréhension théorique du processus de construction de la ressource, nous proposons une nouvelle fois de revenir de manière intermédiaire sur l'analyse du « cas zéro ». Les deux projets solaires analysés au fil de notre « cas zéro », voisins de quelques kilomètres et disposant ainsi de la même exposition au rayonnement solaire illustrent à ce titre deux modes d'existences de la ressource énergétique solaire (voir Tableau 8, p.103). Dans un cas comme dans l'autre, les qualités politiques de la ressource émergent en même temps qu'un milieu associé, saisi à travers ses dimensions matérielles, techniques et spatiales se structure.

| | Dimension matérielle | Dimension technique | Dimension spatiale | Ressource (dotée de qualités politiques) |
|---|---|--|---|---|
| Projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors | Le projet solaire se construit autour d'une prise en compte des matérialités ayant un impact sur l'économie du projet (réseau électrique, réseau routier sol et forêt), | La production concentrée doit être menée à proximité d'un point de raccordement massif au réseau électrique | La production d'énergie est spatialement déconnectée de la consommation. La construction du site solaire ne prend pas en compte certains enjeux du territoire non valorisés économiquement (paysage, covisibilités) | Mode d'existence n°1 : ressource renouvelable mais pas forcément soutenable. Cadrée comme un investissement capitaliste collectif qui colonise de nouveaux espaces |
| Projet de « centrale villageoise » dans le Vercors | Le projet solaire s'ouvre à des matérialités non valorisées économiquement mais primordiales en termes d'aménagement du territoire (toitures, paysage) | La production potentiellement dispersée peut trouver plusieurs points d'injection de moindre puissance sur le réseau | La production d'énergie cherche à trouver une cohérence avec la demande locale. La construction du site solaire repose sur des critères établis à l'échelle du territoire (paysage, architecture) | Mode d'existence n°2 : ressource renouvelable et soutenable. Cadrée comme un vecteur d'aménagement concerté du territoire, valorisée sur des espaces déjà anthropisés |

Tableau 8: Approche ontogénétique de la construction de la ressource au fil des projets solaires du « cas zéro »

Nous avons au cours de cette section fait avancer notre proposition de cadre analytique relationnel pour saisir le processus de construction de la ressource énergétique solaire. De prime abord notre appréhension de la ressource est processuelle. La notion de ressource désigne le processus de mise en relation d'une source avec un ensemble d'entités dans la perspective de lui conférer des valeurs. Nous avons précisé au cours de cette section notre proposition de définition. La ressource serait une entité constamment en cours d'individuation dont les qualités émergent de relations multiples au sein d'un milieu associé. Au regard de l'émergence de ces qualités, la ressource pourrait être saisie à la lumière de différents modes d'existences.

Dans la perspective de poursuivre la structuration d'une proposition ontologique relationnelle pour saisir la ressource, et notamment interroger les modalités d'émergence du milieu associé de la ressource, la troisième section de ce chapitre porte plus spécifiquement sur la dimension spatiale du processus de construction de la ressource. Pour cela, nous proposons de discuter plus largement le processus de construction de la ressource comme un processus de réagencement spatial. De manière plus générale, il nous importe de questionner comment notre proposition ontologique s'insère dans les discussions actuelles des théories de la ressource en géographie.

Section 3 : Construction politique de la ressource et spatialité

Nous avons à ce stade de notre raisonnement proposé d'appréhender la ressource comme une entité en cours d'individuation au sein d'un « milieu associé » en proposant plus spécifiquement de saisir ce processus à la lumière de dimensions matérielles, techniques et spatiales enchevêtrées. Dans une troisième et dernière section de ce chapitre, nous proposons de questionner plus spécifiquement la dimension spatiale du processus de construction de la ressource et d'interroger au sein de la géographie l'originalité de notre proposition.

Dans cette perspective, cette section est une nouvelle fois organisée autour d'une discussion de la littérature pour faire émerger de nouvelles propositions et nourrir notre cadre analytique. La première partie de la section propose de mettre en discussion les apports et limites des différentes théories de la ressource en géographie (géographies interactionnistes, géographies relationnelles, « nouvelle géographie des ressources »). Dans un second temps, nous mettons en avant l'heuristique du concept d'« attachement » (sciences psychologiques, STS) pour penser la co-émergence de la ressource et de son milieu-associé.

1. La relation ressource/espace au cœur du questionnement de la géographie

1.1. Géographies interactionnistes : un devenir distinct de la ressource et de l'espace

Notre attention se porte tout d'abord sur la pensée territorialiste développée par le géographe Hervé Gumuchian et l'économiste Bernard Pecqueur et à son influence sur la théorie de la ressource. A la frontière entre l'économie et la géographie, les auteurs de cette école développent depuis deux décennies une pensée de la ressource comme la construction de valeurs économiques dans la perspective d'expliquer des trajectoires de développement territorial (Gumuchian et Pecqueur 2007) qui a eu beaucoup d'échos au sein de la géographie. Cette école de pensée souligne spécifiquement le rôle des acteurs dans la construction de la ressource (Gumuchian 2003). Notre discussion des apports et des limites de cette pensée à notre proposition relationnelle repose initialement sur une discussion de ses filiations en termes de théorie de l'action (Raffestin et Werlen).

L'importance d'une réflexion sur les théories de l'action pour penser l'espace et la ressource en géographie est spécifiquement soulignée par le géographe suisse Benno Werlen. Dans son ouvrage « *Society action and space* » il soutient que la notion centrale de la géographie serait non pas l'espace mais l'action (Werlen 1993). Il développe dans ce sens une théorie socio-spatiale selon laquelle l'espace est une construction faite d'actions humaines intentionnelles et d'effets intentionnels et non intentionnels de cette action. Dans ce cadre, la ressource est le résultat d'une action intentionnelle

d'acteurs humains sur la matière. L'analyse du processus de construction d'une ressource se focalise sur la relation de l'acteur humain vers la matière sans spécifiquement interroger la relation inverse.

La contribution du géographe français Claude Raffestin à la pensée de la ressource ne remet pas explicitement en question cette approche mais en propose des nuances. Il développe sa pensée de la ressource dans son ouvrage de 1980 « Pour une géographie du pouvoir ». Dans ce cadre, il appréhende la matière comme ce qui préexiste à toute action humaine. Cette matière contient des potentiels d'action inhérents, elle porte des propositions, qui sans action humaine restent à un état latent.

« Sans pratique, la matière demeure un pur « donné » inerte et ses propriétés sont latentes. Sans pratique, la matière n'est pas dévoilée en tant que champ de possibles : sans pratique aucune relation, aucun rapport avec la matière et partant aucune production » (Raffestin 1980, p.204)

Le passage de cette matière à la ressource par l'intervention des acteurs est alors un processus d'invention de propriétés de la matière à la lumière des propositions que porte celle-ci.

« Les propriétés de la matière ne sont pas données mais « inventées » car elles résultent d'un processus analytique, longtemps empirique, déclenché par l'homme qui soumet la matière à des opérations diverses (...). Le point de vue, limité par définition, implique qu'aucune action particulière n'épuise les propriétés de la matière : les propriétés de la matière ne sont pas exhaustives pour l'homme ». (Ibid., p.203)

Une même matière dénuée d'intérêt à un moment donné peut être constituée en une ressource essentielle à un autre moment. Une société peut progressivement inventer de nouvelles propriétés de la matière au fil de l'évolution de son développement technique. La pensée de Raffestin souligne que le passage de la matière à la ressource est sous-tendu par une tension entre la révélation de propositions de la matière et l'invention de propriétés par les acteurs. Le processus de construction de la ressource ne peut en cela pas être réduit à une relation à sens unique de l'acteur humain sur la ressource.

Cette tension révélée par Raffestin se trouve au cœur de la pensée de la ressource développée par les penseurs de la « ressource territoriale ».

« Dans le massif de Belledonne, entre Grenoble et Chambéry, les chutes d'eau ont été utilisées par A. Bergès pour en faire de la « houille blanche ». La chute d'eau existe depuis des temps immémoriaux mais ne constituait qu'une ressource initiale à l'état latent, non encore révélée par l'invention de l'hydroélectricité. C'est donc une initiative d'acteur qui fournit une intention à la

ressource initiale lui donnant alors une situation de ressource accomplie » (Gumuchian et Pecqueur 2007, p.7)

Les caractéristiques prêtées par les acteurs à la matière évoluent au cours d'un processus de construction de la ressource marqué par des étapes (générique, spécifique, territoriale) correspondant à des stratégies économiques (Colletis et Pecqueur 1993). En cela, cette pensée nourrit la réflexion des géographes sur la construction sociale de la ressource.

Toutefois la focale des penseurs de la ressource territoriale sur l'action intentionnelle des acteurs tend à parfois minorer le rôle des propositions contenues dans la matière et l'effet de ces propositions au cours de la construction de la ressource. Dès lors que la matière est réduite à une fonction passive de réception des effets de l'action, la notion de ressource territoriale repose sur une pensée interactionniste que l'on ne peut pas qualifier de relationnelle. Pour illustrer cette critique, nous proposons de souligner que cette école développe une pensée « hylémorphique » de la ressource. La pensée hylémorphique, généralement construite dans une référence à la philosophie d'Aristote, consiste à penser toute réalité comme un rapport entre une matière et une forme, rapport dans lequel la matière serait passivement ouverte à des prises de formes.

L'œuvre de Simondon porte une critique essentielle de cette pensée hylémorphique (Simondon 2005, Montebello 2006 p.284). La pensée hylémorphique échouerait à saisir de manière relationnelle la genèse de la rencontre entre une matière et une forme dès lors que l'un et l'autre seraient considérés comme préexistant à leur rencontre. Simondon propose d'illustrer le schème hylémorphique avec l'image du maître qui pense la forme et donne l'ordre à l'esclave d'agir sur la matière (Barthélémy 2015, p.7). La pensée de la ressource développée par l'école de la 'ressource territoriale' opère une même séparation du travail plaçant d'un côté la matière et de l'autre le monde des acteurs qui imposerait une forme à cette matière. En ce sens, elle échoue à pleinement saisir le processus de construction de la ressource, et au sein de ce processus, l'action et le devenir incertain commun à la fois des acteurs et de la matière.

Cette critique d'une pensée hylémorphique de la ressource au sein de l'école de la « ressource territoriale » peut être adressée plus largement aux géographies qui tendent à saisir séparément la matière d'un côté et les acteurs de l'autre, et ne pensent la relation qu'*a posteriori*. C'est en cela que ces géographies ne développeraient pas une pensée relationnelle de la ressource mais une pensée seulement interactionniste. Dès lors que les termes du problème de la construction de la ressource sont considérés comme préexistants, stables et connus, la ressource ne pourrait pas être investiguée comme le résultat d'une construction relationnelle. Une telle pensée tendrait à conserver une approche naturalisante de la ressource et de ses qualités. De plus, les termes du problème pouvant être

appréhendés séparément, le devenir de la ressource peut être appréhendé de manière distincte du devenir de l'espace.

A côté de ces géographies interactionnistes, d'autres écoles de pensée au sein de la géographie proposent de construire des approches relationnelles reposant sur une pensée de la co-construction et de la co-émergence de l'espace et de la ressource.

1.2. Géographies relationnelles : l'espace comme « dimension » de la construction de la ressource

Le développement des pensées relationnelles de l'espace en géographie s'inscrit dans le sillage du courant de pensée poststructuraliste. Ce courant tend à remettre en question et déconstruire toute dimension immanente d'un phénomène observé pour replacer celui-ci dans un processus de construction temporel et spatial (Harrison 2006, p.132)¹. La géographie poststructuraliste ne se construit alors pas comme une pensée de ce qui serait sédimenté et stabilisé, mais comme une pensée du devenir, une science de l'action et du mouvement permanent (Doel 1999, Murdoch 2006). Nous revenons ici sur la construction de cette géographie poststructuraliste et sur les enseignements qu'elle porterait pour nourrir une théorie relationnelle de la ressource.

La pensée du géographe britannique Nigel Thrift retient tout d'abord notre attention. Il propose de constituer au sein de la géographie une « théorie non-représentationnelle » (Thrift 2008). A travers ce nouveau courant, il entend faire une géographie du mouvement et saisir ce mouvement comme une ontogenèse selon la définition qu'en fait Simondon (*Ibid.*, p.5). Cette géographie ne présupposerait pas l'existence des sujets mais s'intéresserait d'un côté à des réalités pré-individuelles et de l'autre à des trajectoires relationnelles (*Ibid.*, pp.7-8). En s'inspirant des théories de l'action discutées au sein des STS, Thrift appelle les géographes à ne plus considérer que les objets appartiennent à un monde séparé de celui des hommes. Les théories de l'action discutées par les géographes devraient selon lui mettre en lumière le rôle de la matérialité dans le déploiement de l'action. De manière plus large, sa proposition de dépasser l'asymétrie humain/non-humain au sein de la géographie est un appel à repenser le dualisme nature/culture qui marque la discipline géographique.

L'ouvrage « Hybrid Geographies » de la géographe britannique Sarah Whatmore représente une tentative de rompre avec cette analyse asymétrique en géographie critiquée par Thrift. Dans ce livre, Whatmore défend que l'interface nature/société ne doit plus être théorisée comme un phénomène de

¹ « In this radical anti-essentialism, post-structuralism denies any shortcuts to simple truths and the construction of accounts which would seek to reduce the phenomena under investigation to either ahistorical or aspatial causes or to simply the effect of context. In so doing, poststructuralism presents a relational and open movement of thought, one which is permanently under revision, undergoing 'trial by space'. » (Harrison 2006, p.132)

rupture ou de discontinuité entre deux mondes distincts mais comme un phénomène d'hybridation et de mélange permanent au sein d'un monde commun (Whatmore 2002, p.4). Whatmore saisit cette hybridation à travers le rôle d'agencements matériels et de dispositifs sociotechniques qui dotent les objets de qualités et qui encadrent la construction de relations sociales (*Ibid.*, p.146).

« It lies, rather, in the relational and distributed view of materiality that provides a way to unpack apparent permanencies and stabilities, and to show how the competencies and capacities of « things » are not intrinsic but derive from association » (Bakker et Bridge 2006, p.16)

Ainsi, dépasser la division nature/culture au sein de la géographie revient à faire le constat que l'on ne peut pas suivre le cours de l'action selon le seul point de vue de l'acteur humain ou de celui de la matière. Ces géographes critiques britanniques soulignent ainsi que l'action serait à comprendre comme le résultat de négociations entre des formes d'agencements d'humains et de non-humains dont Latour souligne la relation conflictuelle (Latour 2003, p.18)¹.

À travers l'analyse des matérialités, les qualités des hybrides résulteraient de négociations entre des réseaux multiples et aux logiques potentiellement conflictuelles. Au centre de ces logiques relationnelles, la matérialité endosserait un rôle essentiel dans l'émergence de qualités et dans leur mise en circulation de l'espace à la ressource (Bakker et Bridge 2006).

« Materiality matters, then, because of the way its heterogeneity differentially enables, constrains and/or disrupts the social practices through which resource regulations is achieved » (*Ibid.*, p.21)

C'est par l'affirmation de cette importance de la matérialité que la géographie poststructuraliste propose de discuter la conception euclidienne et essentialiste de l'espace et de souligner les apports à la pensée de l'espace d'une approche relationnelle (Murdoch 1998, p.357)². Le mouvement et les recompositions permanentes de l'espace ne peuvent pas, selon ces auteurs, être appréhendés uniquement à travers une topologie métrique et des coordonnées stables (proximité, distance, continuité). De même, la matérialité ne peut plus être saisie comme ce qui est figé, ce qui ne serait qu'ouvert à de nouvelles prises de formes passives. Une fois ces approches dépassées, l'espace peut

¹ « Everywhere, building, creating, constructing, laboring means to learn how to become sensitive to the contrary requirements, to the exigencies, to the pressures of conflicting agencies where none of them is really in command » (Latour 2003, p.18)

² « John Law has recently proposed that ANT is « a megamachine for waging war on Euclideanism », the overthrow of which is an imperative as the network perspective cannot readily co-exist with a notion of space as fixed and absolute in its coordinates » (Murdoch 1998, p.357)

être appréhendé comme une réalité instable, constamment reconfigurée. Les matérialités hétérogènes qui constituent l'espace jouent un rôle central dans ce mouvement, elles créent des discontinuités. Les différents lieux qui composent l'espace résultent de processus de production relationnels multiples, de logiques de relations spécifiques, à la fois locales et ancrées dans d'autres échelles (Massey 1991, p.29)¹. La contribution de ces auteurs vient donner du sens à l'idée de l'espace saisi par la figure du palimpseste². L'espace est une construction permanente par accumulation de nouvelles couches à travers le temps. L'espace comme entité en devenir n'est pas une réalité indépendante de la réalité temporelle (Harvey 1996, p.256)³. La construction temporelle de l'espace trouve une expression originale dans les travaux du géographe brésilien Milton Santos. Dans une filiation revendiquée à Simondon, il développe une pensée de l'espace comme une entité métastable⁴, constamment recomposée. L'espace serait une superposition de sous-systèmes sociotechniques d'âges différents (Santos 1997, p.27). L'analyse de l'espace chez les historiens et les géographes devrait alors porter sur les relations entre ces différents systèmes, ces différentes couches, d'analyser comment elles se superposent, s'associent, s'effacent, coexistent (*Ibid.*, pp.100-101). Santos propose en cela de penser l'espace comme un cadre de l'action, non réduit à des couches sédimentées passives mais à un ensemble de relations entre ces couches sédimentées qui potentialisent ou contraignent l'action. Aucune couche n'est réellement passive dans la mesure où elle peut resurgir à tout moment, à l'occasion d'un nouveau projet d'aménagement. C'est dans ce sens que le géographe britannique Marcus Doel invite à saisir l'espace comme ce qui surgit, comme un événement (Harrison 2006, p.131).

C'est au fil de ces contributions que la géographie poststructuraliste développe une pensée relationnelle, c'est-à-dire une pensée du mouvement qui ne présuppose pas l'existence préalable des termes de ce mouvement. Cette pensée relationnelle met en avant le caractère constamment reconfiguré de l'espace. L'espace n'est pas un élément de contexte, un déterminisme isolé, mais une dimension constamment recomposée de l'action, à travers laquelle se déroule des processus relationnels constants de négociation entre humains et non-humains (Murdoch 1998, p.363). En cela, l'espace et la ressource seraient engagés dans un processus de devenir commun.

¹ « The specificity of place is continually reproduced, but it is not a specificity which results from some long, internalised history (...). There is the specificity of place which derives from the fact that each place is the focus of a distinct mixture of wider and more local social relations » (Massey 1991, p.29)

² Le palimpseste est un support d'écriture constitué de parchemins qui ont déjà été utilisés mais sur lesquels les inscriptions ont disparu.

³ « Space and time are not, therefore, independent realities, but relations derived from processes and events » (Harvey 1996, p.256)

⁴ La métastabilité désigne chez Simondon un « état qui transcende l'opposition classique entre stabilité et instabilité, et qui est chargé de potentiels pour un devenir (...) la différence entre l'individu physique et l'individu vivant est alors que le second entretient en lui une métastabilité, tandis que le premier est devenu stable et a épuisé ses potentiels » (Barthélémy 2015, p.9)

Au sein de la géographie poststructuraliste, plusieurs auteurs s'intéressent spécifiquement à la question de la ressource. Leur contribution nous permet de progresser dans notre analyse des modalités d'émergence et de circulation de qualités de l'espace à la ressource.

1.3. Nouvelle géographie des ressources et analyse de l'émergence de qualités relationnelles

Le rapport Meadows (1972) a suscité la mise en discussion des effets de la finitude des ressources naturelles mondiales sur l'économie mondiale et l'organisation des sociétés. Depuis la géographie des ressources a largement abordé la question des ressources par l'angle des conséquences environnementales de leur valorisation. Toutefois, depuis une dizaine d'années, la mise en évidence par les géographes de la résurgence d'une problématique de la rareté des ressources marque un regain d'intérêt pour les discussions théoriques sur la notion même de ressource (Bridge 2010a, p.820). La rareté des ressources naturelles se présente autant comme un problème physique que comme un problème politico-économique. Cette rareté apparaît lors de changement de modèles de gestion des ressources (*e.g.* la privatisation de la gestion de l'eau en Angleterre étudiée par Karen Bakker (2000)). Elle peut également résulter de stratégies d'adaptations de certains acteurs dans un contexte de transition (*e.g.* la rhétorique du '*peak oil*' étudiée par Bridge (2010b)).

Au fil de ces nouveaux travaux sur la ressource, celle-ci est appréhendée à la lumière de qualités duales (*i.e.* elles émergent à moitié du monde physique et à moitié du monde social). Le challenge pour les géographes consiste à penser les modalités de passage d'un monde à l'autre (Bridge 2009, p.1219). L'environnementaliste américaine Nancy Peluso alimente cette pensée de la ressource d'un volet politique essentiel. Dans son analyse des systèmes d'extraction et de valorisation du caoutchouc, elle souligne qu'en différentes régions d'Amérique du Sud, la ressource peut être perçue comme « rouge » (symbolisant l'exploitation de la forêt et des minorités locales) ou « verte » (symbolisant un tournant vers un système plus soutenable) (Peluso 2012). Elle souligne en cela que les qualités de la ressource ne renvoient pas uniquement à des caractéristiques fonctionnelles, elles renvoient également à des qualités politiques. Le devenir d'une ressource est marqué par le triomphe d'une vision politique des choses par rapport à d'autres visions (Bridge 2009, p.1221). La résurgence d'un intérêt en géographie pour le concept de ressource s'accompagne d'un regain d'intérêt pour le caractère politique du passage de la matière – dotée de caractéristiques physiques – à la ressource – dotée de différentes qualités.

La géographie poststructuraliste propose de déconstruire les lectures essentialistes de la ressource et de s'intéresser à la circulation de qualités, c'est-à-dire aux modalités de passage de qualités depuis la matière vers la ressource et depuis l'espace vers la ressource et réciproquement. Le géographe britannique Noel Castree souligne ainsi que pour les géographes, la question ne serait plus tellement

« qu'est-ce qu'un bien ? » mais plutôt « quelles sortes de caractéristiques les choses endossent quand elles deviennent des biens ? » (Castree 2003, p.277).

Dans une analyse des contributions de la géographie marxiste à l'analyse des ressources, Castree souligne que le passage d'une entité « naturelle » à un bien marchand au sein de l'économie capitaliste procède par une série d'opérations relationnelles (Ibid., pp.279-282) : (1) la privatisation consiste à assigner des droits légaux à quelqu'un sur une chose, (2) l'aliénation à rendre une chose détachable de son propriétaire pour l'échanger et (3) l'individuation à séparer une chose de son contexte, à l'isoler (le terme est ainsi utilisé dans un sens fondamentalement différent par rapport à Simondon). Ensuite (4) l'abstraction consiste à rendre une chose similaire et comparable à d'autres sur la base de critères de fonctionnalité plutôt qu'à partir de son ancrage spatial et (5) la valuation consiste à rendre commensurables des choses aux fonctions différentes en leur attachant une valeur monétaire. Enfin ce que Castree qualifie de (6) « displacement » consiste à finir de transformer des relations socio-naturelles en une chose lorsque les consommateurs de cette chose ne peuvent plus voir les relations tissées chemin faisant pour construire cette chose. Castree décrit au fil de ces étapes le détachement d'une entité matérielle (*i.e.* un bien ou une ressource) du contexte spatial dans lequel elle a été initialement extraite ou valorisée dans le fonctionnement de l'économie capitaliste. Le devenir de cette entité et de l'espace pourraient au sein de ce raisonnement être pensés comme déconnectés. Or Castree entend justement souligner que la ressource ne peut, ni être réduite à sa physicalité, ni à un processus d'invention a-spatial de qualités. Le processus de production d'une ressource est un processus conjoint de devenir de la matière et de configurations spatiales (Castree 2003, p.277)¹. Dans le prolongement de cet argument, Bridge souligne que la transition énergétique serait un processus de mise en discussion, en parallèle, de modalités d'adoption de nouvelles ressources énergétiques et de l'émergence de nouvelles configurations géographiques (Bridge et al. 2013). L'un ne pouvant aller sans l'autre.

Notre discussion de ces différents courants de la géographie souligne l'importance de penser l'espace comme une dimension du processus de construction de la ressource au sein d'un raisonnement relationnel. Au sein de la géographie poststructuraliste, la « nouvelle géographie des ressources » souligne l'importance de penser la coévolution de la ressource et de configurations spatiales et ouvre la porte à une pensée de la mise en circulation de qualités. Toutefois, l'équipement notionnel de ce courant de la géographie ne nous permet pas d'analyser finement dans les faits comment cette circulation de qualités opère. Dans la partie suivante, nous proposons de saisir et d'étudier ces modalités relationnelles de circulation à partir de la notion d'« attachement ». L'attachement constitue

¹ « The term commodification thus usefully connotes a process or state that is irreducible to the things being commodified but which nonetheless affects them – and which may, reciprocally, be affected by them » (Castree 2003, p.277)

une proposition notionnelle pour désigner une relation de co-constitution, une relation instable car constamment ouverte à négociation et une relation de mise en circulation de qualités.

2. La co-émergence de la ressource et de son milieu associé saisi par les « attachements »

Une approche relationnelle du processus de construction de la ressource solaire ne présuppose pas l'existence des termes d'un problème (*e.g.* la ressource, l'espace, les collectifs solaires) avant la relation mais considère plutôt que ces termes sont constamment reconfigurés au fil de l'évolution des relations. Toutefois, notre analyse de la littérature n'a jusqu'ici pas permis de dégager une notion qui nous permettrait d'analyser finement comment se tissent des relations dans les faits et de répondre à plusieurs questions : comment ces relations entraînent-elles l'émergence de qualités, comment s'avèrent-elles ou non structurantes pour la ressource, comment sont-elles négociées ? Or ces questions sont primordiales au regard de l'ampleur de ce que le terme de « relation » englobe dans notre cadre analytique.

Le terme renvoie à des relations visuelles (*e.g.* le regard du riverain ou du randonneur sur une opération photovoltaïque), des relations techniques (*e.g.* la connexion d'un panneau solaire au réseau électrique), des relations affectives (*e.g.* l'attrait patrimonial d'un propriétaire pour sa toiture, d'un riverain pour sa forêt), des relations réglementaires (*e.g.* les règles d'évolution d'une parcelle foncière au regard du règlement d'urbanisme), des relations interpersonnelles (*e.g.* l'organisation des acteurs en collectif, leur opposition à un projet), ou encore à une relation métrique (*e.g.* la distance entre une toiture et un point de raccordement au réseau électrique). Bien que toutes ces relations renvoient à des réalités très variées, elles semblent contribuer à la fois à l'émergence de qualités de la ressource et à la mise en discussion du devenir d'un territoire. Elles ne sont pas figées, elles peuvent être remises en question, elles sont ouvertes à négociation.

Pour interroger à travers ces relations le processus de co-émergence de la ressource et de son milieu associé ainsi que la mise en circulation de qualités, nous proposons de saisir et développer ici la notion d'attachement. Le concept d'attachement, jusqu'ici peu discuté en géographie, est au cœur de discussions théoriques en psychologie et en sociologie. Dans les sections suivantes nous discutons tout d'abord le concept avant d'analyser ce que le recours à ce concept apporte à notre proposition ontologique relationnelle pour saisir la construction de la ressource énergétique solaire.

2.1. Les attachements : des relations « hésitantes » de co-émergence et de circulation de qualités

Le concept d'attachement tel que nous souhaitons le mobiliser est au cœur de la théorie éponyme qui a été développée au sein des sciences psychologiques. Autour des travaux initiaux du psychiatre britannique John Bowlby, la théorie de l'attachement est passée d'un champ émergent au cours des années 1950 à l'un des champs les plus discutés en psychologie aujourd'hui (Cassidy 2008). A partir de ces travaux, la notion a été mobilisée au sein du champ de la géographie comme une modalité pour analyser de prime abord la relation d'une personne à son environnement (Canova et Raibaud 2017, p.11). L'attachement renvoie alors à une approche phénoménologique liée à la construction d'identités à travers des expériences vécues (Altman et Low 1992, pp.2-4). Il désigne un lien émotionnel qui fonde l'ancrage d'un individu dans une configuration culturelle et spatiale et pourrait permettre d'analyser les logiques d'organisation, individuelle ou collective, de cet individu dans l'espace (Giuliani 2003, p.160). Notre intention est ici de constituer cette notion comme une modalité pour saisir des relations entre humains et non-humains à partir desquelles des qualités émergeraient et circuleraient. Pour cela, nous proposons d'analyser dans un premier temps comment la notion a émergé et quelles charges problématiques lui ont été conférées.

Les travaux initiaux de Bowlby portent sur les différents liens qui se tissent entre un nourrisson et sa mère (ou ceux qui prennent soin de lui) pendant les premiers mois de sa vie (Bowlby 1958). Ses premières interrogations portent sur l'incidence de ces différents liens sur les modalités de croissance physique et psychologique de ce nourrisson. Il souligne alors que la nature des relations qu'un nourrisson établit avec sa mère et les autres personnes qui prennent soin de lui pendant les premiers mois de sa vie a de nombreux effets sur la façon dont l'enfant puis l'adulte va se construire comme individu pendant les différentes phases de sa vie (Bowlby 1969, 1973, 1980). Dans ses travaux, il qualifie à travers la notion d'attachement l'ensemble des gestes et des réflexes à travers lesquels se crée et évolue la relation entre un enfant et sa mère (ou avec toute autre personne qui prend soin de lui) : sucer, attraper, suivre, pleurer et sourire (Tereno et al. 2007, p.151).

Dans un questionnement qui retient tout particulièrement notre attention, plusieurs chercheurs qui s'inscrivent dans cette théorie de l'attachement cherchent à comprendre si certaines formes d'attachements, si certains liens, seraient plus constituants que d'autres. Au cours des années 1950, la théorie de l'attachement se construit sur la base de nombreuses études empiriques menées à la fois dans le champ de l'éthologie et dans celui de la psychologie. Ces études permettent de souligner que la proximité entre l'enfant et la mère se construit à travers des attachements multiples et que dans

certaines situations où ces attachements ne se développent pas, l'enfant cherche d'autres figures de proximité. Harlow démontre ainsi que chez plusieurs espèces de singes, l'individu en bas âge développe une proximité plus intense avec l'individu qui l'abrite et le réchauffe avec la chaleur de son corps la nuit qu'avec sa mère biologique qui le nourrit mais ne s'occupe pas directement de lui la nuit. Son attachement à l'individu qui le réchauffe oriente plus sa sociabilité que son attachement à l'individu qui le nourrit (Harlow 1958, p.673). Une telle démonstration remet alors en cause l'idée généralement admise que c'est la relation entre le nourrisson et le sein qui est le principal fondement de la proximité entre la mère et le nourrisson. En effet, au cours de ses premiers mois de vie, l'enfant construit une multiplicité d'attachements avec des individus différents (Ainsworth 1967) à travers ses réflexes et ses gestes du quotidien. Face à cette multiplicité d'attachements, l'enfant construit une hiérarchie parmi les principaux individus qui prennent soin de lui (Bretherton 1980), qui l'aide lorsque ses attachements multiples mènent à des situations conflictuelles (Bretherton 1985).

Dans le champ de la psychologie, le concept d'attachement permet ainsi aux chercheurs de mieux qualifier les dynamiques de construction d'une individualité chez l'enfant et de comprendre quelles relations apparaissent les plus constituantes pour lui. Mais l'attachement n'est pas saisi comme une relation à sens unique. L'attachement renvoie à des liens physique et sentimentaux à la base de la croissance physique et intellectuelle de l'enfant mais qui sont également les liens à partir desquels la mère apprend à devenir mère (ou la personne qui prend soin de l'enfant apprend à construire une proximité et à prendre un rôle). La notion d'attachement au sein de cette théorie en psychologie désigne une relation de devenir commun à travers laquelle deux individus ou deux entités s'inventent, se construisent.

C'est à partir de ce potentiel que la notion a par la suite été mobilisée dans le champ des STS par plusieurs chercheurs du Centre de Sociologie de l'Innovation (resp. Latour, Callon, Hennion, Winance et Gomart). La reprise de cette notion alimente leur proposition d'étudier la relation comme réalité première et permet à ces chercheurs de constituer une théorie de l'action originale. Elle opère un saut depuis l'approche de Bowlby en faisant intervenir des attachements entre humains et non-humains.

Le sociologue Antoine Hennion attribue la première mention argumentée du mot 'attachement' dans les travaux du CSI à la plume de Michel Callon en 1992 (Hennion 2010). C'est toutefois dans un article de 1999 que ce dernier propose une première lecture du terme d'attachement comme concept de l'ANT. S'attacher signifierait selon lui s'inscrire dans un réseau et se faire le porte-parole d'entités nombreuses qui peinent à s'exprimer. Mais la lecture qu'il fait alors de l'attachement est relative à des choix d'acteurs, à une intentionnalité de l'attachement ou du détachement (Callon 1999, p.75). Latour propose de dépasser cette lecture et de faire de la notion d'attachement une brique essentielle pour discuter les théories de l'action. Si la notion de réseau permet jusqu'alors d'éclairer un modèle de l'action distribué, elle ne dit rien sur la nature des relations au sein du réseau. Latour souligne à ce titre

que « *passer aux réseaux d'attachements devrait permettre de conserver du réseau son effet de distribution mais de refondre entièrement la nature et la source de l'action* » (Latour 2000, p.207). Au tournant des années 2000, les recherches de Emilie Gomart sur l'addiction à la drogue et de Myriam Winance sur la relation entre une personne handicapée et son fauteuil roulant donnent à la notion un sens plus précis au sein des STS. Ces recherches retiennent ici notre attention.

Les travaux de recherche d'Emilie Gomart portent sur la relation addictive du consommateur de drogue avec sa drogue (Gomart 1999). Dans un article commun avec Hennion, qui étudie les passionnés de musique, ils proposent une nouvelle approche de la théorie de l'action distribuée autour non plus de la question « qui fait quoi ? » mais de la question « qu'est-ce qui arrive ? » (Gomart et Hennion 1999, p.225). À travers cela, ils soulignent ce que d'un côté la drogue, et de l'autre la musique, 'fait faire' à ces passionnés. La notion d'attachement est alors mobilisée pour décrire les liens multiples que ces passionnés entretiennent avec l'objet de leur passion et leur environnement – pour la musique : l'attachement à la musique, aux partenaires au sein d'un groupe, aux partenaires en dehors du groupe, à un instrument, à un auteur ou un interprète en particulier. L'acte passionnel est lu comme le passage constant entre des attitudes passives et des attitudes actives, la passivité n'étant pas un moment d'inaction mais un moment souvent clé de l'action. Ils montrent que c'est dans la passivité du 'lâcher-prise' que la passion, l'addiction musicale ou aux drogues 'emporte' le passionné, c'est à ce moment-là que la force des objets agit le plus intensément, que l'action elle-même est la plus intense (*Ibid.*, p.236). En ce sens l'action qu'ils décrivent à travers des attachements permet de critiquer un modèle de l'action contraint par le dualisme actif/passif (*Ibid.*, p.243).

C'est toutefois à travers la seconde approche thématique que la notion d'attachement trouve le plus de valeur pour notre étude. Les travaux de Winance sur le handicap (Winance 2001, 2006, 2010), constituent une modalité particulièrement fine d'analyse des réalités relationnelles qui coïncide avec notre approche analytique. Winance étudie la construction des attachements entre la personne en situation de handicap et son fauteuil roulant comme un long processus d'ajustement et d'accommodation entre l'homme, le fauteuil roulant et son environnement. En suivant plusieurs patients pendant une période d'essayage d'un nouveau fauteuil, elle souligne que le patient et le fauteuil s'adaptent l'un à l'autre. Durant cet essayage, le patient teste différentes positions de son corps, de sa tête et de ses pieds sur le fauteuil. En même temps, différents ajustements du fauteuil sont également testés, la position de l'appui-tête, des accoudoirs, l'inclinaison du siège. La configuration optimale ne vient pas uniquement d'un ajustement du patient ou du fauteuil mais d'un ajustement

mutuel. À travers cet ajustement, le patient et son nouveau fauteuil apprennent à faire corps commun pour ouvrir un champ possible d'action le plus adapté à la personne handicapée (Winance 2006, p.58)¹. Cet ajustement n'est pas que physique. Maintenant qu'il apprend à faire corps avec un nouveau fauteuil, le patient doit également apprendre à coordonner ses actions, à gérer ses nouvelles compétences et les émotions qui vont avec (*Ibid.*, p.59). Le fauteuil devient un médiateur de l'action mais en même temps devient une composante du corps du patient (*Ibid.*, p.61). À travers sa relation avec son fauteuil roulant, le patient est transformé. Winance montre que ce processus d'ajustement modifie la relation que le patient entretient avec le monde qui l'entoure. En ce que le fauteuil lui donne accès à un nouveau registre d'actions, il transforme la relation que l'individu en situation de handicap a avec les entités du monde qui l'entourent. Il lui permet de ne plus considérer certaines entités comme des obstacles. Il peut en revanche créer de nouvelles difficultés (*Ibid.*, p.63). Le processus d'ajustement, à travers lesquelles des attachements se construisent entre le patient et son fauteuil et entre le patient-en-fauteuil et son environnement quotidien, apparaît être un processus ouvert. Ces attachements appellent un travail de construction (le test et la période d'essai) et de déconstruction (le changement de fauteuil bouleverse les repères, change le référentiel de confort) (*Ibid.*, p.65). Ces attachements peuvent également se déconstruire dans le temps. Cela peut être le cas si le handicap du patient évolue et réduit la vigueur de certains de ses muscles. Cela peut également être le cas si une partie du fauteuil se dégrade. Cela peut enfin être le cas si l'environnement du patient est modifié et que sa mobilité en fauteuil s'en trouve modifiée. L'analyse d'attachements permet à Winance de souligner que le handicap est une situation qui évolue au regard des relations que l'individu entretient avec une multiplicité d'entités hétérogènes, d'humains et de non-humains. L'individu est alors saisi comme un individu-réseau, son action étant distribuée à travers des attachements multiples avec ces entités hétérogènes². Winance ne fait pas référence à Simondon dans ses travaux mais de nombreux parallèles sont possibles. Lorsque Winance parle de la relation entre le fauteuil roulant, le patient et son environnement, son analyse présente à certains égards une ressemblance avec l'analyse des objets techniques chez Simondon autour des notions d'éléments, d'individus et d'ensembles techniques. Le désajustement de l'accoudoir du fauteuil roulant tend à remettre en cause la capacité du patient à se mouvoir librement dans son environnement de la même façon qu'un défaut de refroidissement d'une soupape tend à

¹ Cet ajustement mutuel, dans la mesure où les deux entités apprennent à devenir commensurables, peut s'apparenter à ce que Simondon qualifie d'opération de transduction (Simondon 2005).

² Callon s'appuie sur les travaux de Winance pour développer son analyse sur les modèles de l'action distribuée. Il propose ainsi à la lecture des politiques publiques du handicap de ne plus étudier l'effet de politiques sur des individus mais sur des agencements individuels. Le handicap ne serait pas une unique condition individuelle mais une condition qui émergerait d'une certaine relation avec la société. Les politiques du handicap se divisent alors généralement en deux catégories. Les politiques « prothétiques » qui visent à agir sur l'individu handicapé pour le « réparer » ou tout du moins le mettre en capacité d'acquérir une autonomie d'action. De l'autre, les politiques « habilitantes » tendent à agir sur l'environnement de cet individu de manière à le rendre accessible malgré la situation de handicap. Ces modèles d'action distribuée reposent sur la prise en compte d'attachements multiples (Callon, 2008)

remettre en cause le fonctionnement du moteur et donc du véhicule comme ensemble technique. La notion d'attachement permettrait ainsi de venir équiper l'analyse dynamique de la construction relationnelle d'une entité que Simondon propose de lire comme une ontogenèse. La notion permet de relier l'évolution d'une entité à la construction de liens à la fois physiques (Winance 2001, 2006) et émotionnels (Winance 2006, Gomart et Hennion 1999). Les qualités qui se manifestent dans cette entité émergent de ses attachements. En cela, dans un schéma de l'action distribuée entre des acteurs humains et non humains multiples et hétérogènes, les ajustements permettraient de suivre la manière dont des qualités émergent et circulent.

Dans le prolongement de la pensée de modes d'existences relationnels chez Simondon, l'attachement ne constitue pas n'importe quel type de relation. L'attachement désigne une relation qui permet de rendre commensurable deux réalités pré-individuelles et de leur permettre par l'invention d'une dimension qui les articule de co-émerger. L'attachement est une relation constituante et fondatrice, qui peut être à la fois émotionnelle et matérielle, mais qui reste instable et constamment ouverte à négociation. En cela, nous défendons dans la sous-section suivante que la notion nous permet d'appréhender de manière plus précise comment la ressource et son milieu associé co-émergent.

2.2. La ressource émerge en même temps que son milieu associé par attachements

L'attachement est devenu, au fil de sa mise à contribution au sein des STS, une notion permettant de désigner une relation de co-constitution entre humains et non-humains. Dans le prolongement de ces travaux, nous proposons ici d'en faire la notion qui nous permet d'analyser la co-émergence de milieux associés et de différents modes d'existences de la ressource énergétique solaire ainsi que la circulation de qualités.

Nous proposons d'abord de souligner ce que la notion apporte à l'analyse de la co-émergence de la ressource et de son milieu associé à travers les deux projets photovoltaïques analysés au fil du « cas zéro » puis d'en tirer plusieurs enseignements.

Le collectif qui a porté le projet de centrale solaire au sol (municipalité de Lans-en-Vercors, CEA-INES, PhotoWatt) a tenté d'organiser la construction de la ressource autour de l'objectif initial d'être sélectionné dans le cadre de l'appel d'offre de la politique nationale du photovoltaïque. L'enjeu pour ce collectif est alors de faire d'une parcelle foncière un site solaire adéquat au regard de l'appel d'offre national en discutant ses attachements. Chaque parcelle renvoie de prime abord à un attachement légal de propriété (privé, public). Cet attachement entraîne une responsabilité de la part du propriétaire ou de l' élu et une valeur patrimoniale de la parcelle comme bien, une valeur économique. Cet attachement

renvoie ensuite à une réglementation spécifique (*i.e.* des règles d'urbanisme) qui contraignent son évolution. Enfin, cet attachement peut renvoyer à des valeurs de pratiques (*e.g.* de chasse, de cueillette de champignon, de sports) et à des valeurs émotionnelles (*e.g.* une inscription visuelle dans un paysage). Afin de mener à bien le projet de centrale solaire au sol, le collectif doit également penser aux attachements entre l'éventuelle parcelle et deux autres systèmes sociotechniques (*i.e.* le réseau électrique, le réseau routier) existants et dotés de leurs propres logiques d'organisation. Une bonne parcelle pour réaliser le projet de centrale solaire au sol doit être à la fois proche du réseau routier de manière à limiter les coûts des travaux et de la maintenance du site, et proche d'un point de raccordement au réseau électrique susceptible de pouvoir supporter l'injection d'une grande quantité d'électricité.

Autour du premier problème formulé (*i.e.* produire de l'électricité à un coût bas de manière à être sélectionné dans le cadre de l'appel d'offre) le collectif décide de prendre en compte dans la sélection du site les attachements qui ont un impact sur la rentabilité du projet (*i.e.* ceux avec le réseau routier et le réseau électrique) (voir Tableau 9, p.119). À l'opposé certains attachements non valorisés économiquement dans le cadre de l'appel d'offre ne sont pas pris en compte au cours du processus (*e.g.* covisibilités, paysage).

Chemin faisant, la prise en compte et la hiérarchisation de l'importance de ces attachements fait émerger un mode d'existence relationnel de la ressource (*i.e.* une ressource renouvelable dotée de qualités économiques). Toutefois la soutenabilité de la ressource à travers ce mode d'existence est contestée par des acteurs locaux. Ce mode de construction de la ressource permet de contribuer de manière importante à la production d'une électricité d'origine renouvelable et permet de générer des revenus locaux importants susceptibles de financer davantage d'actions dans le cadre de la transition énergétique (*e.g.* rénovation thermique, opérations de production d'énergie d'origine renouvelable). Toutefois ce mode de construction de la ressource à travers la seule prise en compte des attachements valorisés économiquement par les politiques publiques de l'énergie au détriment d'autres attachements (*e.g.* covisibilités, paysage) tend à laisser de côté certains publics concernés par l'opération. En cela, la construction de la ressource repose sur un processus de concertation limité et suscite des contestations. De plus, la réalisation du projet se ferait au détriment de la forêt et aurait des conséquences écologiques connexes. Ce projet de construction de la ressource énergétique solaire ne voit finalement pas les jours, mais les réseaux constitués à cette occasion se repositionnent et viennent alimenter un projet alternatif de construction de la ressource.

| Rayonnement solaire | Attachements qui importent dans la co-émergence de la ressource et de son milieu associé | Ressource (dotée de qualités politiques) |
|--|---|--|
| Projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors | Attachements valorisés économiquement par la politique nationale du solaire (attachements électriques, régime de propriété, attachements patrimoniaux) | Mode d'existence n°1: ressource cadrée comme un investissement capitaliste collectif qui colonise de nouveaux espaces Ressource renouvelable dont la soutenabilité est contestée |
| Projet de "centrale villageoise" dans le Vercors | Mise en équivalence et mise en négociation d'attachements variés non réduits à leur impact économique sur l'opération solaire (légaux, patrimoniaux, réglementaires, électriques) | Mode d'existence n°2: ressource cadrée comme un vecteur d'aménagement concerté du territoire, valorisée sur des espaces déjà anthropisés Ressource à la fois renouvelable et soutenable |

Tableau 9: Appréhension par les 'attachements' de l'émergence de 'modes d'existences' relationnels de la ressource dans le « cas zéro »

Le collectif qui porte le projet de la « centrale villageoise » photovoltaïque dans le Vercors (*i.e.* PNR Vercors, RAEE, groupe d'habitants de la Gervanne et certains opposants du projet de centrale solaire au sol) entend faire du développement photovoltaïque un enjeu concerté d'aménagement du territoire compatible avec les autres objectifs du PNR du Vercors. Pour cela le collectif propose de construire la ressource en prenant en compte certains attachements que la politique nationale du solaire ne valorise pas économiquement mais qui représentent une valeur patrimoniale importante localement (*i.e.* valeurs patrimoniales du paysage et de l'architecture, covisibilités). Le collectif entreprend alors de développer une opération photovoltaïque sur les toitures du territoire. Pour cela, le succès de l'opération dépend de la capacité du collectif à faire émerger un collectif d'habitants (*i.e.* des investisseurs et des propriétaires de toitures) acceptant d'investir dans des installations photovoltaïques sur un groupe de toitures. Or cette opération s'avère compliquée puisque les modalités de calcul véhiculées par les instruments de la politique nationale du photovoltaïque (*i.e.* tarifs d'achat, raccordement au réseau électrique) tendent à attribuer à ces toitures des valeurs économiques disparates. L'enjeu du collectif est alors de constituer un groupe de toitures susceptibles d'intéresser des investisseurs en révélant et en négociant les attachements multiples de ces toitures (*i.e.* légaux, patrimoniaux, réglementaires, électriques). Pour accomplir son objectif, le collectif projet doit réussir à mener la sélection des toitures sans discriminer les attachements de ces toitures qui ne sont pas valorisés économiquement par les politiques publiques.

Au fur et à mesure de la construction de ce second projet et de la hiérarchisation des attachements, un second mode d'existence relationnel de la ressource énergétique solaire émerge. Le projet repose sur une production d'électricité d'origine renouvelable dans de faibles proportions. Contrairement aux 20MWc du projet de centrale solaire au sol, le projet initial de la centrale villageoise est entre 100 et

250kWc. Les revenus estimés de l'opération sont également bien moindres et la capacité locale de réinvestissement dans d'autres opérations d'énergie renouvelable ou de rénovation thermique limitée. Toutefois la construction d'un site pour construire la ressource ne se fait pas au détriment d'autres activités ou d'autres usages du territoire. De plus, le projet tend à associer tous les acteurs désireux de participer et à conditionner le choix des toitures solaires à un processus de concertation large. En cela, à travers ce second mode d'existence semble établir la soutenabilité de la ressource (voir Tableau 9, p.119).

A travers cette focale sur les attachements, cette analyse du processus de construction de la ressource solaire semble porteuse de plusieurs résultats. Ces résultats permettent alors à la fois de revenir sur notre proposition de définition de la ressource et d'en proposer un ajustement puis de revenir sur nos hypothèses initiales et d'en proposer des reformulations pour la suite de notre analyse.

L'approche par les attachements nous a ici permis de **saisir la soutenabilité comme une qualité de relation en jeu à travers la façon dont un collectif propose de construire, hiérarchiser et parfois déconstruire des attachements**. Au fil de ces opérations pratiques de construction et de hiérarchisation d'attachements, les qualités de la ressource se révèlent toujours ouvertes à négociation et demeurent en cela incertaines. Cette approche amène à saisir au fil de ces opérations pratiques des tentatives de construction du développement soutenable au cœur de la transition énergétique. L'approche par les attachements nous permet de clarifier la nature du processus d'émergence de différents modes d'existences relationnels de la ressource. En cela, nous proposons ici de préciser notre proposition de définition de la ressource : **à partir du rayonnement solaire, pensé comme une réalité pré-individuelle, la ressource est une entité constamment en cours d'individuation par attachements successifs au sein de son milieu associé**.

Dans le cadre de cette analyse, **l'échec du collectif de Lans-en-Vercors à construire à travers un projet de centrale solaire au sol la ressource énergétique solaire se caractérise par un échec à construire le milieu associé de la ressource**. Cet échec n'est pas sans conséquences. La trame relationnelle tissée à l'occasion du projet et les tentatives d'attachements ne disparaissent pas d'emblée. Nous soulignons notamment que les réseaux construits à l'occasion de l'opposition au projet de centrale solaire au sol viennent alimenter le processus d'émergence d'un projet solaire alternatif. Ce point retient ici notre attention. Nous avons jusqu'ici qualifié à travers la notion de « milieu associé » la trame relationnelle au sein de laquelle se déroulait le processus d'individuation au fil duquel la ressource se trouvait dotée de qualités. A l'opposé, nous proposons de qualifier la trame relationnelle au sein de laquelle le collectif ne parvient pas à construire la ressource d' « espace d'hésitation » après avoir préalablement qualifié les attachements de « relations hésitantes ». La notion d' « espace d'hésitation » est ici une proposition nouvelle. Une notion proche est utilisée par Isabelle Stengers et Vinciane Despret, celle « d'espace de

l'hésitation », pour désigner des lieux et moments de remise en question de certaines normes et formes de catégorisation pour opérer des choix nouveaux (Despret et Stengers 2011). Bien que nous soulignons par la suite que l'espace d'hésitation peut être un moment d'invention de nouvelles normes (Chapitre 3), la notion est ici avant tout utilisée dans le prolongement de la qualification de la notion d'attachement comme « relation hésitante ». **L'espace d'hésitation est un pendant de la notion de milieu associé : une trame relationnelle qui ne porte pas un couplage objet/milieu fort mais constitue néanmoins un réservoir de relations pré-individuelles qui peuvent par la suite nourrir d'autres processus.**

Dans la perspective de continuer à élaborer notre cadre analytique pour appréhender le processus politique de construction de la ressource et les problèmes que ce processus fait émerger, nous proposons par la suite de mettre ces différents résultats et ces propositions au travail. Nous avons au cours de cette première partie de la thèse régulièrement suggéré que le processus de construction de la ressource est largement cadré par certaines politiques publiques de l'énergie sans tenter d'interroger plus spécifiquement celles-ci. Dans un deuxième temps de notre raisonnement, nous proposons de questionner ce lien entre le processus de construction de la ressource et les politiques de l'énergie. Ce questionnement s'organise autour de la mise à l'épreuve de nouvelles hypothèses.

Au cours de ce second chapitre, nous avons proposé d'analyser le processus de construction de la ressource et l'émergence des qualités de cette dernière au fil de trois dimensions d'action (matérielle, technique, spatiale) **(H2bis)**. A la lumière de nos résultats, nous proposons par la suite de questionner ce processus à travers la question de la structuration du milieu associé de la ressource. Notre enquête sur le rôle des politiques publiques de l'énergie s'organise en cela autour d'une hypothèse reformulée : **(H2ter) les politiques publiques de l'énergie cadreraient le processus de construction de la ressource en ce qu'elles influenceraient la structuration de son milieu associé.** Cette enquête entend étendre également notre questionnement du lien entre le développement des renouvelables et la question de la soutenabilité. Après avoir souligné à partir d'une analyse de notre cas d'étude initial que la soutenabilité du développement de certains projets photovoltaïques dans le cadre de la politique nationale était discutable, nous proposons ici une nouvelle hypothèse reformulée : **(H3bis) les politiques publiques des renouvelables ne seraient pas forcément des politiques de la soutenabilité.**

Partie 2 : Politiques de la ressource solaire : une enquête sur l'émergence de « milieux associés »

Au cours de la première partie de la thèse, nous avons proposé de saisir la construction de la ressource énergétique solaire comme un processus politique. Au cours de celui-ci, nous avons souligné que les qualités de la ressource n'émergent pas de la physique du rayonnement solaire. Celles-ci émergent, différemment, au cours d'un projet de production d'énergie, selon la manière dont des acteurs proposent de construire des attachements entre ce rayonnement solaire et un ensemble d'entités (e.g. le réseau électrique, des toitures, le paysage). Le cadre analytique relationnel progressivement construit pour analyser ce processus nous a permis de proposer de définir la ressource comme une entité qui serait constamment en cours d'individuation par attachements successifs au sein de son milieu associé. Cette définition nous permet d'appréhender la soutenabilité comme une qualité de relation en jeu au sein de ce milieu associé à travers la façon dont un collectif propose de construire, hiérarchiser et parfois déconstruire des attachements.

La seconde partie de la thèse est organisée autour d'un double objectif dans la perspective de mettre au travail ce cadre analytique. Le premier objectif est d'analyser le rôle des politiques publiques de l'énergie dans la construction de la ressource énergétique solaire afin d'éclairer le caractère politique de ce processus. Le second objectif est d'enquêter sur l'émergence du collectif « centrale villageoise photovoltaïque » qui semble porteur de propositions pour construire la ressource solaire de manière plus soutenable. A partir de ces objectifs, cette partie est structurée autour d'une proposition de la philosophie de Simondon. Pour suivre l'émergence de trajectoires contemporaines de transition et celle de projets innovants particuliers nous proposons de suivre l'émergence de leurs milieux associés (i.e. des réseaux d'expériences, de propositions technologiques, d'acteurs de l'énergie, de compétences associées) qui nourrissent cette émergence¹. Pour cela, l'analyse déroulée au cours de la seconde partie de la thèse combine à la fois une approche ontogénétique² et une approche sociohistorique. L'approche ontogénétique doit nous permettre de suivre l'émergence de milieux et à travers ces milieux de propositions relationnelles innovantes pour construire la ressource. L'approche sociohistorique doit nous permettre simultanément d'éclairer le contexte (e.g. économique, politique, technique) de cette émergence.

Dans le prolongement des résultats avancés jusqu'ici notre raisonnement s'organise au cours de cette seconde partie de la thèse autour de deux hypothèses reformulées :

¹ Deleuze souligne notamment que « la condition préalable de l'individuation, selon Simondon, est l'existence d'un système métastable » (Deleuze 2002, p.121) et insiste sur l'importance de placer la focale analytique non sur l'individu mais sur le milieu d'individuation.

² L'approche ontogénétique, telle que suggérée par Simondon, est une analyse dynamique et relationnelle des différentes phases d'existence d'une entité (voir Chapitre 2 section 2).

- La première est que : **(H2ter) les politiques publiques de l'énergie cadreraient le processus de construction de la ressource en ce qu'elles influenceraient la structuration de son milieu associé ;**
- et la seconde que : **(H3bis) les politiques publiques des renouvelables ne seraient pas forcément des politiques de la soutenabilité.**

Pour mettre à l'épreuve ces formulations, la seconde partie de la thèse est organisée en deux chapitres. Le chapitre 3 porte une analyse de trois épisodes de construction de ressources énergétiques au sein de la région Rhône-Alpes entre les années 1970 et 1990 et de la manière dont les politiques publiques de l'énergie tentent de structurer des milieux associés. Cette analyse nous permet de suivre l'émergence par expériences, controverses et déplacements successifs de capacités d'action sur les énergies renouvelables. Le chapitre 4 s'intéresse à la construction et au déploiement contemporain de la politique française du photovoltaïque et à la manière dont cette politique fait émerger des milieux associés. Nous soulignons qu'au cours de cette construction plusieurs propositions relationnelles pour construire la ressource et sa soutenabilité sont en tension.

Chapitre 3 : Expériences énergétiques pionnières en Rhône-Alpes (1970-2000) : enquête sur l'émergence d'un « espace d'hésitation »

Le Rhône et les Alpes sont des figures essentielles de l'histoire de l'électricité française au 20^{ème} siècle. Le développement de l'hydroélectricité a largement pris pour scène les vallées alpestres (*e.g.* Tarentaise, Maurienne, Romanche) et le Rhône (à travers l'action de la Compagnie Nationale du Rhône¹). C'est également au bord du Rhône, lui-même alimenté par les cours d'eaux provenant de ces mêmes vallées alpestres, que de nombreuses centrales électriques nucléaires ont été construites à partir des années 1970. C'est ainsi que la région Rhône-Alpes² est aujourd'hui le principal territoire français de production d'électricité et l'un des principaux à l'échelle mondiale.

Toutefois derrière les filières hydroélectriques et électronucléaires, la région Rhône-Alpes est également le siège de nombreuses expériences énergétiques pionnières moins connues (*e.g.* énergie solaire photovoltaïque et thermique, valorisation du bois-énergie et méthanisation, géothermie, valorisation des rejets thermiques du nucléaire). Or si le développement de l'hydroélectricité et de l'électronucléaire est largement le fait de l'entreprise nationale Electricité de France (EDF ci-après), ces expériences énergétiques menées en Rhône-Alpes donnent à voir le déploiement d'autres trajectoires de transition énergétique.

L'analyse développée au cours de ce chapitre s'intéresse alors spécifiquement à ces expériences énergétiques pionnières et à la structuration, à partir et autour de ces expériences, de nouvelles capacités d'action sur les énergies renouvelables. Pour cela, notre attention porte spécifiquement sur les politiques publiques dont émergent ces expériences et les propositions relationnelles que ces politiques portent pour construire de nouvelles ressources énergétiques (resp. les rejets thermiques industriels, les déchets des filières industrielles du bois, le rayonnement solaire). Dans cette perspective, nous mettons au travail la distinction opérée dans le chapitre précédent entre « milieu associé » et « espace d'hésitation » : est-ce que ces politiques parviennent à susciter l'émergence de milieux associés ? Est-ce qu'au cours de cette émergence, qu'elle échoue ou non, des espaces d'hésitations s'ouvrent et viennent nourrir d'autres processus ?

Plusieurs choix méthodologiques au cœur de cette analyse doivent alors être expliqués. Au départ de ce travail, nous avons exploré de manière large l'histoire du développement des nouvelles énergies au sein de la région Rhône-Alpes pour comprendre l'origine des « centrales villageoises photovoltaïques ».

¹ La Compagnie Nationale du Rhône (CNR), créée en 1933, dispose d'une concession unique pour la valorisation du Rhône (production d'hydroélectricité, navigation, irrigation et usages agricoles) jusqu'à la libéralisation des marchés européens de l'énergie.

² Le présent travail historique porte sur le territoire de Rhône-Alpes, Etablissement Public Régional (EPR ci-après) entre 1972 et 1982, puis Région à proprement parler à partir de 1982. La présente étude s'arrête avant l'apparition des nouvelles régions et l'appellation Auvergne-Rhône-Alpes.

Cette exploration a été construite à la fois à partir d'une campagne d'entretiens semi-directifs avec les acteurs de cette histoire (*i.e.* chargés de missions, directeurs de structures, élus, chercheurs) et d'une analyse de trois fonds d'archives : (1) les archives papiers et (2) électroniques de la région Rhône-Alpes, (3) les archives de l'association Rhônalpénergie-Environnement¹. Les données récoltées et nos premières analyses portaient cependant des enseignements plus larges qu'initialement espérés. De manière à rendre compte de ces résultats, sans transformer notre projet en une recherche sur une histoire chronologique des politiques de l'énergie en Rhône-Alpes, nous proposons ici un parcours segmenté à travers cette histoire. Notre projet n'est alors pas de reconstruire une réalité ni de faire revivre un vécu des acteurs (Prost 1996, p.237) mais de déployer notre analyse ontogénétique. Le parcours proposé procède ainsi par un « *choix des acteurs et des épisodes* » (*Ibid.*, p.246) qui nous permet de faire ressortir des moments charnières (*i.e.* des expériences énergétiques pionnières) tout en gardant la liberté d'aller convoquer, sur une multiplicité de plans différents (*e.g.* politique européenne, nationale, régionale, locale), l'ensemble des détails nécessaires à cette analyse (Veyne 1996, p.52).

Le parcours proposé démarre au milieu des années 1970, lorsque le trouble du choc pétrolier de 1973 incite le gouvernement français à explorer de nouvelles options énergétiques. Il se déploie ensuite jusqu'au milieu des années 1990 et la mise en place de discussions nationales sur des dispositifs généralisés de soutien économique au développement des énergies renouvelables (*i.e.* éolien, photovoltaïque). Les trois expériences énergétiques pionnières que nous faisons intervenir comme les épisodes charnières de ce parcours mettent en scène le rôle essentiel de l'association Rhônalpénergie² (qui devient par la suite Rhônalpénergie-Environnement) et de ses relations avec d'autres acteurs récurrents intervenant à des échelles variées : la Direction Générale de l'Énergie de la commission européenne, l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie³, les Parcs Naturels Régionaux et leur fédération nationale, les associations locales de promotion des énergies renouvelables.

Ce chapitre est alors construit autour de ces trois épisodes. Le premier épisode porte sur le développement de projets de valorisation des rejets thermiques des centrales nucléaires de la région Rhône-Alpes entre 1977 et 1985. Le second épisode porte sur la structuration d'un projet de réseau de chaleur communal alimenté par des déchets bois issus du territoire entre 1989 et 1995 au sein du PNR du Vercors. Le troisième épisode porte sur les premiers projets photovoltaïques français non raccordés au réseau électrique puis raccordés au réseau entre 1985 et 1995. Une quatrième section propose de soulever plusieurs points de discussion.

¹ La liste complète des entretiens menés et des fonds d'archives consultés est disponible en annexe.

² L'association Rhônalpénergie (RAE) créée en 1978 devient en 1995 l'association Rhônalpénergie-Environnement (RAEE).

³ L'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie (AFME) est créée en 1978 à partir de la fusion de plusieurs organismes dont l'Agence des Economies d'Énergie (AEE) et le Commissariat à l'énergie solaire (COMES). L'AFME devient ensuite à partir de 1990 l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) en fusionnant avec d'autres organismes.

Section 1 : Les projets de valorisation des rejets thermiques de l'industrie nucléaire en Rhône-Alpes (1977-1985)

Le choix de l'option du nucléaire civil dans les années 1970 par le gouvernement français et l'extrême centralisation de la gouvernance énergétique est régulièrement présenté comme une cause essentielle du moindre développement des énergies renouvelables en France. Dans une première section, nous soulignons que le développement des centrales nucléaires en Rhône-Alpes au cours de la décennie 1970 s'accompagne de projets de valorisation de leurs rejets thermiques. Au fil de ces projets, plusieurs structures associatives émergent, se rencontrent et changent progressivement d'objet de travail pour initier le développement d'un réseau d'acteurs et de compétences sur la question de l'efficacité énergétique et des filières énergétiques nouvelles. A partir de cet épisode, le développement en France de certaines énergies renouvelables pourrait apparaître comme ayant été initialement impulsé dans le sillage du développement électronucléaire.

1. Un contexte national de recherche de nouvelles ressources énergétiques

1.1. Une politique nationale pour les économies d'énergie et la valorisation des rejets thermiques

Le premier épisode de notre analyse prend ses racines dans la politique énergétique nationale des années qui suivent le choc pétrolier de 1973. Le gouvernement français est alors animé par une double crainte : d'un côté celle d'une énergie dont le coût augmente rapidement et pourrait pénaliser la compétitivité de l'économie française, et de l'autre celle de voir les sources d'hydrocarbures se tarir. En réaction, ce gouvernement met une nouvelle politique en place autour de deux axes : la valorisation des énergies nationales et les économies d'énergie. Dans le cadre de ce premier axe, les prospections d'hydrocarbures sur les territoires français sont renforcées et le déclin de certains bassins charbonniers est remis en question. Mais surtout, le développement du nucléaire civil s'accélère. La filière électronucléaire apparaît aux yeux du gouvernement français être la meilleure voie pour contrôler la croissance des importations énergétiques françaises. Alors que le Sixième Plan (1970-1975) avait décidé la construction de huit réacteurs nucléaires de 900MW, l'ampleur du programme est revue une première fois à la hausse en 1973. Celui-ci est porté à treize réacteurs pour la période 1973-1977. Le gouvernement, conseillé par EDF, décide en 1974 d'accélérer ce développement et de construire treize

nouveaux réacteurs de 900MW sur la seule période 1974-1975 (Boiteux 1993, Simonnot 1978)¹. Cette décision est connue sous l'appellation de « plan Messmer », du nom du premier ministre de Pompidou. Ce plan prévoit également la mise en chantier de l'usine Eurodif sur le site nucléaire du Tricastin (voir Carte 3, p.133) pour augmenter les capacités françaises d'enrichissement d'uranium et réduire la dépendance française à l'uranium enrichi américain.

Dans le même temps, le gouvernement français travaille sur un ensemble de mesures pour réduire la demande énergétique française autour du thème des économies d'énergie. Une première loi promulguée en octobre 1974 entraîne des modifications des codes de l'urbanisme et de l'habitat à propos des règles de construction, des normes d'isolations thermiques, et des normes d'équipements de chauffage (Loi n°74-908). Suite à cette première loi, le gouvernement crée par décret l'Agence pour les Economies d'Énergie (AEE) (Décret n° 74-1003) qui se voit conférer trois missions : réunir et exploiter les connaissances sur les actions tendant à réaliser des économies d'énergie, assurer la diffusion de ces connaissances, mettre en œuvre des actions pour développer les économies d'énergie et l'utilisation des sources d'énergie encore inexploitées (Leray et de La Roncière 2002)². Enfin, une troisième mesure poursuit le développement de la politique nationale des économies d'énergie. La loi du 15 juillet 1975 porte la création de l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (ANRED). Cette loi stipule que « *les établissements industriels produisant des rejets thermiques dans le milieu naturel doivent, si un bilan économique d'ensemble en démontre l'utilité et suivant des modalités fixées par décret en conseil d'Etat, pris sur le rapport des ministres intéressés, permettre l'utilisation d'une fraction de leur production de chaleur par des tiers à des fins d'usages domestiques collectifs ou industriels dans le but de limiter le volume desdits rejets* » (Loi n° 75-633, article 23). La chaleur dite fatale³ rejetée par les acteurs du secteur industriel devient à travers cet article une nouvelle piste de travail pour l'AEE, en collaboration avec l'ANRED. Pour explorer cette piste, le gouvernement français crée une commission de travail relative à la récupération et la valorisation de la chaleur. Le rapport de la commission Leroy, du nom du directeur général de la Caisse des dépôts et consignations qui en prend la présidence, est rendu en février 1977.

Ce rapport cible tout particulièrement des enjeux de valorisation de chaleur au sein des centrales nucléaires. En fonctionnement, une centrale électronucléaire s'appuie sur les réactions nucléaires au

¹ La teneur de ces échanges entre Boiteux (DG d'EDF) et le gouvernement est spécifiquement relatée dans Boiteux, 1993. Par ailleurs, le chercheur grenoblois Simonnot souligne que les conditions de réussite d'un tel plan émergent dans un temps plus long du fonctionnement des instances de décision sur le devenir du nucléaire français (Simonnot, 1978).

² Leray, Théo et De La Roncière détaillent ces trois missions listées dans le décret de création de l'AEE en cinq missions, ajoutant ainsi une mission de démarchage et de persuasion des acteurs à l'intérêt des actions de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables (Leray et De La Roncière 2002, p.17).

³ La chaleur fatale désigne une chaleur produite sans être l'objectif premier de la production du site et qui se trouve ensuite perdue au cours du processus industriel.

sein de l'uranium enrichi qui créent de la chaleur pour chauffer de l'eau. Cette eau vaporisée¹ actionne ensuite des turbines pour générer une énergie mécanique et par la suite une énergie électrique. Mais une première partie de cette chaleur n'est pas valorisée à cause d'une déperdition de vapeur d'eau. Une autre partie de cette chaleur est ensuite perdue dans les eaux du cycle de refroidissement du réacteur.

Le rapport Leroy propose un ensemble de mesures dont une série d'avant-projets pour construire à partir des rejets des centrales thermiques et nucléaires une nouvelle ressource énergétique. Pour cela, il met en avant des enjeux partagés entre filière nucléaire et économies d'énergie au sein de la politique énergétique nationale qui n'étaient jusque-là pas explorés. Les auteurs appellent de leurs souhaits la poursuite de ces travaux dans les régions disposant de centrales nucléaires et de bassins industriels importants. Le ministre de l'industrie D'Ornano contacte alors l'ensemble des préfets de région pour leur demander de mettre au travail les conclusions de ce rapport.

1.2. Rhône-Alpes : un laboratoire de la valorisation des rejets thermiques

Le territoire de Rhône-Alpes² est en 1977 le territoire français au sein duquel le développement de l'électronucléaire est le plus intense (voir Carte 3, p.133). Les sites du Bugey et du Tricastin sont sur le point d'être mis en service. La région disposerait alors de huit réacteurs nucléaires de 900MW. De plus les travaux sur le projet Superphénix, prototype d'une nouvelle génération de centrale nucléaire, ont démarrés en 1976, et l'usine Eurodif doit entrer en service en 1978. L'opportunité de travaux sur la valorisation des rejets thermiques des centrales nucléaires reçoit alors un écho très favorable auprès du préfet de région. Ce dernier soumet à l'exécutif de l'EPR la proposition de subventionner une étude sur la valorisation de la chaleur en avril 1977. Cette proposition reçoit l'approbation de la commission plénière de l'EPR en mai 1977³. C'est ainsi qu'à l'automne 1977 la commission Peillon, du nom du président de la chambre régional de commerce, se met en place pour poursuivre en Rhône-Alpes les travaux de la commission nationale.

La commission Peillon liste un ensemble de projets au sein de la région Rhône-Alpes qui pourraient être investis dans le cadre d'un programme de valorisation des rejets thermiques du nucléaire et suggère la création d'un opérateur énergétique régional.

¹ Il convient de distinguer au sein des centrales nucléaires et dans les réseaux chaleur, l'eau chaude désignant un liquide compris entre 60° et 110°C, de l'eau surchauffée comprise entre 110° et 180°C, et enfin de l'eau vaporisée entre 200° et 300°C.

² Le territoire de Rhône-Alpes est régi à partir de la loi du 5 juillet 1972 par un établissement public régional (EPR ci-après). Toutefois c'est la loi de décentralisation de 1982 qui fait de la région Rhône-Alpes une collectivité territoriale à part entière.

³ Archives de la région RA – Archives des CP et AP – Boîte 31 – Rapport 77-06-038 CP.

« On retrouve dans cette commission la Caisse des dépôts et consignations, des collectivités dont l'EPR, les opérateurs énergétiques (EDF, GDF, la générale des Eaux-Suez). Elle a eu comme boulot d'approfondir les esquisses nationales. Qu'est-ce qu'on peut faire en Rhône-Alpes avec la centrale du Bugey, avec St Maurice l'Exil, avec la centrale du Bec (ndlr : une centrale à charbon près de St Etienne qui était en cours de fermeture), de Eurodif ? L'usine d'enrichissement d'uranium ne tournait pas encore mais on savait qu'elle aurait d'énormes rejets thermiques. La commission dit « en effet ce serait intéressant de mettre des opérations en place, il faudrait qu'il y ait un opérateur énergétique régional sous forme de SEM qui prenne en charge tous ces projets, qui investirait et qui tirerait les tuyaux ». » - Entretien avec un ancien directeur de Rhônalénergie du 3 Juin 2014

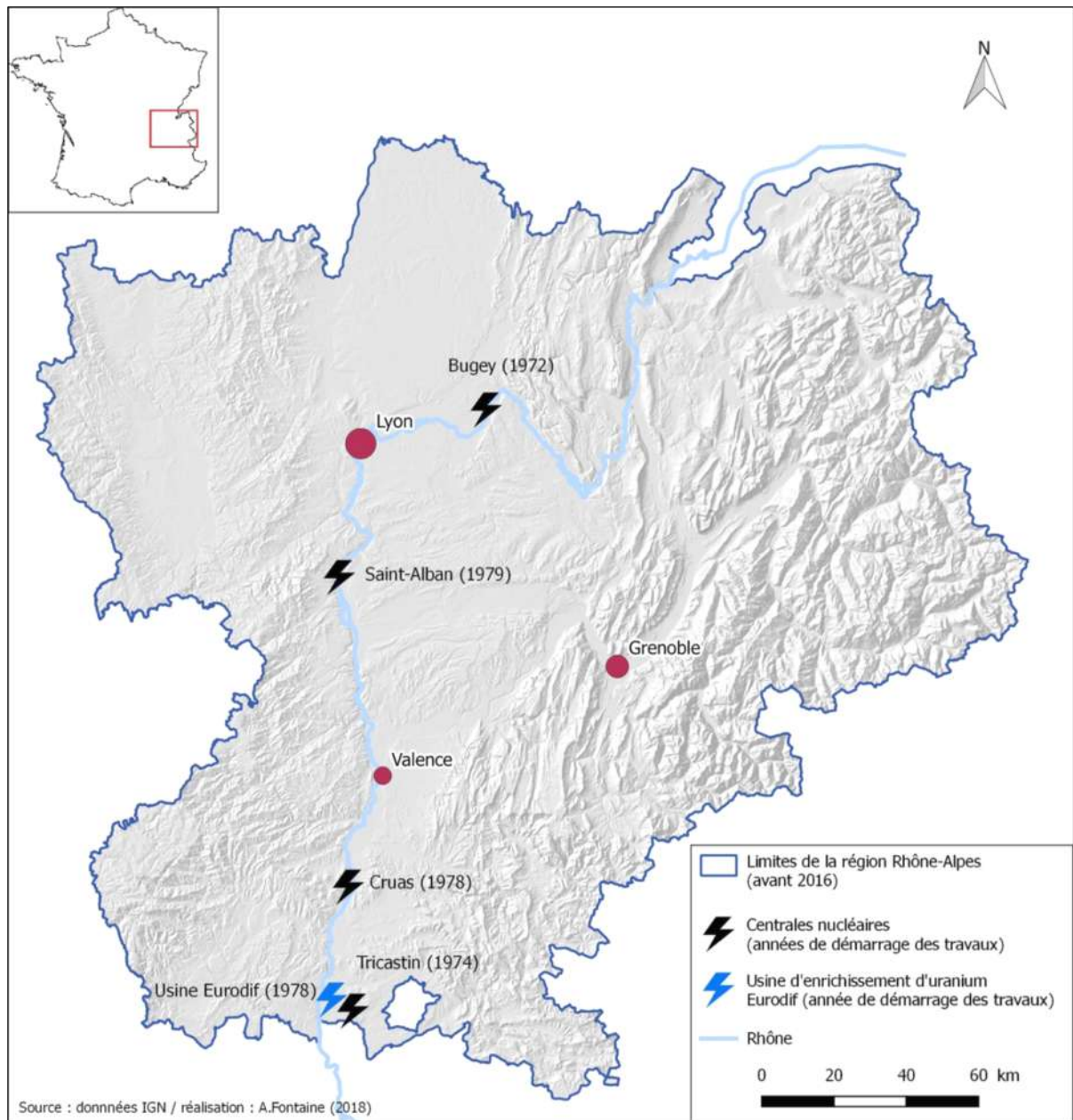
En prenant connaissance des recommandations de la commission Peillon, l'exécutif de Rhône-Alpes préfère ne pas mettre en place un opérateur énergétique régional. Celui-ci aurait dû mener à bien des projets alors à des stades d'avancements très variés et dont la faisabilité réelle était inconnue. Au contraire ils décident de soutenir la création d'une structure de petite taille dont l'objectif serait d'explorer la faisabilité de ces projets et de réunir des partenaires. La structure Rhônalénergie (RAE ci-après) est créée en mars 1978 sous le statut d'association loi 1901.

« Une association légère à vocation en principe éphémère est créée début 1978 pour approfondir la faisabilité de ces projets et être à la disposition des collectivités locales. L'association RAE se monte avec la région, sept départements (le [département du] Rhône n'a jamais voulu adhérer), les grandes métropoles, les opérateurs, et à cette époque encore peu d'associations comme la FRAPNA. On était une petite équipe de quatre au début. Nous n'avions pas vocation à faire les études mais à être un assembleur de moyens : trouver les bureaux d'études, les services juridiques, aller chercher les compétences où elles étaient pour étudier la faisabilité de tous ces projets » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

La structure RAE se voit initialement conférer trois missions : mener des études prospectives pour recenser les projets possibles en Rhône-Alpes, faire la maîtrise d'ouvrage des études préalables pour les grands projets multipartenaires ou publics et faire le montage de ces opérations, intervenir en assistance des collectivités locales par du conseil et de la formation¹. Dans le cadre de ces missions et

¹ Archives de RAEE – Compte-rendu de l'assemblée constitutive du 3 mars 1978 pour la mise en place du fonctionnement de l'association régionale pour l'utilisation économique de l'énergie Rhônalénergie.

dès sa création, la structure engage des études sur les conditions de faisabilité des grandes opérations énergétiques proposées par les commissions Leroy et Peillon.



Carte 3: Développement de l'électronucléaire en Rhône-Alpes à la fin des années 1970

2. Emergence contrariée d'un milieu associé de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire

2.1. Un processus d'intéressement et de mise en discussion de qualités sous contrainte

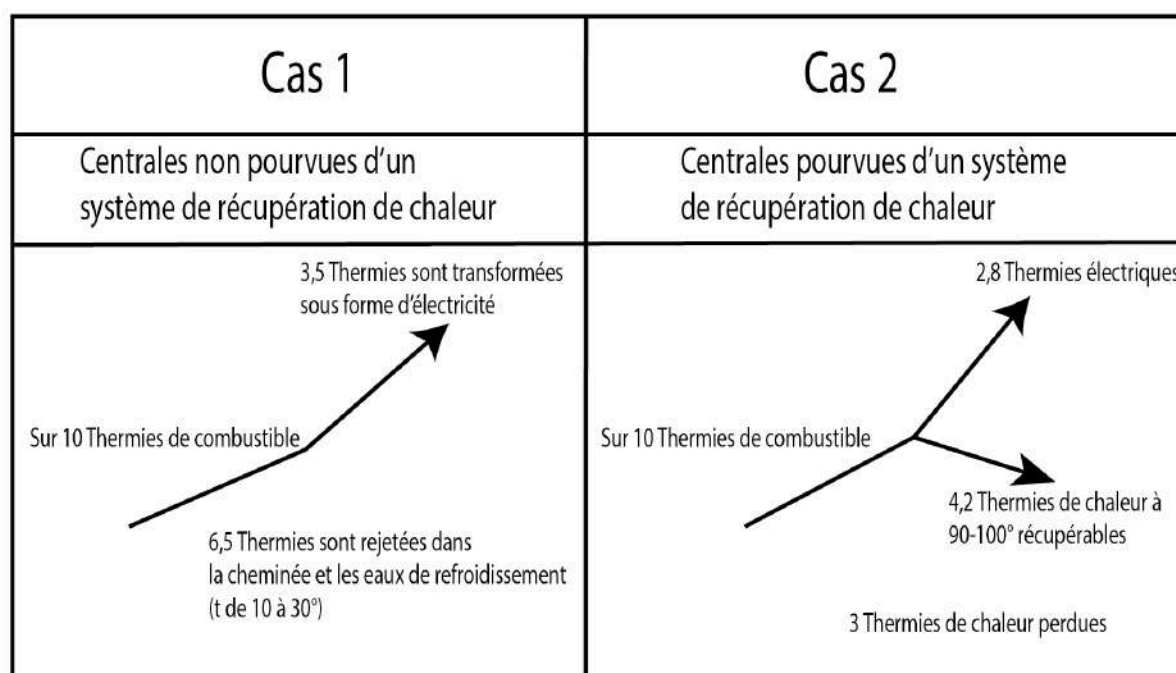
Les projets de valorisation des rejets thermiques du nucléaire représentent le chantier majeur des premières années d'existence de l'association RAE. Pour cela, l'association a été dotée d'un budget lui permettant d'employer une équipe de trois chargés de mission. Durant ses premières années d'existence, ce budget est très majoritairement construit sur des subventions de l'Etat et de l'EPR, et dans une moindre mesure à partir des cotisations de ses membres¹.

Dans la perspective de construire à partir des rejets thermiques du nucléaire une nouvelle ressource énergétique, les chargés de mission de RAE mènent un processus d'intéressement et de construction de partenariats. Pour cela, ils tentent de mettre en relation des acteurs pouvant agir sur la source de chaleur (EDF, les énergéticiens) avec d'autres acteurs susceptibles de conférer à cette chaleur une valeur (des industriels, des opérateurs de chauffage urbain, des agriculteurs). D'un côté, pour les exploitants des centrales nucléaires, les rejets thermiques n'ont pas de valeur. Ils représentent au minimum une perte énergétique pure qui questionne l'efficacité énergétique des centrales nucléaires. Ces rejets peuvent même représenter un coût de traitement supplémentaire puisque les eaux les plus chaudes ne peuvent pas être rejetées telles quelles dans la nature. Elles doivent être préalablement refroidies. Or dans leurs démarches, les chargés de mission de RAE peuvent s'appuyer sur des travaux menés au cours des années 1970 par une équipe de chercheurs grenoblois en économie de l'énergie sur la question de l'efficacité énergétique des centrales nucléaires françaises (IEJE 1975)². Ces spécialistes du nucléaire estiment alors que l'efficacité énergétique moyenne des centrales électronucléaires françaises est de 35% tout en soulignant que la valorisation des rejets thermiques pourrait permettre de faire passer cette efficacité à 70% (Bourgeois 1977) (voir Figure 11, p.135). Cet accroissement de l'efficacité énergétique des centrales suppose cependant de développer des réseaux de chaleur et une demande de chaleur autour des installations nucléaires. Or, le développement de l'électronucléaire français a été suivi par le développement d'un important marché du chauffage électrique comme débouché essentiel pour cette électricité produite en continu. La

¹ Archives de la région Rhône-Alpes – Archives des CP et AP – Boîte 52 – Budget primitif pour l'exercice 1979 : le budget de RAE pour l'année 1979 est par exemple de 2,8 millions de Francs dont 1,2MF de participation de l'Etat, 1,2MF de participation de l'EPR, puis 0,3MF de cotisations, et 0,1MF de rentrées diverses.

² L'IEJE (Institut Economique et Juridique de l'Energie) devenue IEPE (Institut d'Economie et de Politique de l'Energie) est un institut de recherche regroupant des ingénieurs électriciens, des économistes et des juristes spécialistes de l'énergie. Plusieurs thèses sur l'énergie nucléaire sont en cours à la fin des années 1970 et l'équipe s'est déjà distinguée en publiant l'ouvrage Alternatives au Nucléaire en 1975, dans lequel ils expriment plusieurs réserves sur les calculs économiques et les choix politiques qui ont menés au Plan Messmer.

structuration à partir des centrales nucléaires d'une offre de chaleur risquerait alors de limiter le développement du marché du chauffage électrique pourtant essentiel pour l'entreprise EDF. L'entreprise justifie cependant son refus de modifier le fonctionnement des centrales et de moduler les rejets thermiques de celles-ci au titre de normes techniques et de normes de sécurité. Cette limite représente une contrainte importante dans le projet de construction d'une nouvelle ressource énergétique.



N.B. Bien que les pertes soient supérieures dans les centrales nucléaires à eau légère par rapport à celles des centrales classiques (70% contre 60%), on a retenu ici un rendement moyen unique de 35% pour simplifier (soit 65% de pertes).

Figure 11: Pertes et récupération de chaleur dans les centrales électriques (Bourgeois 1977)

De l'autre côté, les chargés de mission RAE démarchent les acteurs susceptibles de conférer à cette chaleur une valeur. Ils s'adressent aux industriels installés dans le voisinage des centrales nucléaires rhônalpines. Certains disposent de leurs propres centrales thermiques (au charbon ou aux hydrocarbures) pour produire de l'énergie. Or dans le contexte économique de la fin des années 1970, les prix de ces énergies augmentent rapidement et ces industriels peuvent être à la recherche de solutions plus économiques. Les chargés de mission de RAE démarchent également les pôles urbains qui font face aux mêmes enjeux que les industriels et pourraient valoriser cette chaleur par le biais de solutions collectives de chauffage moins coûteuses et plus efficaces.

A partir de l'identification de partenaires potentiels, le travail de mise en relation effectué par les chargés de mission de RAE passe par la mise en discussion de qualités de la chaleur. Pour que les rejets thermiques constituent une ressource, il faut que la chaleur se voit conférer une valeur par d'éventuels consommateurs, qu'elles permettent de répondre à un besoin énergétique. Cependant, RAE doit

d'emblée composer avec une situation où les qualités de cette chaleur apparaissent peu négociables à la source auprès d'EDF (température, forme¹, constance du débit). Cette chaleur peut directement être constituée en ressource si un consommateur se satisfait de ces qualités. Toutefois le fonctionnement technique d'un réseau de chaleur (voir Figure 12, p.136) peut permettre de les moduler et de les faire plus facilement coïncider avec les exigences du consommateur.

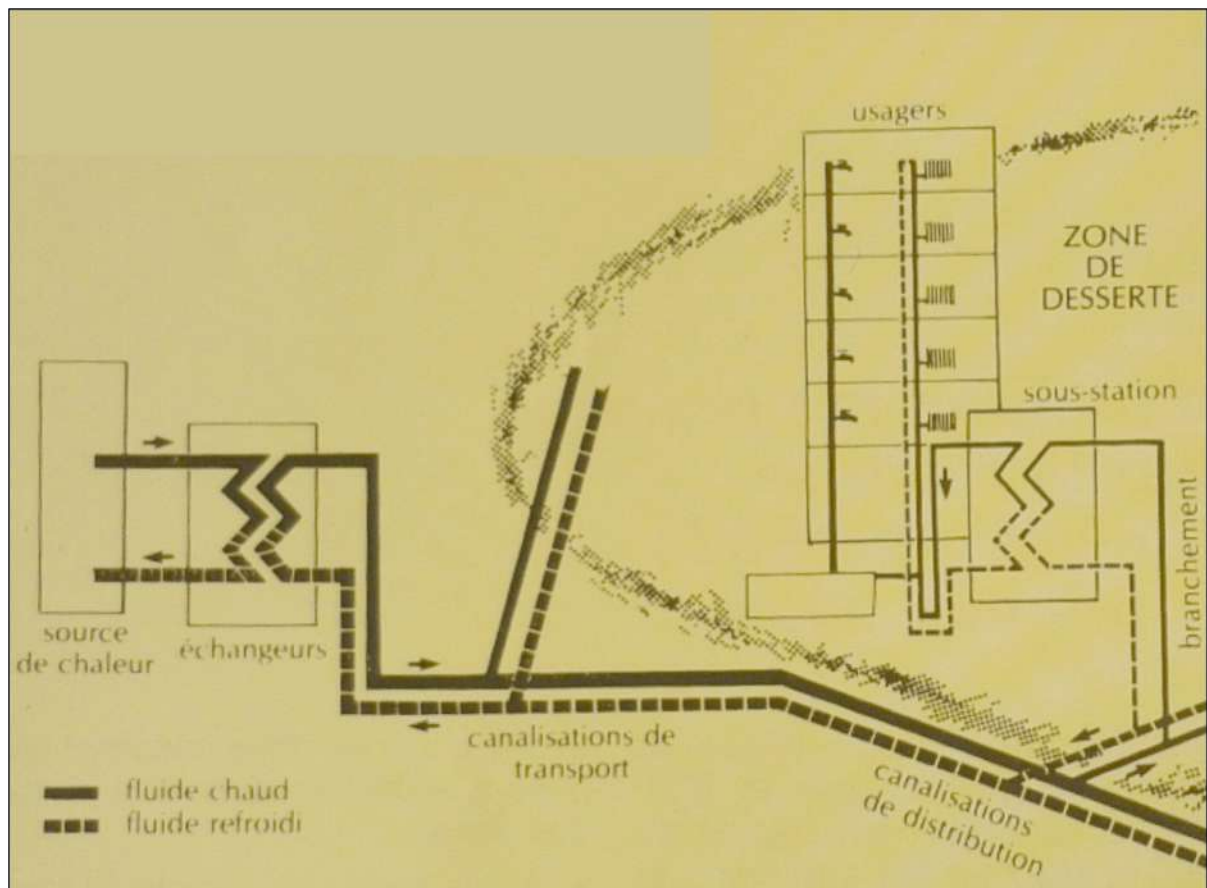


Figure 12: Description schématique du fonctionnement d'un réseau de chaleur (La lettre de RAE n°7, 1983, p.2)

Un réseau de chaleur permet de mettre en relation une source et un site de consommation de la chaleur. Dans le cas de la valorisation des rejets thermiques des centrales nucléaires, il est composé d'un réseau de transport et de distribution (*i.e.* des canalisations plus ou moins larges en fonction du débit et de la nature du liquide caloporteur) et d'échangeurs thermiques. Les échangeurs permettent de transférer une chaleur d'un liquide caloporteur à un autre et ainsi de s'assurer que le liquide qui circule au sein de la centrale nucléaire ne soit pas le liquide qui est acheminée chez les utilisateurs de

¹ Selon le mode de fonctionnement spécifique de la centrale (circuit de refroidissement ouvert par prélèvement d'eau dans la mer ou un fleuve, circuit de refroidissement fermé) et selon le mode de prélèvement de la chaleur (prélèvement de vapeur à 200/300°C et sous forte pression, prélèvement des eaux de refroidissement à 20/40°C et pression normale), la chaleur peut se présenter sous forme de vapeur, d'eau surchauffée, d'eau chaude ou d'eau tiède (voir note ci-dessus).

cette chaleur¹. Ces échangeurs permettent de moduler certaines qualités de la chaleur (*i.e.* forme et température) pour que celles-ci répondent aux besoins des consommateurs.

Dans le cadre de la politique nationale de valorisation de la chaleur menée par l’AEE et au titre du caractère expérimental du programme mené en Rhône-Alpes, la mise en place d’opérations de valorisation des rejets thermiques peut être éligible à des subventions. Ces subventions peuvent notamment permettre de faciliter l’émergence de réseaux de chaleur. Le travail de mise en relation de partenaires opéré par RAE passe ainsi de manière plus générale par l’évaluation d’une faisabilité technico-économique. Plus le réseau ou les équipements à construire sont coûteux, plus la quantité de chaleur à valoriser doit être importante pour que cet équilibre puisse être atteint.

2.2. Des projets ambitieux de construction de ressource réduits ou abandonnés

L’étude de faisabilité de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire suite aux commissions Leroy et Peillon est menée par les chargés de mission de RAE sur trois sites : l’usine Eurodif au Tricastin (Drôme), la centrale du Bugey (Ain) et celle de St-Alban (Isère) (voir Carte 3, p.133).

Le projet à partir de la centrale de Saint-Alban² porte à partir de 1979 sur une fourniture de vapeur à très haute température à certains industriels à proximité immédiate de la centrale. Par l’intermédiaire d’un échangeur, ce projet doit permettre aux industriels de bénéficier à la fois de chaleur à partir d’un liquide caloporteur et de pouvoir générer de l’électricité à partir de cette chaleur. Après plusieurs années de discussions, le projet est finalement abandonné bien que l’étude de RAE ait souligné la faisabilité technico-économique du projet. Les entreprises Rhône-Poulenc (*i.e.* à huit kilomètres de la centrale) et Péchiney, gros consommateurs de fioul pour leur propre production de chaleur et d’électricité, étaient prêtes à s’engager³. Elles demandaient pour cela à EDF une garantie de fourniture de chaleur continue de manière à ce que le changement de fourniture énergétique n’ait pas d’impact majeur sur le fonctionnement des usines. Toutefois EDF refuse de s’engager sur la constance de l’approvisionnement en chaleur auprès des industriels. Pour que le projet émerge, les industriels doivent donc jongler entre une fourniture intermittente de chaleur par la centrale nucléaire et de nouvelles installations d’appoint sur leurs propres sites pour compenser cette intermittence. L’intérêt économique de ces industriels pour une valorisation des rejets thermiques du nucléaire en est

¹ La lettre de Rhônalénergie n°7 – Décembre 1983 – Dossier « Quel avenir pour les réseaux de chaleur », p.2.

² La construction de la centrale de Saint-Alban commence en 1979. Celle-ci n’est donc pas en fonctionnement lors des négociations sur le projet de valorisation des rejets thermiques

³ « Le projet de St Alban-St Maurice était économiquement rentable, l’objectif c’était de fournir de la vapeur depuis la centrale qui allait tourner à Rhône-Poulenc et Péchiney qui avaient de grosses unités, il y avait 5000 tonnes de fioul qui brûlaient. Là le projet était rentable mais ne s’est pas fait car EDF n’a pas voulu garantir le fonctionnement continu que les industriels voulaient. » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

largement réduit¹. Cette difficulté marque l'échec d'un premier processus de construction des rejets thermiques du nucléaire comme ressource énergétique.

Un second projet est exploré par RAE sur le site du Bugey dès 1978. Le projet initial consiste à alimenter en chaleur le réseau de chauffage urbain de la ville de Lyon, distante de quarante kilomètres. Ce projet initial représente un investissement considérable en termes d'infrastructure pour construire et enterrer des tubes qui conservent efficacement la chaleur sur une telle distance. Pour que le projet intéresse l'opérateur de réseau lyonnais il doit être combiné à une installation thermique complémentaire pour assurer la fourniture de chaleur lors des pics de consommation à Lyon². Dans le cadre de l'étude de faisabilité du projet, les chargés de mission de RAE établissent que le faible développement du réseau de chauffage urbain de Lyon ne susciterait pas une demande de chaleur suffisante pour rentabiliser la construction de ces infrastructures. Cette première version du projet est abandonnée en 1980.

« Nous avons, et c'était tout à fait le début des études de RAE après la commission Peillon, envisagé le chauffage urbain au départ de cette centrale. Le montage financier a fait apparaître que le coût d'investissement était encore trop élevé. Mais on en est venu à penser que ces eaux chaudes pourraient être utilisées pour d'autres usages, soit pour des serres comme c'est le cas de l'étude en cours du Tricastin, soit pour l'utilisation de pompes à chaleur ou de systèmes divers de ce type » - Archives Région Rhône-Alpes des CP et AP – Boîte 69 – Première réunion ordinaire – Janvier-Février 1981 – prise de parole de Xavier Hamelin (p.4)

À la place de cette opération de chauffage urbain, un groupement d'horticulteurs voit dans la valorisation des rejets thermiques de la centrale du Bugey une opportunité pour chauffer des serres à moindre coût. Dans le métier d'horticulteur, les dépenses énergétiques sont très importantes. Les serres doivent être chauffées tout au long de l'année. Or, l'augmentation des prix des énergies fossiles constitue une contrainte économique importante pour le métier. De plus, contrairement aux industriels à proximité de la centrale nucléaire de Saint-Alban, les horticulteurs du Bugey peuvent s'accommoder d'une fourniture intermittente de chaleur depuis la centrale nucléaire. Toute chaleur obtenue en provenance de la centrale représente une économie pour eux et ils peuvent sans problème envisager dès la construction des serres l'installation de solutions de chauffage des serres d'appoint par la

¹ Archives de RAEE – CR du CA de RAE du 12 décembre 1980 – Les porteurs de projet lancent une étude sur l'installation d'une centrale à charbon pour estimer les coûts d'un approvisionnement en chaleur des usines lorsque la centrale électronucléaire ne peut pas fournir la quantité de chaleur nécessaire au pôle industriel

² « Sur le Bugey on alimentait un réseau d'eau chaude à 180° avec une cogénération et on se raccordait sur le chauffage urbain de la ville de Lyon. Mais la quantité de chauffage distribué par le chauffage urbain de la ville n'était pas suffisante pour amortir les 40 kilomètres de tuyaux plus les investissements à faire dans la centrale. Et EDF n'avait là aussi pas beaucoup envie d'intervenir sur ces installations. » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

combustion du gaz. Les éventuelles baisses de débit d'eau chaude liées à des variations de cycle de production de la centrale nucléaire seraient immédiatement compensées et ne mettraient pas en péril le fonctionnement des serres.

Avec le soutien des acteurs publics et notamment de RAE, ces acteurs se constituent en coopérative agricole et parviennent à construire cinq hectares de serres à proximité de la centrale du Bugey en 1984. Ils disposent alors d'un accès à un débit suffisant pour eux d'eau tiède entre 20 et 35°C. Ce second processus de construction de ressource aboutit après avoir tout de même été quantitativement revu drastiquement à la baisse.

Enfin, le troisième projet exploré par RAE porte sur la valorisation des rejets thermiques de l'usine d'enrichissement d'uranium Eurodif, sur le site du Tricastin. L'usine inaugurée en 1978 dispose d'eaux de refroidissement à une température plus élevée (*i.e.* entre 60 et 80°C) que celle des centrales nucléaires précédemment évoquées¹. Le projet autour du site du Tricastin est initialement le plus ambitieux puisque sur la base des premiers éléments de l'étude de faisabilité, des élus locaux et régionaux s'interrogent sur la possibilité de chauffer plusieurs villes de la vallée du Rhône. Ce projet est cependant rapidement revu à la baisse par RAE dans la perspective de chauffer des HLM et des équipements collectifs de la municipalité voisine de Pierrelatte ainsi que des serres horticoles à proximité de l'usine.

« Le projet initial c'était de chauffer depuis Valence jusqu'à Avignon. Ce projet a été ramené à une proportion plus modeste avec l'idée d'installer à côté d'Eurodif une cinquantaine d'hectares de serre, « les serres c'est très consommateur d'énergie » et de chauffer Pierrelatte avec des logements sociaux, le lycée et des équipements collectifs. C'est un projet qui distribue 15.000 tonnes d'équivalent pétrole. » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

Les négociations avec Eurodif sur les conditions de fourniture de chaleur se révèlent plus faciles à mener que celles avec EDF. De plus, comme dans le cas du Bugey, les potentiels consommateurs de chaleur acceptent de s'adapter aux contraintes de la fourniture de chaleur intermittente par Eurodif en installant des solutions de chauffage d'appoint. Au final, cette chaleur permet de chauffer 2400 logements dans la ville voisine de Pierrelatte ainsi que cinquante hectares de serre. La construction et l'exploitation des premières serres débute en 1983 et coïncide avec la mise en service du réseau de chauffage urbain (Dubesset 1987, p.209). Le processus de construction de la ressource est initialement un succès énergétique et économique. Toutefois le succès économique est en partie remis en question. La baisse du prix des hydrocarbures au début des années 1980 réduit progressivement l'intérêt

¹ Archives RAEE – Compte-rendu de l'AG de RAE du 20 octobre 1978

économique des horticulteurs à venir s'installer dans les serres à proximité du Tricastin. Les serres sont alors construites mais leur sous-utilisation ne permet pas d'amortir les investissements. Les collectivités publiques locales et régionales décident alors de renforcer le dispositif de soutien économique aux horticulteurs pour remplir les serres.

« Ce projet-là ne s'est pas fait tout seul, il y avait des difficultés parce que durant les années 1970 et début 1980 les prix de l'énergie continuaient de monter donc on se disait que le projet allait s'amortir sans problème et puis un jour non seulement ils ont arrêté de monter mais ils sont redescendus. Et comme la vente de kWh était indexée sur le prix de l'énergie remplacée, les recettes ont baissées et le département a dû boucher quelques trous dans l'emprunt et c'est un projet qui a laissé des souvenirs un peu difficile ici. » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

3. Des expériences qui ouvrent un « espace d'hésitation »

La dynamique politique, initialement nationale puis régionale, autour de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire engagée au milieu des années 1970 a eu des résultats mitigés. Rhône-Alpes a tout d'abord été le seul territoire à donner suite aux commissions nationales de travail. De plus, l'entreprise EDF a largement contraint le potentiel de cette nouvelle dynamique en refusant d'ouvrir à négociation en Rhône-Alpes les conditions de fourniture de chaleur à partir des centrales nucléaires. Ainsi parmi les trois projets explorés, l'un d'eux a été abandonné, tandis que l'ampleur des deux autres a été largement revue à la baisse. Or, à l'issue de ces premières expériences au milieu des années 1980, la baisse des prix des hydrocarbures a largement érodé les volontés politiques de développement de nouvelles ressources et d'alternatives énergétiques. De même, cette baisse des prix des hydrocarbures diminue drastiquement l'intérêt des industriels, opérateurs de chauffage urbain et horticulteurs pour la valorisation de la chaleur fatale des centrales nucléaires.

Cette politique ne permet pas de faire émerger une alternative énergétique de grande ampleur dans la mesure où elle échoue pendant le temps des premières expériences à faire émerger un milieu associé au sein duquel des projets de valorisation de la chaleur rejetée par les centrales nucléaires pourraient se développer. Toutefois, si la proposition politique nationale n'a pas réussi à structurer le milieu associé de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire, les projets pionniers menés en Rhône-Alpes laissent dans leur sillage des réseaux de relations et des savoir-faire.

Ces projets initiés par les travaux des commissions Leroy et Peillon ont permis la création de la structure Rhônalpénergie en 1978 et l'émergence d'une approche originale des politiques de l'énergie. En

parallèle de la thématique des rejets thermiques du nucléaire, les élus régionaux (gaullistes comme socialistes) ont vu une opportunité politique pour agir plus largement sur les thématiques de l'énergie et de l'environnement. Ces élus considèrent alors que ces thématiques sont de futurs enjeux centraux du développement local et régional et souhaitent initier un développement de compétences au sein des collectivités locales et au sein de la Région.

« Charles Béraudier [ndlr : vice-président de la région et premier président de Rhônalpénergie] avait senti qu'un jour ou l'autre l'énergie serait un problème qui serait un enjeu local. Sagement il dit que ce n'est pas un opérateur énergétique régional qu'il faut mettre en place, d'abord parce que tous ces projets sont à des stades très variés et on ne connaît pas leur faisabilité réelle, et puis si des choses doivent se faire, c'est à chaque collectivité locale de définir comment elle veut mettre en œuvre les rejets thermiques qu'il y a sur son territoire avec un opérateur public ou privé mais pas régional. » - Entretien avec un ancien directeur de RAE du 3 Juin 2014

Pour cela, les élus régionaux présents au lancement de Rhônalpénergie insistent pour que l'objet social de l'association porte à la fois sur la valorisation de chaleur et les économies d'énergies mais aussi sur les autres énergies nouvelles et sur la lutte contre la pollution¹. Ainsi lors des premières années de son existence, Rhônalpénergie accompagne un ensemble d'études de faisabilité et de montage d'opérations de petites tailles (e.g. isolation thermique de bâtiments publics, chauffage thermique solaire d'équipements sportifs, installation de pompes à chaleur). Les compétences développées dans le cadre des projets de valorisation de chaleur à la fois par les chargés de mission de Rhônalpénergie et par les élus régionaux impliqués dans le comité de direction de l'association sont mises au service des collectivités locales. Ces compétences portent tout d'abord sur l'encadrement de négociations multipartenaires autour notamment d'EDF, du gouvernement français, des industriels, des collectivités locales et des habitants.

Au fil d'échanges avec les chercheurs de l'IEJE, et avec l'appui des élus régionaux, Rhônalpénergie met progressivement en place une méthodologie pour accompagner les collectivités locales dans la réalisation de leurs projets pour répondre à leurs besoins énergétiques. Pour présenter cette approche Rhônalpénergie publie pendant ses premières années d'existence plusieurs documents à destination des élus locaux pour les sensibiliser au sujet des possibilités d'action dans le domaine énergétique et des modalités de support à leur disposition (e.g. technique, économique, juridique, politique). Lorsque les projets que les collectivités locales veulent construire ne peuvent pas être financés dans le cadre d'appels d'offres et de politiques déjà en place, les chargés de mission de Rhônalpénergie développent

¹ Archives de RAEE – Compte-rendu du conseil d'administration de RAE du 21 Avril 1978.

de nouvelles compétences pour faire entendre de nouveaux enjeux et les faire financer. C'est dans le cadre de cette méthodologie de montage de projets à partir d'une demande énergétique que Rhônalénergie développe progressivement des compétences d'ingénierie de recherche de subventions européennes, nationales et régionales. Devant l'ampleur des projets étudiés, et l'ampleur des missions qui ont été confiées à Rhônalénergie par l'exécutif régional, l'équipe s'étoffe rapidement. Un nouveau chargé de mission, embauché en 1980 est spécifiquement chargé du développement des énergies renouvelables. Sa mission consiste à mener un inventaire des filières des énergies renouvelables, à recenser les options technologiques existantes et à étudier les potentiels de développement de chacune de ces filières en Rhône-Alpes¹.

Dans le cadre de cette mission, il se rapproche de plusieurs structures travaillant déjà sur le développement de ces filières dans les territoires. Il identifie tout d'abord une structure associative locale travaillant sur le développement des technologies solaires : l'AGEDES (Association Grenobloise pour l'Etude et le Développement de l'Energie Solaire). Cette association grenobloise créée en 1977 est animée par plusieurs enseignants et chercheurs grenoblois. Celle-ci mène des opérations d'expérimentations sur différentes technologies solaires innovantes (*e.g.* photovoltaïque, plancher solaire direct, systèmes thermiques à air, systèmes thermiques à eau). Elle dispose alors de compétences techniques pour mener des expérimentations technologiques mais de peu de moyens financiers. En parallèle, le nouveau chargé de mission de Rhônalénergie renforce les liens existants entre Rhônalénergie et l'AEE qui travaille déjà sur les énergies renouvelables et se rapproche du COMES (Commissariat à l'énergie solaire) créé en 1978. Le COMES a été créé par le gouvernement pour agir sur l'ensemble des énergies renouvelables (*i.e.* hydraulique, solaire, éolien, biomasse) et pour identifier des projets énergétiques à financer. Le COMES dispose alors de connaissances techniques et de moyens économiques mais de peu de liens avec les territoires pour initier des projets.

Rhônalénergie joue alors un rôle de mise en relation entre le COMES et l'AGEDES. Cette mise en relation aboutit à l'émergence, dès 1980, d'un premier programme ambitieux de soutien au développement de projets énergétiques à destination des collectivités locales et des particuliers de Rhône-Alpes. Ce programme, le Fonds Solaire Régional, porte initialement sur le développement de la filière solaire thermique. Il est coordonné par Rhônalénergie. Grâce à des fonds en provenance du COMES et de l'EPR il permet de proposer un taux de subventionnement des projets pouvant aller jusqu'à 50% et lance une première vague de développement de projets solaires expérimentaux.

A l'origine de cet épisode, les commissions Leroy et Peillon proposaient de mettre à l'épreuve une nouvelle proposition relationnelle : faire de la chaleur fatale rejetée par les centrales nucléaires

¹ Entretien avec le président de l'AGEDEN du 20/06/2014.

françaises une ressource énergétique dotée d'une valeur (1) (voir Figure 13, p.144). Cette mise à l'épreuve est menée en Rhône-Alpes sur plusieurs sites. La proposition relationnelle initiale peine à se concrétiser dans la mesure où le processus de développement des premiers projets expérimentaux ne parvient pas à susciter l'émergence d'un milieu associé à travers lequel elle aurait pu être réajustée (2). Toutefois, les partenariats amorcés à l'occasion du développement de ces projets ainsi que les compétences développées et les dispositifs de financement ne disparaissent pas. Sous l'action des élus régionaux et de l'association Rhônalpénergie, ces capacités d'action se détachent de leur objet initial (3). **En cela, l'émergence d'un important réseau d'acteurs (voir Figure 14, p.144) et de compétences à l'occasion du développement contrarié de projets de valorisation des rejets thermiques du nucléaire en Rhône-Alpes ouvre un espace d'hésitation (en vert sur les figures ci-après).** Les capacités d'action qui se sont développées à l'échelle de cet espace d'hésitation nourrissent alors le développement de nouveaux projets énergétiques innovants et d'autres processus de construction de nouvelles ressources (3). Les processus d'exploration relationnelle de nouvelles ressources énergétiques initiés à partir d'un réseau d'acteur en Rhône-Alpes viennent alors informer la politique nationale (4) et stabiliser de nouveaux dispositifs de financement pour le développement de nouveaux projets énergétiques (5).

Au début des années 1980, Rhônalpénergie est la seule structure régionale créée dans la foulée de la commission Leroy. L'association commence à représenter un modèle alternatif pour les politiques de l'énergie à l'échelle nationale sans équivalent dans d'autres régions. Les élus régionaux défendent à l'occasion d'un débat au Parlement national en avril 1979 sur un projet de loi sur les économies d'énergie et l'utilisation de la chaleur la pertinence du modèle. Rhônalpénergie est cité comme exemple de modèle de développement et d'intégration des nouvelles filières au mix énergétique ainsi que comme modèle d'accompagnement des collectivités locales afin que celles-ci deviennent de véritables acteurs de l'énergie¹. Grâce à sa capacité dès ses premières années d'existence à tisser des liens avec des acteurs à la fois nationaux et locaux et à développer des capacités de financement de projets énergétiques renouvelables, Rhônalpénergie est confortée dans son rôle par l'exécutif régional après l'abandon des projets de valorisation des rejets thermiques du nucléaire.

¹ Assemblée nationale, 2^e séance du 4 avril 1979, compte rendu intégral, pp.2242-2245 : Le débat qui porte initialement sur la valorisation de la chaleur et l'efficacité énergétique est marqué par l'accident nucléaire survenu une semaine avant aux Etats-Unis à Three-Miles-Island dont les conséquences sont encore mal identifiées. Dans un contexte français de développement rapide de l'électronucléaire, le débat s'oriente ainsi plus largement sur l'enjeu de diversification énergétique et sur les modalités de développement de nouvelles filières.

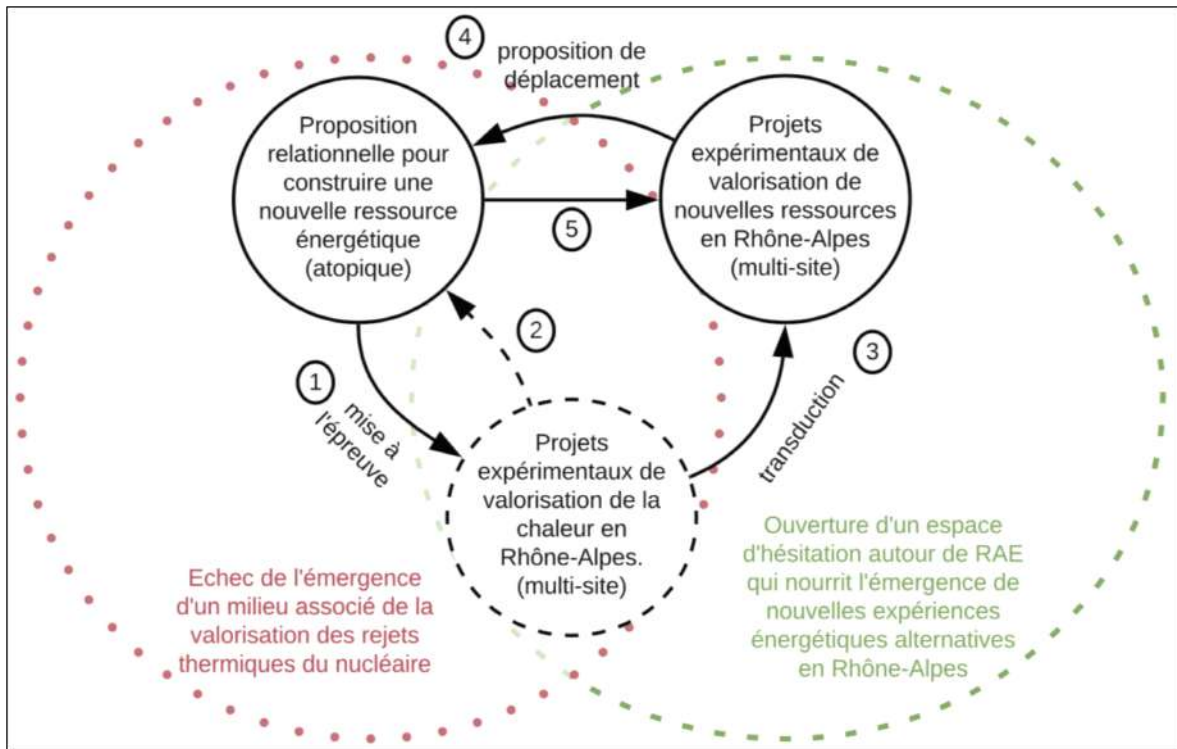


Figure 13: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour du premier épisode (1977-1985)

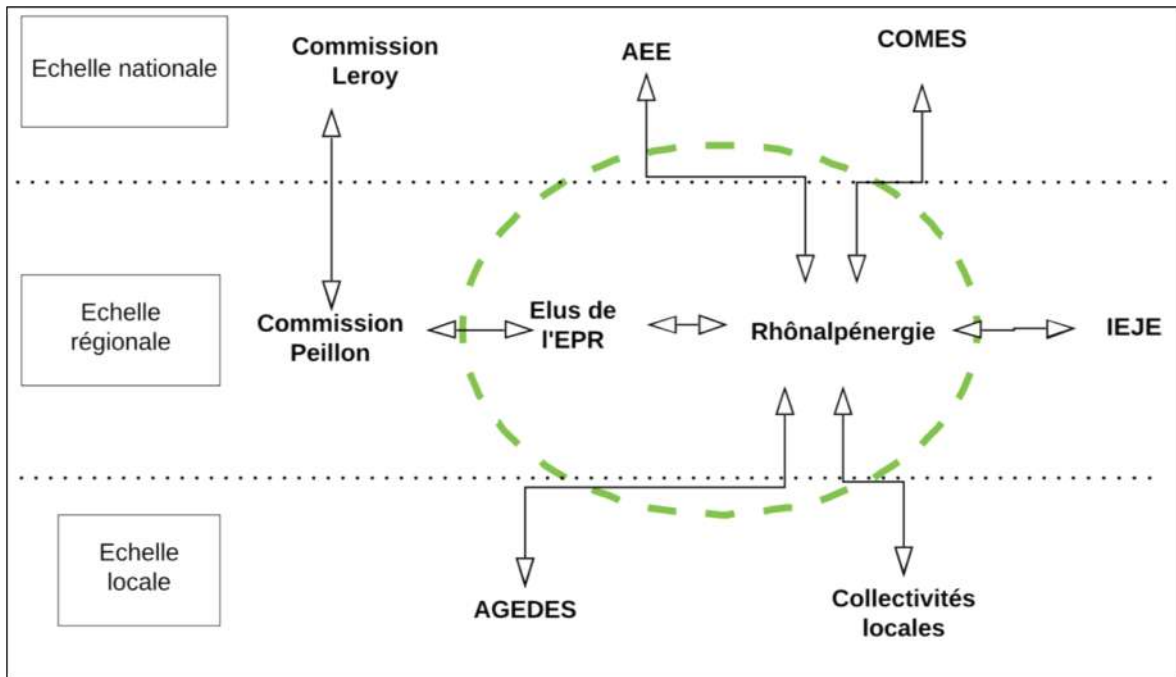


Figure 14: Trame relationnelle dont émerge un « espace d'hésitation » au cours de l'épisode de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire en Rhône-Alpes (1977-1985)

Section 2 : La valorisation du bois-énergie en circuits-courts via des chaufferies collectives (1989 -1995)

Le second épisode de notre analyse porte sur la structuration d'un projet pionnier de chaufferie collective autour d'une proposition relationnelle originale pour construire la ressource bois-énergie dans le Vercors. Cet épisode démarre en 1989, c'est-à-dire plus d'une décennie après les projets de valorisation des rejets thermiques du nucléaire et la création de Rhônalpénergie. Il donne à voir l'irruption d'un nouveau type d'acteur au cœur des politiques de l'énergie : les Parcs Naturels Régionaux. Dans le cadre de l'évolution des chartes de projets de territoires¹, les PNR deviennent progressivement à partir des années 1980 des territoires d'expérimentation sur la thématique énergétique. En lien avec les réseaux développés par RAE, le PNR du Vercors développe au tournant des années 1980 et 1990 une nouvelle politique énergétique du bois-énergie.

1. Emergence d'une approche territoriale de la ressource bois-énergie dans le Vercors

1.1. Le bois-énergie : d'une énergie fatale à une ressource

Le PNR du Vercors fait office de pionnier parmi les PNR de France sur la question énergétique. C'est le PNR du Vercors qui le premier recrute un chargé de mission dédié à l'énergie en 1984. Dès son recrutement, celui-ci est accompagné dans sa mission par l'association Rhônalpénergie. Le premier objectif du PNR est alors de réduire la part des hydrocarbures dans la consommation énergétique du territoire et de la remplacer par du bois, présent en quantité importante dans le Vercors. Cet objectif entend répondre à trois enjeux. Tout d'abord le prix des énergies carbonées varie beaucoup depuis le début des années 1970 et le PNR entend accroître la sécurité énergétique locale en maîtrisant son approvisionnement. Or le bois-énergie est au milieu des années 1980 une alternative économique très intéressante. Selon une étude menée par l'AFME et RAE en 1985, le prix moyen du kWh obtenu par la combustion du bois-énergie est de 8,7 centimes de Francs (*i.e.* ce prix varie entre 4 et 17 centimes en fonction de l'humidité, la granulométrie et sa forme) (voir Tableau 10, ci-dessous). Le prix du kWh obtenu par la combustion des énergies carbonées est alors sensiblement supérieur (*i.e.* entre 10,4c pour le charbon à 29,3c pour le fioul domestique). Ensuite, la transition des hydrocarbures au bois-énergie permettrait de réduire l'impact environnemental de la facture énergétique sur le Vercors. Enfin,

¹ Voir Chapitre 1 Section 1.

le développement de la filière bois-énergie représente pour le PNR une opportunité pour pérenniser plus largement les filières territoriales du bois.

| Prix des énergies tarif moyen constaté en secteur résidentiel : | | Prix constatés des différentes formes de bois-énergie | |
|--|-----------|--|-----------|
| Fioul domestique | 29,3c TTC | Ecorces brutes | 4-6c HT |
| Gaz (tarif B21) | 19,9c HT | Sciures brutes | 5-7c HT |
| Butane | 21,5c HT | Ecorces broyées et calibrées | 7-10c HT |
| Fioul lourd n°2 | 17,6c HT | Granulés de sciure | 14-17c HT |
| Fioul lourd BTS | 18,2c HT | Plaquettes calibrées humidité variable | 10-12c HT |
| Fioul lourd TBTS | 19,5c HT | Plaquettes calibrées humidité fixée à 30% | 11-13c HT |
| Charbon | 10,4c HT | Plaquettes sèches, calibrées à partir de déchets | 9-12c HT |
| Moyenne bois (fourniture mixte, ni séchée, ni calibrée) | 8,7c HT | Plaquettes humides à partir de produits forestiers | 8-15c HT |
| | | Plaquettes sèches et calibrées à partir de produits forestiers | 13-15c HT |
| | | Rondins | 7-10c HT |

Tableau 10: Prix des énergies classiques et des différentes formes de bois-énergie (en centimes de Francs par kWh entrée chaufferie) (RAE et AFME 1985, p.2)

Au milieu des années 1980, la principale activité rémunératrice liée à la valorisation des forêts est celle du bois d'œuvre (construction, menuiserie, ébénisterie). Dans un second temps et dans une moindre mesure, les bénéfices de la filière sylvicole proviennent de la valorisation du bois sous forme de bûches. Toutes les parcelles forestières au sein desquelles les arbres ne présentent pas les caractéristiques recherchées (*i.e.* arbres grands et massifs, troncs importants) n'ont pas d'intérêt économique pour ces professionnels. En cela, elles ne sont ni valorisées ni entretenues. Or une sous-exploitation des forêts du Vercors représente à la fois un manque à gagner économique pour la filière locale et des coûts d'entretiens des forêts et des paysages à la charge des collectivités (FPNRF 2003, p.5).

De manière plus générale, les filières de traitement et de valorisation du bois à l'échelle du territoire génèrent beaucoup de déchets. Les forestiers procèdent régulièrement à des coupes d'éclaircies pour favoriser la croissance de grands arbres massifs pour le bois d'œuvre. Le résultat de ces coupes (*i.e.* petits arbres, branches de petits diamètres, souches et cimes) tend alors à encombrer les parcelles et ne se voit pas conférer de valeur. A leur suite, les scieurs génèrent également une grande quantité de coproduits du bois d'œuvre (*e.g.* sciures, écorces, chutes diverses) dénués de valeur. Ces coproduits peuvent même représenter un surcoût d'exploitation pour ces scieurs puisqu'il leur faut les éliminer. A côté de la filière du bois d'œuvre, les filières du bâtiment, de l'agriculture et de l'industrie génèrent également une grande quantité de bois de rebuts (*e.g.* bois de démolition, palettes, cagettes, emballages) qui ne trouve pas de valeur. Les bois de taillis (*e.g.* petites branches et arbres coupés

régulièrement) issus de l'entretien des espaces publics, villes, villages et réseaux routiers sont également dénués de valeur localement.

Avec le développement de la filière bois-énergie, le PNR du Vercors entend créer un marché local du bois-énergie qui permettrait de conférer à cette énergie fatale une valeur. En cela, l'objectif est de transformer un déchet en ressource. Si les déchets bois locaux sont dotés d'une valeur, l'activité économique suscitée peut permettre aux collectivités locales de faire prendre à la charge des professionnels certaines activités d'entretien des forêts et des paysages qu'elles peinent à effectuer.

« A l'époque le bois-énergie c'était un déchet. Petit à petit, la crise nous aidant, le bois-énergie est devenu une ressource. L'idée du parc c'était de montrer que le bois-énergie était une ressource économiquement rémunératrice. » Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12

1.2. Un développement accompagné par une politique de la ressource

Le développement d'une filière territoriale bois-énergie semble de prime abord soulever beaucoup d'opportunités. Il représente néanmoins un défi à plusieurs titres. Ce développement passe par la construction de nouvelles pratiques collectives, l'adoption de nouvelles techniques et *in fine* par la structuration d'un marché local du bois-énergie. Pour que ce marché émerge il faut notamment que le PNR réussisse à mener un processus d'intéressement pour faire émerger simultanément une offre de bois-énergie et une demande pour celui-ci. Cette émergence apparaît alors liée à une somme d'investissements à la fois de la part des professionnels de la forêt (*e.g.* équipements de coupe, de déchiquetage, de transport, de stockage et de séchage) et des potentiels consommateurs (*e.g.* chaufferies individuelles ou collectives, réseaux de chaleurs). Or ces investissements initiaux coûteux constituent une barrière initiale importante.

Au milieu des années 1980, le coût du kWh issu du bois énergie est bien inférieur au kWh issu du fioul. L'investissement dans de nouveaux équipements semble pouvoir être amorti rapidement par la différence entre le coût des différents combustibles. Toutefois le prix du fioul baisse à partir de 1985. Les investissements nécessaires à la transition peuvent être amortis, mais moins rapidement.

Dans la perspective d'accompagner cette transition et d'initier la structuration d'une filière locale de bois-énergie, le PNR se rapproche de RAE et ses réseaux pour mettre en place un plan de financement. Ce plan de financement est construit à partir de fonds en provenance à la fois de la DG Energie de la commission européenne, de l'AFME et de la région Rhône-Alpes. Il permet d'accompagner une transition vers le bois-énergie par la mise en place de subvention pour des équipements.

Grâce aux réseaux européens et nationaux de RAE, le PNR peut disposer d'un accompagnement précis pour choisir les meilleurs équipements techniques existants du bois-énergie. Toutefois, dans le prolongement de la méthodologie mise en place par RAE, le PNR n'entend pas construire une politique de la technique et de l'offre. Son objectif est d'accompagner les collectivités, les professionnels et les particuliers du Vercors dans une transition vers le bois-énergie à partir d'une identification de leurs besoins énergétiques. Par exemple, un industriel est susceptible de demander une chaleur à température importante et un débit continu pour alimenter un procédé industriel. De leur côté, le particulier ou la collectivité cherchant uniquement à chauffer un bâtiment peuvent s'accommoder d'un débit de fourniture de chaleur moins élevé et de températures plus basses. En cela, la politique que le PNR cherche à mettre en place porte en premier lieu sur la mise en discussion de qualités et seulement à partir de cela de sélectionner des équipements techniques permettant de construire ces qualités.

Or, c'est en identifiant les caractéristiques du bois à brûler (*i.e.* humidité, granulométrie, essences) que le choix d'un équipement adapté peut être mené. En effet, le fonctionnement optimal d'une chaufferie varie en fonction des caractéristiques du bois. Les chaufferies à bois individuelles et de petits réseaux de chaleur collectifs (entre 200 et 3500 kW) qui existent sur le marché au milieu des années 1980 disposent d'un bon rendement énergétique pour des combustibles bois avec un taux d'humidité faible¹. Ces combustibles disposent d'un pouvoir calorifique plus important² mais coûtent plus cher (voir Tableau 10, p.146). En revanche ces chaufferies s'encrassent anormalement avec des combustibles humides. D'un autre côté, les chaufferies collectives ou industrielles de puissances supérieures (plus de 3500 kW) existantes sur le marché peuvent s'accommoder de combustibles avec des taux d'humidité importants³. L'intensité énergétique de ces combustibles est inférieure mais ils présentent l'avantage d'être disponible à des coûts inférieurs également. De plus, ces chaufferies de puissances supérieures présentent l'avantage de disposer de foyers de tailles plus importantes et ainsi de réduire les contraintes de granulométrie des combustibles par rapport aux chaufferies de petites puissances. Les combustibles que ces chaufferies peuvent consommer nécessitent ainsi moins d'opérations de conditionnement ce qui permet une nouvelle fois de réduire les coûts de l'approvisionnement.

Dans cette approche, le choix d'une option technique n'est qu'un choix parmi d'autres au cours du processus de construction d'attachements entre un déchet et des consommateurs susceptibles de lui conférer une valeur. Au cours de ce processus, l'objectif du PNR est de réussir à encadrer la construction des valeurs d'une ressource (*i.e.* économique, paysagère, territoriale) à travers les modalités de sa mise

¹ Ces combustibles peuvent à la fois être des produits déchetés (écorces, sciures, plaquettes) ou conditionnés (briquettes, granulés) provenant de bois aux faibles taux d'humidité, ou de bois préalablement séchés.

² Le pouvoir calorifique du bois à l'état anhydre (0% d'humidité) serait ainsi de 4000 à 5000 kcal/kg suivant les essences (moyenne de 4300kcal/kg). Avec l'humidité cette valeur diminue : 3700kcal/kg pour 15% d'humidité, 3100 kcal/kg pour 30% d'humidité, 2400 kcal/kg pour 60% d'humidité (Lettre de RAE n°5 1983, p.6)

³ Celles-ci peuvent fonctionner de manière optimale avec des combustibles aux taux d'humidité allant jusqu'à 40-50%

en marché en tentant de construire son prix. Si le prix de la ressource est trop bas, les professionnels risquent de ne pas s'intéresser à l'activité. A l'opposé, si ce prix est trop élevé les consommateurs risquent de ne pas effectuer la transition vers le bois-énergie ou une fois celle-ci effectuée grâce aux subventions, d'aller s'approvisionner ailleurs. En cela, le plan de financement mis en place par le PNR et ses partenaires a pour but de construire la ressource selon une proposition relationnelle territoriale.

« Pour qu'il y ait rémunération il faut que le bois soit acheté, que la part de matière première se retrouve dans le prix du kWh vendu. Ce cheminement a été long à monter. Peut-être aussi parce qu'en parallèle on avait un industriel local, qui utilisait un matériau qui ne lui coûtait rien, voir qui se faisait payer pour le récupérer et qui le remettait sur le marché pour pas cher, donc il n'y avait pas de prix pour cette ressource » - Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12

Cette proposition relationnelle est mise à l'épreuve dans le cadre d'une première opération bois-énergie collective menée sur la commune de Saint-Jean-en-Royans à partir de 1992 et financée dans le cadre de ce programme de financement. Notre analyse du cas porte sur le processus de construction de la ressource et la manière dont cette politique propose de construire un milieu associé pour faire émerger un nouveau mode d'existence de la ressource.

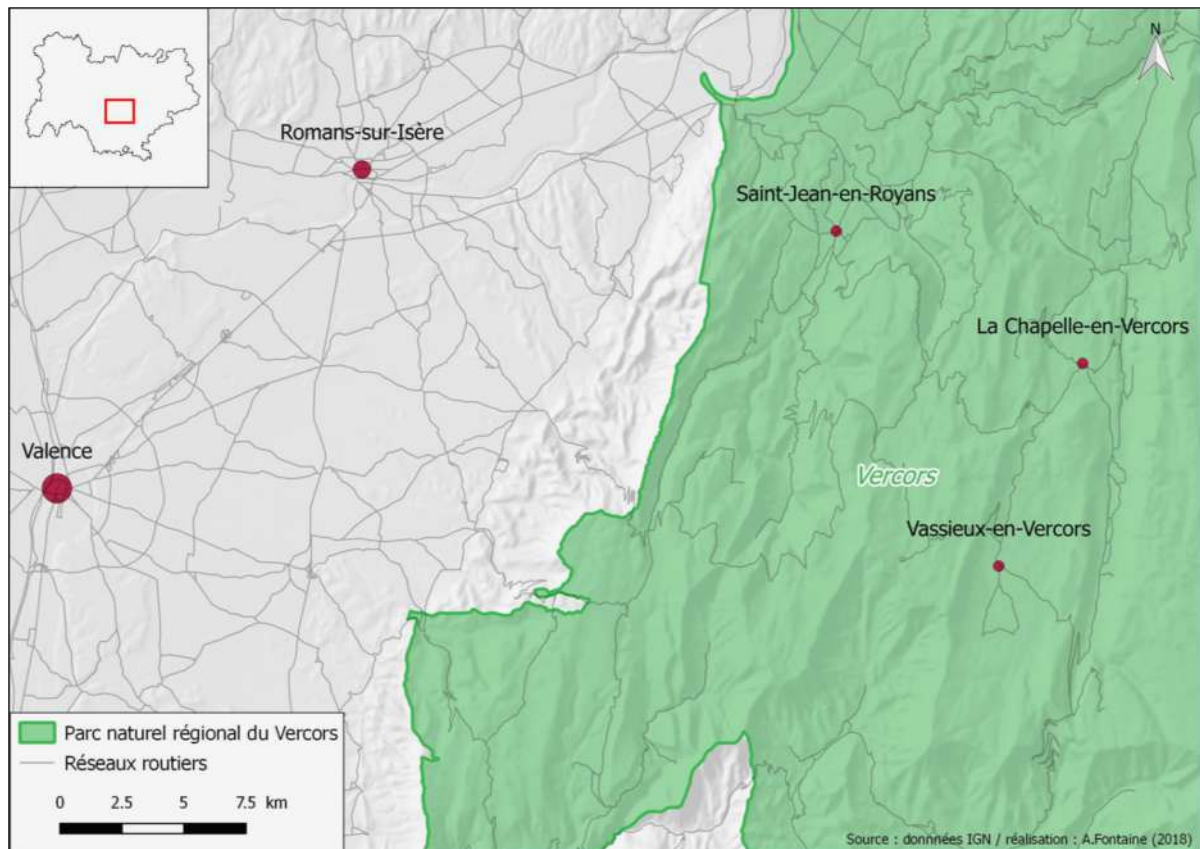
2. Le projet de Saint-Jean-en-Royans : mise à l'épreuve d'une proposition relationnelle territoriale (1989 – 1995)

2.1. Emergence d'un projet collectif de chaufferie collective et réseau de chaleur rural (1989-1992)

Saint-Jean en Royans est une commune de moins de 3000 habitants située dans le département de la Drôme, à flanc du massif du Vercors et au sein du territoire du PNR (voir Carte 4, p.150). En 1989, les élus de la municipalité de Saint-Jean-en-Royans émettent le souhait de modifier l'approvisionnement en énergie de leur commune pour les solutions de chauffage¹. Celle-ci n'est alors pas desservie par un réseau de gaz naturel. La solution du chauffage tout électrique nécessiterait par ailleurs d'importants travaux de renforcement du réseau électrique à la charge des collectivités locales. Or le maire de la commune, également président du PNR du Vercors, suit de près les travaux menés par le PNR du Vercors sur le bois-énergie. De plus, plusieurs projets bois-énergie pionniers ont été menés à proximité de la

¹ Archives de la région Rhône-Alpes – Versement 5471W – Boîte 12 – documentations de la journée bois-énergie et PNR du 12 décembre 1995 à Saint-Jean-en-Royans.

commune. Le bois-énergie constitue alors une alternative énergétique que l'équipe municipale veut explorer.



Carte 4: Situation de la commune de Saint-Jean-en-Royans dans le PNR du Vercors

« Les premières chaufferies à bois qu'on met en place c'était en 1988-1989. La première chaufferie à bois déchiqueté c'était un centre de vacances à Vassieux. Sinon on avait aussi équipé en chaufferie automatique bois-bûche le centre communal de la chapelle en Vercors. Entre temps on avait initié des opérations de déchiquetage en forêt, on avait lancé des chantiers expérimentaux. Le PNR avait en 1988-1989 acheté une déchiqueteuse et l'avait mis en gestion auprès d'un scieur à Vassieux en Vercors. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

En parallèle de ces réflexions, la commune de Saint-Jean-en-Royans assiste en 1989 à l'arrivée sur sa zone industrielle d'un industriel du bois (*i.e.* spécialiste du bois déroulé), potentiel consommateur de chaleur et fournisseur de combustible. L'équipe municipale et celle du PNR identifient cette arrivée comme une opportunité pour lancer une opération bois-énergie sur la commune. Le maire et les élus de la municipalité émettent le souhait de développer une chaufferie collective à bois combinée à un réseau de chaleur en substitution de l'option fioul jusque-là en vigueur. Selon le modèle pensé par le

PNR, les élus entendent fixer d'un côté une valeur fixe pour le combustible bois afin d'assurer un revenu stable aux fournisseurs locaux sur une période de plusieurs années et de l'autre un prix fixe de la chaleur sur le long terme. Celui-ci doit permettre aux consommateurs de plus facilement financer leurs opérations de changement d'équipements individuels de chauffage.

Pour initier des études de faisabilité, l'équipe municipale de Saint-Jean-en-Royans bénéficie de l'accompagnement du PNR du Vercors mais également de celui RAE et donc de la Région Rhône-Alpes. Or, cette dernière a signé depuis plusieurs années un partenariat avec l'entreprise SINERG, filiale de la Caisse des Dépôts, pour réaliser la rénovation thermique de l'ensemble des lycées de la région en tiers financement¹. Le collectif du projet de Saint-Jean-en-Royans bénéficie alors de ce partenariat et ainsi de l'accompagnement technique et financier de SINERG. Cet accompagnement s'avère décisif. La première étude préalable financée grâce à ce partenariat porte sur l'estimation d'un côté des besoins de chaleur sur le périmètre de la commune et de l'autre des sources potentielles d'approvisionnement en bois-énergie. La principale demande de chaleur identifiée vient de l'industriel nouvellement arrivé pour un approvisionnement continu tout au long de l'année. La seconde vient de la municipalité qui souhaite raccorder les bâtiments municipaux et des immeubles HLM pour du chauffage pendant l'hiver, et de l'eau chaude sanitaire pendant l'été, ce qui permet de maintenir un équilibre global de la demande de chaleur dans le temps. Enfin quelques particuliers émettent le souhait d'être raccordés au réseau. Une seconde étude financée par SINERG porte sur les options techniques optimales pour monter la chaufferie collective (choix d'une chaudière) et le réseau chaleur (nature des tuyaux, diamètre, isolation)² au regard des types de combustibles disponibles.

Pour choisir une option technique et notamment une chaufferie, l'équipe municipale s'en remet dans un premier temps à l'expertise de RAE et des chargés de mission du PNR. Sur la proposition de ces derniers, l'équipe municipale organise la visite de plusieurs réseaux de chaleur ruraux qui leur permet de rencontrer également des fabricants de chaufferies.

« Le premier réseau de chaleur de Rhône-Alpes ça a été le réseau de St-Pierre d'Entremont en Chartreuse. Le réseau de chaleur était privé et valorisait les déchets de la scierie dans le village. C'était lui qui négociait avec chaque propriétaire le prix de la chaleur qu'il leur vendait (...) Avec le maire de Saint-Jean-en-Royans on a financé un voyage d'étude à Langeac en Auvergne qui était l'un des premiers réseaux de chaleur rural, porté par la commune, et qui était un vrai réseau

¹ La société SINERG est une filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations qui fait du tiers-investissement : ils financent en fonds propre et en dette l'investissement dans des opérations et se remboursent sur les économies ou les bénéfices réalisés dans le cadre de ces opérations.

² Archives de la région Rhône-Alpes – Versement 5471W – Boîtes 11 et 12 - Suite à un diagnostic thermique réalisé en 1989 qui montre l'intérêt de la mise en œuvre d'une chaufferie bois, une étude de faisabilité est réalisée en 1990 et mène au lancement de l'opération.

de chaleur au sens juridique du terme avec la commune comme autorité concédante et un concessionnaire. Les élus de St-Jean ont admirés l'opération et eu envie de faire quelque chose de similaire. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

Après ces visites, le collectif fait le choix d'une chaufferie à bois humide pour pouvoir valoriser l'ensemble des déchets de bois du territoire du territoire sans contraintes d'humidité ou de granulométrie.

« L'idée de la SEM c'était de valoriser les déchets du Royans. On soutenait l'ensemble de la filière bois par la valorisation des déchets. Il fallait donc que la chaufferie accepte tous les déchets. Du coup on a travaillé avec SINERG pour que ce soit une chaufferie à combustible humide parce que les combustibles du Royans ne sont pas secs, et pour que la chaufferie accepte des combustibles grossiers parce que ces acteurs n'ont pas tous les moyens de faire de la plaquette fine. Donc il y avait un surcoût d'investissement pour que la chaufferie accepte tous les déchets. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

Outre la question du choix de la chaufferie, le collectif doit effectuer des choix pour le réseau de chaleur. Or aucun bureau d'étude ne dispose au lancement du projet de référence pour une étude de faisabilité sur un réseau de chaleur rural. Les bureaux d'étude qui réalisent l'étude de Saint-Jean-en-Royans ne disposent que d'un référentiel urbain à la fois pour le génie civil (e.g. ouverture systématique des routes pour faire passer le réseau thermique) et pour le génie thermique. Les expériences disponibles sont celles d'opérations urbaines de fortes puissances comme celle de Grenoble. Le bureau d'étude qui accompagne le collectif suggère ainsi de construire un réseau de chaleur à eau surchauffée à 150°C sur le modèle grenoblois. Toutefois, la distance entre le site de la chaufferie et l'ensemble des consommateurs de chaleur est bien plus importante que celle des modèles connus. Le collectif découvre au moment des premiers travaux que cette distance l'oblige à mener des opérations d'isolation du réseau chaleur non anticipées qui augmente les coûts de construction du réseau¹.

Une fois ces choix techniques effectués, le collectif (élus municipaux, PNR, RAE, SINERG, fournisseurs de matière première) lance le projet sous la forme d'un service public. Il crée pour cela la Société

¹ Contrairement à des réseaux d'eau chaude basse pression entre 90 et 110°C, l'option de l'eau surchauffée à 150°C requiert l'intervention de soudeurs agréés pour renforcer la résistance du réseau de tube qui s'avère particulièrement coûteuse pour le projet.

d'Economie Mixte (SEM ci-après) Rovalbois. La municipalité de Saint-Jean-en-Royans en est l'actionnaire majoritaire et lui confie l'exploitation de la chaufferie et du réseau de chaleur.

La mise en place du réseau de chaleur nécessite de nombreux et longs travaux d'aménagement. La SEM Rovalbois décide de lancer les travaux du réseau de chaleur en plusieurs tranches afin de pouvoir initier l'opération rapidement. Ces tranches correspondent à des zones géographiques du village. Chaque tranche d'extension du réseau correspondrait à une campagne de raccordement au réseau de chaleur de nouveaux consommateurs. Une première tranche de travaux raccordant l'industriel et des immeubles HLM est prévue en même temps que la construction de la chaufferie. La perspective de travaux d'assainissement du réseau d'eau de la commune, prévus pour 1993 et subventionnés en partie par le PNR, pourrait permettre de réaliser à moindres coûts une seconde tranche dans le centre du village de Saint-Jean-en-Royans. Le réseau d'eau serait déterré et la SEM pourrait en profiter pour installer son réseau de chaleur. Une troisième zone du village comprenant de nouveau des bâtiments communaux et des logements HLM pourrait constituer une troisième tranche. Aucune date n'est initialement prévue pour celle-ci.

Dans le cadre de ce programme de construction du réseau en plusieurs tranches, l'industriel partenaire s'engage initialement à consommer une grosse partie de la chaleur produite, puis à réduire sa consommation au fil de l'extension du réseau pour permettre à de nouveaux consommateurs d'en bénéficier. En parallèle, le PNR envisage de développer des travaux d'isolation thermique sur les bâtiments raccordés au réseau pour réduire progressivement les consommations énergétiques. Ce plan permettrait de continuer simultanément à étendre le réseau et de proposer à de nouveaux acteurs d'effectuer la transition des hydrocarbures au bois-énergie. Dans la perspective de pouvoir par la suite étendre le réseau et répondre à de nouvelles demandes, la SEM décide de légèrement surdimensionner la puissance initiale de la chaufferie. Toutefois, juste avant les travaux, la SEM accepte un geste commercial de l'entreprise qui fournit la chaufferie. Celle-ci est finalement de 3000kW. Ce surdimensionnement final marque une rupture dans la démarche menée jusqu'ici.

« J'avais rencontré Monsieur Compte qui était à ce moment le fabricant le plus reconnu de chaufferie bois. Il était venu à St-Jean. Je me souviens que la chaudière était dimensionnée à 2500kW et qu'au dernier moment il a fait une offre : pour quelques dizaines de milliers de Francs supplémentaires on avait une chaufferie de 3000kW. C'était un piège parce que à l'époque on n'avait pas encore bien compris comment fonctionnait la technologie. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

La seule chaufferie bois ne peut toutefois pas garantir une fourniture de chaleur continue (e.g. à causes d'éventuelles pannes ou sous-régimes). Pour combler cette intermittence, le réseau chaleur est équipé d'une chaudière à fioul d'appoint d'une puissance égale à la chaufferie à bois. L'industriel voisin de la chaufferie dispose également de sa propre chaudière à fioul lourd d'une puissance de 1500kW.

Dans le schéma de fonctionnement technique initial, la chaufferie bois porte à 240°C un liquide caloporteur. La température du liquide qui circule dans ces réseaux est ajustée en fonction des attentes des consommateurs. Deux échangeurs permettent de moduler la température du liquide à l'entrée du réseau. Le premier échangeur permet d'acheminer vers les industriels un liquide caloporteur chauffé à 180°C. Cette chaleur permet d'alimenter des procédés industriels et de chauffer des locaux. Le second échangeur expédie une eau chaude comprise entre 80 et 110°C vers les bâtiments communaux et les habitations privées pour assurer leurs besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Les travaux de la chaufferie et de la première tranche du réseau sont réalisés en 1991 et la chaufferie est mise en service en 1992. Sur ce premier volet, la SEM bénéficie d'une subvention à hauteur de 40% sur les deux millions de francs du projet. Ces subventions proviennent de la région, de l'Europe et de l'ADEME. Le reste du projet est financé sur fonds propres des membres de la SEM et par SINERG en tiers-investissement.

2.2. Un processus de construction de la ressource ponctué de multiples épreuves (1992-1994)

Pendant les premières années d'exploitation de la chaufferie, le processus de construction de la ressource est ponctué de nombreuses épreuves sociotechniques notamment liées au fonctionnement de la chaufferie à bois humide. La première épreuve est liée au surdimensionnement de la puissance de la chaufferie bois. Dans la première phase du projet, une seule tranche du réseau chaleur est raccordée et l'industriel local a une consommation bien inférieure à la demande qu'il avait exprimé¹. La demande de chaleur est régulièrement trop faible pour faire fonctionner la chaufferie bois.

« On avait surdimensionné la chaudière et ça s'est retourné contre nous parce qu'une chaudière humide ne fonctionne bien que si elle est en pleine charge. Elle ne peut pas fonctionner au ralenti. Or dans la première tranche on avait une chaudière qui se retrouvait très souvent à tourner entre 1000 et 1500kW en pleine charge et qui descendait parfois à 500kW. On était obligé de faire

¹ « On a eu des charges plus importantes que prévu et notre principal client qui consommait 1500/1800MW au lieu de 3000MW et en plus il ne payait pas. On était sur un prévisionnel de 4000MW. Dans la première tranche l'industriel devait consommer plus et puis avec les nouvelles tranches consommer moins pour augmenter la part de la commune » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

tourner du fioul à côté parce que la chaudière ne pouvait pas fonctionner au ralenti à moins de 30% de sa puissance, sinon elle s'encrassait » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

La seconde épreuve que rencontre le collectif est liée à la gestion des déchets bois à l'entrée de la chaufferie. Dans les partenariats qui ont été négociés, deux industriels du territoire vendent à la SEM respectivement des dizaines et des centaines de tonnes de combustibles. La valeur de ces combustibles a été fixée dès le démarrage du projet de réseau de chaleur. En revanche, l'ensemble des autres professionnels du bois associés à la SEM (*e.g.* petits scieurs, menuisiers) dont la production de déchet est faible (*i.e.* quelques tonnes par an) livrent ces derniers gratuitement. Faute d'une valeur associée à cette matière, ces petits acteurs du bois ne prêtent toutefois pas attention à la nature du combustible qu'ils livrent à la chaufferie (*i.e.* humidité, granulométrie, présence de pièces métalliques).

Pendant les premières années de fonctionnement de l'opération, l'employé de la chaufferie ne dispose pas encore des compétences nécessaires pour évaluer rapidement les caractéristiques des matières livrées. Pendant les premières années de fonctionnement de la chaufferie, plusieurs éléments techniques sont endommagés au cours de l'incinération de déchets non appropriés. Ces dommages entraînent des pannes régulières.

« Il y avait une faible culture de ce que devait être un déchet bois bien préparé pour aller dans la chaudière. On s'est retrouvé avec des éléments de la chaufferie cassés parce que les gens avaient oublié une barre de fer dans la sciure. On a eu toute une période d'apprentissage sur ce qu'est un déchet correct, sur les déchets qu'on ne pouvait pas admettre. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

Progressivement, l'employé de la chaufferie se rend compte que les déchets achetés aux deux partenaires principaux de la SEM causent également des pannes.

« On a découvert que l'écorçage de peuplier c'est incompatible avec une chaufferie bois, parce que le peuplier c'est filandreux et quand on l'écorce ça fait des paquets et ça bloque les échelles, l'avancée, plusieurs fois il a fallu retirer à la pelleuse des déchets qui bloquaient. La chaufferie pouvait pourtant admettre jusqu'à 45-50% d'humidité. Il y avait des taux d'humidité qui étaient par moment beaucoup plus élevés » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

Le responsable du fonctionnement de la centrale ne peut cependant pas vérifier l'ensemble des déchets qui arrivent tous les jours par camions-bennes et notamment leurs taux humidité. Après différentes recherches, le chargé de mission du PNR propose une solution bricolée pour répondre à ce problème. Il équipe la chaufferie d'une petite balance de précision et d'un four à micro-ondes. Lorsqu'un camion-benne arrive pour décharger son contenu, l'employé de la chaufferie sélectionne un échantillon de combustible qu'il pèse avec sa balance. Il passe ensuite cet échantillon dans le micro-onde pour le sécher à plusieurs reprises. Dès lors que le poids de cet échantillon ne baisse plus, c'est qu'il est sec. La personne soustrait alors du poids initial de l'échantillon son poids sec pour mesurer la masse d'eau présente et en déduire un taux d'humidité. Par la connaissance du taux d'humidité d'un échantillon, il peut en déduire de façon approximative le taux d'humidité de l'ensemble. A défaut de pouvoir contrôler systématiquement tous les chargements et tout le combustible, ce bricolage permet de maintenir une surveillance *a minima* de l'humidité du combustible.

Cette solution permet tout d'abord de pouvoir bloquer à l'entrée de la chaudière des combustibles ne présentant pas des taux d'humidité acceptables. Ensuite ce bricolage permet d'ajuster l'évaluation de la valeur du combustible. Les contrats initiaux liant la SEM et les professionnels du bois fixaient la valeur du combustible à partir d'une estimation de leur contenu énergétique rapportée à leur masse volumétrique – c'est-à-dire à partir d'une estimation du nombre de kWh de chaleur obtenu par leur combustion. Ce contenu énergétique dépend alors du taux d'humidité du combustible (*i.e.* plus le combustible est humide plus son contenu énergétique est bas) et de l'essence de bois en question (*i.e.* le contenu énergétique de chaque essence de bois étant différente).

Le recours à un four à micro-onde et à une petite balance de précision pour apprendre à mieux estimer les taux d'humidité des déchets bois constitue une innovation essentielle. Elle permet à la fois de sécuriser le fonctionnement de la chaudière et de renforcer le contrôle des caractéristiques du combustible. Le taux d'humidité ayant un impact direct sur l'établissement de la valeur du combustible, les fournisseurs locaux de combustible ont alors tout intérêt à mieux le contrôler. Ce savoir-faire dans la gestion du combustible n'existait pas initialement et se construit au fil des mois d'exploitation du réseau de chaleur.

« On a acquis un savoir-faire avec le responsable de la chaufferie, mais il faut quand même gérer les approvisionnements. Pour estimer les camions, est-ce qu'il y a 20m³ ou 25m³, est-ce qu'on le passe à la balance systématiquement. S'il y a un camion qui arrive tous les deux jours ça commence à coûter la balance. On prélevait de temps en temps et on pesait de temps en temps. Il y avait forcément une approximation. Alors que sur le réseau de chaleur il y avait des compteurs de partout donc on savait ce qu'on livrait. » - Entretien avec un ancien chargé de mission énergie au PNR du Vercors et chargé de mission climat-énergie chez RAEE du 18 Novembre 2016.

Face à l'ensemble des épreuves rencontrées et des pannes entraînées, les recettes de la SEM sont plus basses que prévues et celle-ci peine à rembourser ses emprunts à SINERG. Pour trouver une solution, une étude de fonctionnement de la chaufferie collective est menée entre octobre 1993 et septembre 1994. Cette étude souligne que l'opération ne vend pas assez de chaleur (5000MWh au lieu de 7000MWh) mais que le prix de revient de l'énergie produite concurrence néanmoins le prix de l'énergie produite à partir du fioul. Ainsi sur la période de l'étude, le kWh d'énergie à partir du bois revient à 25 centimes TTC à ses exploitants. La chaleur est facturée 30 centimes par kWh aux consommateurs du réseau urbain et 25 centimes aux consommateurs du réseau industriel¹. A la même époque, le prix du fioul distribué sur la même zone est compris entre 25 et 35 centimes le kWh.

2.3. Un mode d'existence territorial de la ressource remis en cause (1994-1996)

Toutefois l'équilibre économique de la SEM Rovalbois se dégrade progressivement. Le consommateur industriel de chaleur supposé acheter une grande partie de la production continue de réduire sa consommation. Par conséquent, la chaufferie bois tourne systématiquement en sous-régime et subit des encrassages importants. Le fonctionnement de la chaufferie requiert des opérations de maintenance qui ne sont plus uniquement liées à des problèmes de gestion du combustible. Ces maintenances entraînent des arrêts plus fréquents de la centrale.

En plus de cela, ce même industriel commence à payer avec retard ses factures de chaleur voire à ne plus les payer du tout. La solution adoptée par la SEM est alors d'accélérer l'extension du réseau pour trouver de nouveaux consommateurs et se donner les moyens de limiter le sous-fonctionnement de la chaufferie. Une seconde tranche de travaux sur le réseau de chaleur est amorcée en 1994. Ces travaux permettent de raccorder plusieurs équipements municipaux, un groupement HLM et trois industriels. Ils représentent un investissement de 5,4 millions de Francs, financé à la fois par des subventions publiques² et un tiers-financement par la SINERG (2,7MF)³. A l'issue de ces travaux, le réseau de chaleur industriel est long de cinquante mètres et le réseau du centre-bourg de sept kilomètres. Mais cette première extension du réseau de chaleur réalisée en 1994 ne permet pas directement à la SEM d'espérer équilibrer ses comptes.

Lors des élections municipales de Saint-Jean-en-Royans en 1994, la municipalité socialiste qui a porté le projet de réseau de chaleur est remplacée. La campagne électorale a notamment porté sur les problèmes du réseau de chaleur et le devenir de la SEM. La nouvelle équipe municipale refuse

¹ Sources : Archives de la région Rhône-Alpes – Versement 5471W – Boîtes 12 – documentations de la journée bois-énergie et PNR du 12 décembre 1995 à Saint-Jean-en-Royans.

² DATAR 0,3MF, ADEME 0,3MF, Région Rhône-Alpes 1,6MF, Département de la Drôme 0,5MF.

³ Archives informatiques de la région Rhône-Alpes – Relevés de décisions de l'exécutif entre 1992 et 1998 – Rapport 92.02.557 sur la politique énergétique régionale.

dorénavant de siéger à la SEM et s'oppose à la réalisation du projet d'extension du réseau de chaleur lié au plan d'assainissement du réseau d'eau.

La même année, l'industriel de Saint-Jean-en-Royans dépose le bilan ce qui entérine un impayé de plusieurs millions de francs de factures pour la SEM. A défaut de trouver un nouveau consommateur industriel, la SEM ne peut garantir le remboursement de son emprunt. Pour régler la situation, la SINERG devient propriétaire de la chaufferie, de l'ensemble du réseau de chaleur et de la concession de l'opération pour 23 ans. La SEM Rovalbois est dissoute en Juin 1995. Cette dissolution marque un tournant dans l'approche relationnelle de la ressource.

En tant que nouvelle autorité concédante, SINERG confie l'exploitation de la chaufferie et du réseau chaleur à une société privée. Cette société se décharge du volet de valorisation des déchets locaux de bois et signe un contrat exclusif avec une entreprise de collecte et de gestion des déchets dont le périmètre d'action est départemental. Cette entreprise est à la fois rémunérée par des acteurs (*e.g.* particuliers, industriels et collectivités) pour les débarrasser de leurs déchets bois et par la société qui gère la chaufferie collective de Saint-Jean-en-Royans pour un combustible répondant à un cahier des charges de qualités (*e.g.* granulométrie, humidité).

De prime abord le nouveau système de fourniture de bois-énergie sur le site de Saint-Jean-en-Royans s'accompagne d'une hausse dans la qualité des déchets¹. En tant que spécialiste des déchets, le nouveau fournisseur respecte mieux le cahier des charges. Cet approvisionnement est encadré par une nouvelle logique. Le gestionnaire de la chaufferie recherche un combustible avec le meilleur rapport possible entre son intensité énergétique et le coût qu'il représente pour l'entreprise. Ce coût renvoie à la fois au prix à l'achat du combustible et aux éventuelles pannes qu'il pourrait entraîner (*e.g.* à cause de son humidité ou de la présence de pièces métalliques) et qui causeraient des manques à gagner. En revanche, le nouveau gestionnaire ne regarde pas la provenance des déchets bois. Le bois brûlé dans la chaufferie de Saint-Jean-en-Royans provient désormais de l'ensemble du département de l'Isère et le système de valorisation des déchets locaux est abandonné.

Dans les années qui suivent le changement de concession, plusieurs études de projets d'extension de réseaux sont réalisées mais aucun projet ne voit le jour. A la suite du départ de plusieurs consommateurs industriels, SINERG décide finalement de redimensionner l'opération. Une nouvelle chaudière biomasse est achetée en remplacement de l'ancienne pour diminuer la puissance de production de 3000kW à 1500kW.

¹ Audit de la concession du réseau de chaleur de Saint-Jean-en-Royans réalisé par le bureau d'étude Energico en 2010, p.18/83.

3. Un projet pionnier qui nourrit l'émergence de nouvelles politiques de la ressource

3.1. Une proposition relationnelle territoriale qui n'est pas pérennisée localement

Le projet de Saint-Jean-en-Royans n'est ni le premier projet de réseau chaleur rural développé en Rhône-Alpes ni le premier projet construit autour de la valorisation d'un bois de provenance locale accompagné par Rhônalpénergie et la région. En revanche il a été de 1989 à 1995 le premier projet collectif de ce type porté et construit par des acteurs publics et selon une approche territoriale. Pendant cette phase du projet, la politique énergétique développée par le PNR du Vercors et Rhônalpénergie et soutenue financièrement par l'AFME, la DG Energie de la Commission Européenne et la Région Rhône-Alpes permet de faire émerger un premier milieu associé. Au sein de ce milieu associé, la ressource bois-énergie est construite selon un mode d'existence territorial. Ce mode d'existence émerge d'un accord entre l'ensemble des acteurs du territoire (*i.e.* collectivités territoriales, professionnels du bois, industriels et particuliers) sur une construction de valeur. Dans le cadre de cet accord, les relations construites autour de la ressource construisent des qualités : la valorisation de la ressource permet de faire émerger une activité économique nouvelle sur le territoire, elle permet de réduire l'impact carbone des consommations énergétiques locales, elle participe de l'entretien des paysages.

| Source | Milieu associé | Modes d'existence de la ressource |
|---|--|--|
| Différentes formes de bois (granulométrie, humidité) non dotés d'une valeur | Emergence d'un projet de chaufferie bois alimenté en circuit court et de réseau de chaleur rural piloté par un collectif regroupant le PNR, les élus de la commune de Saint-Jean, RAE, SINERG et les industriels et professionnels du bois autour de la commune. | Mode d'existence territorial de la ressource. De nouveaux revenus sont construits et partagés à l'échelle du territoire. |
| | Le projet est repris par un collectif regroupant SINERG, une entreprise de gestion et une entreprise d'approvisionnement en combustible. Le projet de circuit court d'approvisionnement est abandonné pour aller chercher une matière première à moindre coût. | Mode d'existence non territorial de la ressource. Les revenus de l'opération échappent au territoire. |

Tableau 11: Synthèse de l'émergence de modes d'existence relationnels de la ressource bois-énergie autour du projet de Saint-Jean-en-Royans

Néanmoins, les nombreuses épreuves affrontées localement par le collectif mettent en péril le devenir de l'opération. Celle-ci est reprise en main par un acteur privé qui met en place un nouveau système d'approvisionnement en combustible de l'opération de Saint-Jean-en-Royans à partir de 1995. Ce changement marque une reconfiguration du milieu associé de la ressource et l'émergence d'un second mode d'existence de celle-ci. Ce mode d'existence émerge de la construction de nouvelles relations qui fondent elles-mêmes de nouvelles qualités : le fonctionnement du réseau de chaleur est techniquement

plus stable, la valorisation de la ressource permet de générer plus de revenus. En revanche, ces revenus ne bénéficient plus directement aux acteurs locaux et l'opération de Saint-Jean-en-Royans ne permet plus de participer à la prise en charge par un marché local de l'entretien des paysages du territoire.

La mise à l'épreuve d'une proposition relationnelle innovante de construction de la ressource ne dure pas dans le cadre de ce projet. Néanmoins, l'épisode est structurant en ce qu'un ensemble de compétences, de relations et de réseaux de travail émergent à cette occasion et se pérennisent à sa suite, en se détachant en partie de l'objet bois-énergie.

3.2. Une expérience qui alimente le développement de nouvelles capacités d'action sur les renouvelables

Le processus d'émergence du projet de Saint-Jean-en-Royans et à travers lui la mise à l'épreuve d'une proposition relationnelle innovante de construction de la ressource bois-énergie donne à voir une première forme de transduction. Au cours de ce processus, le collectif qui initie le projet mobilise et associe deux réseaux de compétences et d'approches qui n'avaient jusqu'alors pas été mobilisées conjointement. D'un côté le collectif s'appuie sur les compétences de Rhônalpénergie et de ses réseaux (*e.g.* connaissances techniques, ingénierie de financement, ingénierie juridique). De l'autre il s'appuie sur une approche de projet de territoire développée au sein des PNR et de leur fédération nationale (*e.g.* approche systématique, synergies entre filières, approche environnementale). En cela le projet de Saint-Jean-en-Royans donne à voir un rapprochement dont émerge une approche territoriale du développement énergétique. Dans le prolongement de ce projet initial, le PNR et RAE proposent à partir du début des années 1990 de mettre au travail cette approche et les nouvelles compétences développées. Leur volonté est alors de faire émerger dans le cadre de cette approche de nouveaux programmes d'action et dispositifs de financement autour de plusieurs énergies dont le bois-énergie¹. Dans un contexte de restructuration institutionnelle (nationale comme régionale), cette volonté trouve de nombreux soutiens.

Cette restructuration est tout d'abord nationale. L'AFME fusionne en 1990 avec l'ANRED (Agence nationale pour la récupération et l'élimination des déchets) et l'AQA (Agence pour la qualité de l'air) pour former l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Tout comme l'était l'AFME, l'ADEME est organisée entre une direction nationale et des directions régionales. L'instruction

¹ Au cours d'un bilan commun sur le fonctionnement de la chaufferie collective et du réseau de chaleur rural en 1995, le PNR et RAE soulignent que le coût du combustible bois-énergie peut être économiquement compétitif par rapport à celui d'autres combustibles mais qu'une chaufferie bois coûte à l'investissement beaucoup plus cher qu'une chaufferie classique. Le développement de la filière doit être supporté par des subventions importantes, à hauteur de 50%. Ces acteurs proposent alors de développer des dispositifs systématiques pour accompagner les projets de ce type avec d'importantes subventions à l'échelle régionale - Archives région Rhône-Alpes, boîte 12, Rapport SOLTHERM et Fédération des PNR – Compte-rendu de la journée du 12 décembre 1995, p.5.

des dossiers de subvention de projets énergétiques est maintenue en région. Toutefois les interlocuteurs de l'ADEME en région Rhône-Alpes sont également en cours de restructuration au cours des années 1990.

L'association RAE est depuis sa création sous contrat avec la région pour prendre en charge le volet énergétique de sa politique. Toutefois un virage est amorcé en 1993 suite à la loi Sapin de 1993 (Loi n°93-122). La région Rhône-Alpes ne peut plus conférer à l'association RAE la charge de sa politique énergétique¹ et le cadre juridique de la relation entre la région et l'association doit être changé. En 1995, une partie des services de RAE est intégrée à la région pour fonder la direction régionale de l'énergie et de l'environnement. L'association RAE devient Rhônalpénergie-Environnement (RAEE ci-après) et fonctionne à présent sur la base de convention d'objectifs pluriannuels avec la direction régionale². Dans la foulée de cette restructuration, la région prend une mesure qui reconnaît l'importance des PNR comme acteurs politiques de l'énergie et comme territoires d'expérimentation sur les énergies renouvelables. RAEE se voit confier par la région mission d'accompagnement des PNR dans leurs projets énergétiques. L'établissement de cette nouvelle mission permet à RAEE d'engager un nouveau chargé de mission, spécifiquement sur l'accompagnement des PNR et le développement des EnR. Le chargé de mission du PNR du Vercors qui était en charge du projet de Saint-Jean-en-Royans est à cette occasion recruté en 1997 par RAEE³.

Ces mouvements de personnels entre RAEE, les services de la région et le PNR du Vercors renforcent les liens et visions communes du développement énergétique entre ces structures. Le renforcement de ces liens et le maintien de procédure d'instruction commune de dossier en région avec l'ADEME permettent de faire émerger des dispositifs de financement plus adaptés à l'émergence de projets énergétiques alternatifs s'inscrivant dans une démarche territoriale.

L'évolution institutionnelle autour de ces enjeux de développement des énergies renouvelables en Rhône-Alpes nourrit également l'émergence de nouveaux réseaux à l'échelle européenne. Après avoir multiplié les collaborations au cours des années 1980, l'association rhônalpine de l'énergie se rapproche d'autres associations régionales européennes pour fonder en 1990 la FEDARENE (Fédération Européenne Des Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement). Cette nouvelle structure, présidée par le président de RAE pendant ses premières années, a pour missions d'une part de renforcer les liens entre les structures régionales, les échanges de compétences et de bonnes pratiques, et d'autre part de renforcer l'identité politique de ces acteurs et leur capacité d'influence au niveau européen. La FEDARENE défend alors auprès de la Commission Européenne les intérêts des acteurs en région⁴. Le

¹ Archives de RAEE - Compte-rendu du conseil d'administration de RAE et 3 décembre 1993 – Intervention du président de RAE Roger Léron.

² Archives de RAEE - Compte-rendu de l'Assemblée Générale de RAE du 16 février 1995.

³ Archives de RAEE - Compte rendu de l'assemblée générale de RAEE du 11 décembre 1996.

⁴ Archives de RAEE - Compte-rendu du conseil d'administration de RAE du 19 janvier 1990.

lobbying engagé porte notamment sur la structuration de politiques énergétiques pour financer le développement d'opérations énergétiques innovantes à partir de besoins identifiés dans et par les territoires¹.

L'importance du travail des agences régionales de l'énergie est soulignée par la Commission Européenne en 1995 à travers l'attribution de subventions permettant à RAEE de créer en 1995 le RARE (Réseau national des agences régionales de l'énergie et de l'environnement). Ce nouveau réseau, initialement présidé par le président de RAEE², permet de répliquer les actions de la FEDARENE à l'échelle nationale et ainsi de renforcer l'influence des agences régionales de l'énergie auprès du gouvernement et de l'ADEME.

Au cœur de ces restructurations institutionnelles, RAEE parvient à mettre en place un nouveau programme d'action pour le développement du bois-énergie dans une approche territoriale de construction de la ressource. Ce programme est issu d'un accord-cadre entre l'Etat et la région Rhône-Alpes négocié par l'ADEME et RAEE en 1994. Au sein de cet accord-cadre, RAEE se voit confier la maîtrise d'ouvrage des opérations bois-énergie sur l'ensemble des départements de Rhône-Alpes (à l'exception du département du Rhône). Ce plan bois-énergie ambitionne de susciter 90 millions de francs d'investissement sur cinq ans dont 54 millions de francs de subventions (24 millions de la Région, 18 millions de l'ADEME, ainsi que des subventions européennes et départementales). Alors que les programmes plus classiques intervenaient essentiellement pour financer des études de faisabilité et pour financer l'acquisition de matériel, ce plan a pour but d'accompagner l'émergence de nouveaux projets en prenant en charge des coûts d'animation territoriale, d'aide à la décision et de structuration des projets. Une telle approche, abondée par des fonds européens, nationaux et régionaux permet de structurer et de déployer la proposition relationnelle de construction de la ressource. Entre 1994 et 1999, le plan bois-énergie de Rhône-Alpes suscite la mise en place de 59 chaufferies collectives ou réseaux de chaleurs, quatre extensions de réseaux, ainsi que la mise en place de deux chaudières de réseau urbain au sein de la Compagnie de chauffage de Grenoble³.

Le rapprochement à l'occasion du projet de Saint-Jean-en-Royans de deux réseaux de compétences (*i.e.* culture de l'énergie et culture du projet de territoire) permet non seulement de renforcer la structuration de propositions relationnelles territoriales pour construire la ressource bois-énergie mais permet également d'ouvrir un espace d'hésitation. Les relations tissées autour de ce projet initial sont

¹ Les programmes THERMIE, SAVE ou ALTENER répondent notamment à ces intérêts défendus en région et notamment en Rhône-Alpes.

² Archives RAEE - Compte-rendu du bureau de RAE du 21 octobre 1993

³ Sources : Archives de la région Rhône-Alpes – Versement 5471W – Boîtes 11 et 12 - documentations de la journée bois-énergie et PNR du 12 décembre 1995 à Saint-Jean-en-Royans.

détachées de leur contexte et objet initial et viennent alimenter l'émergence de nouvelles capacités d'action sur les renouvelables.

La fédération des PNR de France et l'ADEME se rapprochent au cours des années 1990 et établissent un partenariat. Celui-ci doit permettre à l'ensemble des PNR de créer des postes internes de chargés de mission climat-énergie pour développer selon une approche territoriale des projets énergétiques. Ce partenariat se concrétise à travers le programme ATEnEE (Actions Territoriales pour l'Environnement et l'Efficacité Énergétique) qui permet de faire émerger à partir du modèle précurseur du Vercors un poste de chargé de mission énergie dans chaque PNR avant la fin des années 1990.

« L'ADEME nous dit « on a une culture énergétique, on n'a pas de culture territoriale et on aimerait bien se lancer dans quelque chose qui marie les deux », on a un projet alors ouvert aux agglomérations et aux pays, les PNR seraient des partenaires intéressants (...) Les contrats ATEnEE sortent en étant ouverts aux PNR, on obtient un tiers des contrats. On signe en 2000 une convention nationale avec l'ADEME de 7 ans pour avoir un cadre aligné sur les contrats de plan [ndlr : devenu les contrats de projet] autour de la thématique énergie » - Entretien avec le chargé de mission climat-énergie de la Fédération des PNR de France du 19/06/2014

Ces postes permettent aux PNR de progressivement s'affirmer comme des territoires d'expérimentation sur le terrain des alternatives énergétiques, notamment renouvelables (e.g. bois-énergie, solaire thermique et photovoltaïque, éolien). Dans le fil de ces créations de poste, le renouvellement progressif des chartes de PNR fait apparaître noir sur blanc cet objectif comme un enjeu central des PNR. Toutefois le programme ATEnEE financé par l'ADEME ne permet que de financer des contrats de chargé de mission énergie pendant trois ans. À l'issue de ces trois ans, la plupart des parcs ne peuvent pas conserver tous les anciens contrats ATEnEE s'ils ne parviennent pas prendre en charge leur salaire sur des contrats (e.g. européen, ADEME, région). Toutefois, la plupart du temps, ces derniers sont embauchés par des collectivités territoriales en lien avec les PNR sur la base de contrats de la fonction publique territoriale.

« Les PNR sont tous devenus des syndicats mixtes. Pour cette raison, la part des contractuels dans les équipes des PNR doit diminuer. Du coup beaucoup de chargés de mission des PNR ont passés les concours de la fonction publique territoriale. On est passé de chargés de mission à des cadres A de la FPT. Or, l'ADEME ne peut pas financer un poste public. Du coup beaucoup de personnel est parti dans les agglomérations avec lesquels ils travaillaient. Les parcs ont formé les gens et les ont laissés partir » - Entretien avec le chargé de mission climat-énergie de la Fédération des PNR de France du 19/06/2014

En cela, le partenariat entre la fédération des PNR et l'ADEME a permis de former toute une génération de chargés de mission à l'approche territoriale de l'énergie. Il est ensuite à l'origine d'un essaimage de ces compétences au sein de nombreuses collectivités territoriales (ayant souvent plus de moyens que les PNR) pour mener de nouvelles actions de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans une approche territoriale¹.

En conclusion de cette seconde section, notre analyse ontogénétique a permis de mettre en avant plusieurs points importants. L'association du PNR du Vercors et de Rhônalpénergie a initialement permis de structurer une nouvelle proposition relationnelle pour construire la ressource bois-énergie (voir

Figure 15, p.165). Cette proposition relationnelle est alors mise à l'épreuve au cours du projet pionnier sur la commune de Saint-Jean-en-Royans (2). **La politique du PNR du Vercors abondée par des fonds en provenance de l'Europe, de l'ADEME et de la Région permet de structurer un premier milieu associé de la ressource.** Les innovations et nouvelles compétences développées par les partenaires du projet permettent alors de formuler des propositions d'ajustement des politiques du bois-énergie et de leur proposition relationnelle pour construire la ressource (3). **Néanmoins, au bout de quelques années de fonctionnement, le milieu associé initialement structuré autour de Saint-Jean-en-Royans est reconfiguré et la proposition relationnelle territoriale ne se pérennise pas localement.** Toutefois, les réseaux et relations tissés autour de ce projet pionnier (voir Figure 16, p.165) se détachent progressivement de l'objet bois-énergie et viennent nourrir, au sein de l'espace d'hésitation ouvert en Rhône-Alpes, l'émergence de nouveaux projets énergétiques innovants et de capacités d'action sur les nouvelles ressources énergétiques (3). Le partenariat renforcé entre les PNR, les services régionaux énergie et environnement et l'association Rhônalpénergie font alors de la Région Rhône-Alpes un territoire moteur à l'échelle européenne de l'expérimentation sur la construction de nouvelles ressources énergétiques et de nouveaux modes de portage de projets énergétiques. Ce partenariat vient informer les propositions relationnelles des politiques de l'énergie européennes et nationales (4) et permettent de développer dans les PNR de France de nouvelles capacités d'action sur les énergies renouvelables dans une approche territoriale grâce à des fonds de l'ADEME (5).

¹ Entretien avec le chargé de mission climat-énergie de la Fédération des PNR de France du 19/06/2014 et avec le chargé de mission aménagement du territoire de la Fédération des PNR de France du 11/03/2014.

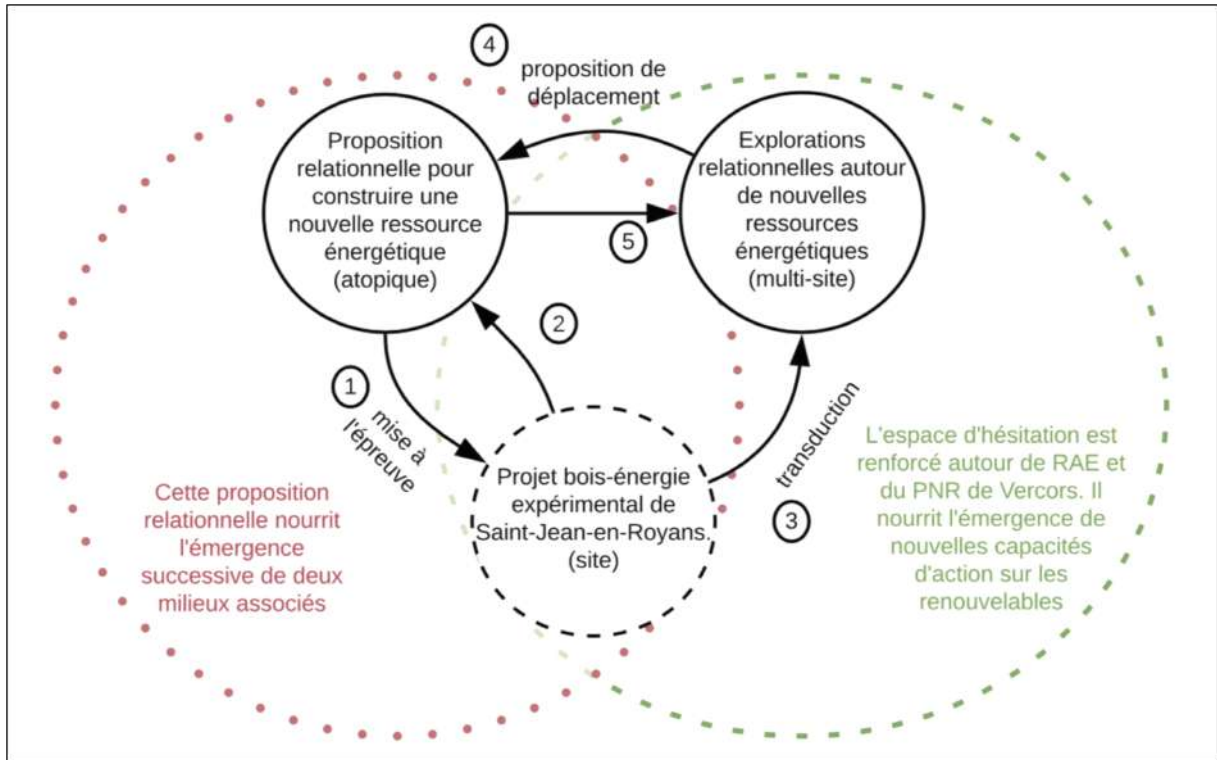


Figure 15: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour du cas de Saint-Jean-en-Royans (1989-1995)

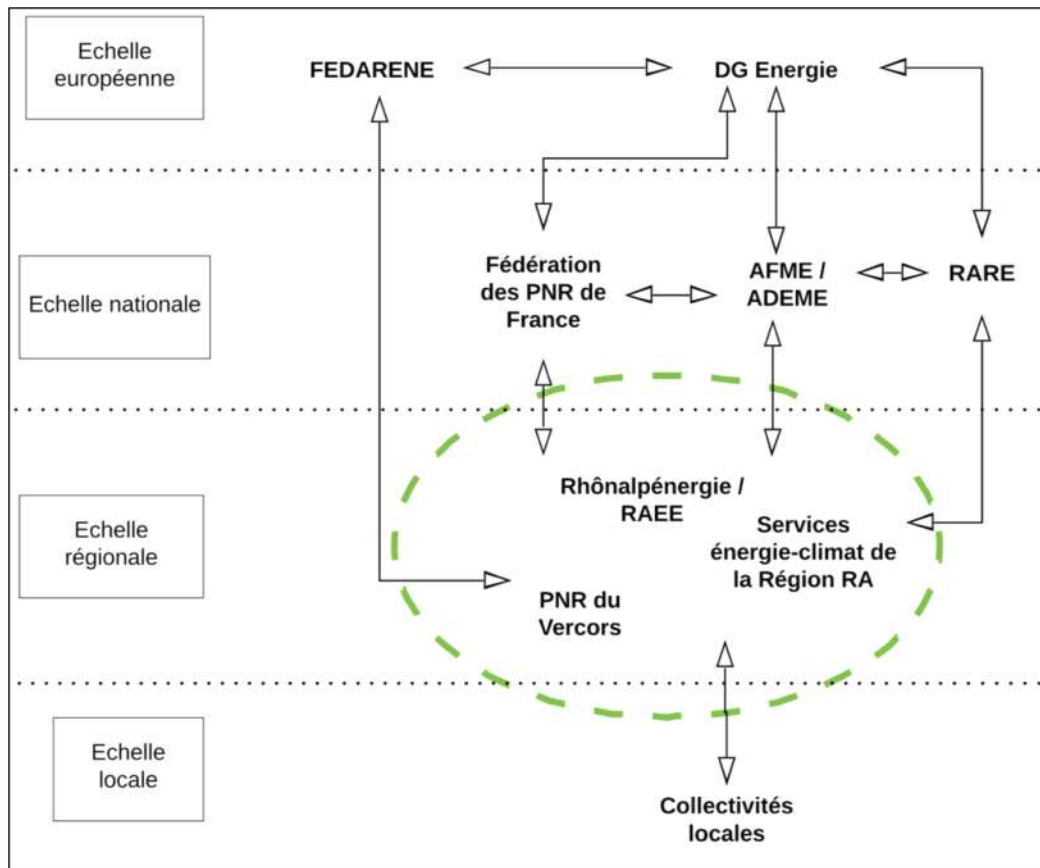


Figure 16: Trame relationnelle dont émerge un espace d'hésitation au cours de l'épisode de Saint-Jean-en-Royans (1989-1995)

Section 3 : Les premiers projets de valorisation du rayonnement solaire via le photovoltaïque *off-grid* et *on-grid* en Rhône-Alpes (1985-1999)

Le troisième et dernier épisode de notre analyse s'inscrit chronologiquement en parallèle des deux autres épisodes. Il porte sur l'émergence en Rhône-Alpes de projets photovoltaïques pionniers et de premières propositions relationnelles pour construire la ressource énergétique solaire. Cet épisode est divisé en deux temps, relatifs à deux phases de développement des projets photovoltaïques. La première phase démarre dans la seconde moitié des années 1970 avec le développement de projets solaires photovoltaïques pour électrifier des sites isolés non raccordés au réseau – le photovoltaïque *off-grid*. La seconde phase démarre au début des années 1990 avec un développement rapide de projets solaires photovoltaïques raccordés au réseau – le photovoltaïque *on-grid* – dont l'ampleur éclipse rapidement celle des projets *off-grid*. La filière photovoltaïque passe alors en moins de deux décennies du statut de filière technologique réservée à de rares sites isolés à celui de filière organisée qui négocie avec le gouvernement français la mise en place d'une politique nationale d'envergure.

1. Le photovoltaïque *off-grid* en Rhône-Alpes : une première approche de la ressource énergétique solaire (1985-1992)

1.1. Une politique de démonstration technologique qui structure son milieu associé (1983-1987)

Depuis le développement de ses premières applications commerciales, la technologie photovoltaïque a été confinée à la production d'électricité pour les satellites (Perlin 2002). Malgré de forts investissements dans la recherche photovoltaïque et la réduction d'environ 300% du prix des cellules photovoltaïques entre la fin des années 1950 et le début des années 1970, le photovoltaïque reste très coûteux (*Ibid.*, p.50). En plus de cette limite de coûts, le rendement électrique des cellules photovoltaïques reste bas (voir Figure 7, p.56).

Quelques projets d'installation de systèmes solaires photovoltaïques terrestres se développent néanmoins en France à partir des années 1970. Les limites de la technologie cantonnent alors les applications à des sites isolés ayant besoin de peu d'électricité (*e.g.* bergeries, refuges, fermes, stations-relais, observatoires) et où toute autre solution d'approvisionnement énergétique serait beaucoup trop

coûteuse. Toutefois le retour sur investissement des panneaux photovoltaïques est beaucoup trop long et jusqu'au milieu des années 1980 le marché hors-subsidiation est quasi-inexistant¹.

C'est dans ce contexte que la Direction Générale de l'Énergie de la Commission des Communautés Européennes met en place à partir de 1978 un programme de démonstration pour les nouvelles technologies de l'énergie. Le but initial du programme est d'accompagner un processus de diversification des formes d'approvisionnement énergétique à l'échelle européenne et de réduire la dépendance européenne vis-à-vis des importations d'hydrocarbures (DGECCE 1992). Ce programme doit notamment accompagner l'émergence de projets photovoltaïques expérimentaux et *in fine* d'un marché. Il constitue le premier guichet de financement pour des projets solaires photovoltaïques.

Celui-ci permet de lancer au début des années 1980, *via* un appel à projet², le premier programme de démonstration français d'ampleur sur le photovoltaïque *off-grid*. Ce programme est lancé en 1983 lorsqu'un bureau d'étude est chargé par l'AFME de mener à l'échelle nationale une pré-étude de faisabilité. A l'issue de cette pré-étude, l'AFME déclare vouloir réaliser quarante installations photovoltaïques concentrées dans le Sud-Est où le potentiel de développement le plus important a été identifié. Le projet porte sur l'équipement de quarante maisons avec des cellules photovoltaïques. Ces cellules, reliées à un onduleur, alimentent ensuite un ensemble de batteries reliées au réseau électrique de la maison. Les maisons retenues à l'issue du processus de sélection sont des habitations en résidence principale non raccordées au réseau et relativement éloignées de celui-ci.

L'enjeu du « programme des quarante maisons » est de mener une démonstration technologique auprès des usagers de sites isolés et des acteurs publics dans les territoires (*i.e.* efficacité des panneaux, réponse à un besoin énergétique) et de mesurer les avantages technico-économique du photovoltaïque *off-grid* par rapport aux solutions énergétiques alors en vigueur (*i.e.* groupes électrogènes alimentés par des hydrocarbures, raccordement au réseau de sites isolés) (DGECCE 1988, pp.1-3).

Dans le schéma d'organisation de l'électrification, les collectivités locales sont propriétaires du réseau local de distribution et concèdent leur compétence de gestion aux syndicats départementaux d'électricité. Ainsi, lorsqu'un nouveau consommateur demande à être raccordé au réseau électrique, c'est le syndicat départemental qui est chargé d'évaluer cette demande et de procéder aux travaux d'électrification. Or l'AFME se rend compte qu'au début des années 1980, ces syndicats ne connaissent

¹ Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

² Dans le cadre des appels à projets, la DG Énergie dimensionne une enveloppe de financement pour un certain type précis de projets adossé à un cahier des charges. Les porteurs de projet sont alors libres de postuler directement auprès de la DG pour candidater au financement. Dans le cadre des appels d'offre, la DG Énergie dimensionne une enveloppe de financement thématique et invite des têtes de réseau à proposer des programmes de développement constituant eux-mêmes des grappes de projets. L'AFME a régulièrement joué ce rôle de tête de réseau pour solliciter des fonds européens pour développer des grappes de projets solaires disséminés en France. C'est le cas notamment pour le programme des « 40 maisons » analysé par la suite.

pas, pour la plupart, les technologies solaires. Lors d'opération d'électrification de sites isolés, ils n'envisagent jusqu'alors pas d'alternative à l'extension du réseau électrique.

« Les syndicats ont une mission de service public d'électrification. Or, si on montrait que la solution solaire était moins couteuse que le raccordement ils nous suivaient. » -Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

L'investissement initial dans les systèmes photovoltaïques est subventionné par l'Europe à hauteur de 40%. Les collectivités locales (municipalités et syndicats d'électricité) supportent ensuite 40% des coûts et les utilisateurs 20% (DGECC 1988, p.11). En plus de cet investissement initial, les utilisateurs doivent payer une redevance annuelle aux collectivités locales afin d'épargner pour le remplacement régulier des batteries (initialement prévu tous les dix ans). Cette mise à contribution financière des utilisateurs constitue pour l'AFME un signe d'engagement nécessaire de la part des usagers à adapter leurs modes de consommation énergétique à un nouveau système énergétique.

« Chez nous le montage était un peu particulier, la commune est propriétaire des panneaux et des batteries dans la maison. Tous les ans on paye une redevance et tous les dix ans ça permet de financer le changement de batterie. C'était un montage qui à l'époque a beaucoup plu à la commission européenne parce que ça impliquait les collectivités locales. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/2016.

Au-delà de l'enjeu de démonstration technico-économique, le programme des quarante maisons représente pour l'AFME une opportunité pour initier le développement d'une filière industrielle française du photovoltaïque. Dans cette perspective, les installateurs retenus doivent répondre à un cahier des charges techniques très cadré. Les panneaux photovoltaïques, les batteries et les onduleurs doivent être produits par des fabricants français. Ils doivent ensuite faire des retours détaillés sur l'organisation des branchements électriques et des armoires de régulation¹ pour que l'AFME puisse constituer des recueils de bonnes pratiques.

« On nous avait incité à utiliser des panneaux PhotoWatt puisque l'objectif c'était de stimuler l'activité économique française. [Pour] les batteries ils avaient identifié également un fabricant français nommé Oldham. Les onduleurs ont été développés spécifiquement pour ce programme

¹ L'armoire de régulation correspond au lieu de jonction entre le système photovoltaïque et le système électrique de la maison. C'est à ce seuil que peut s'opérer une disjonction en cas de charge pleine des batteries ou d'incidents au niveau des panneaux (ADEME 1995, pp.11-12).

auprès de deux sociétés françaises (SGTE et Faiveley) qui fabriquaient déjà des onduleurs mais qui ont été adaptés pour le photovoltaïque pour la très faible consommation. Ça a été l'occasion de développer des produits nouveaux et de générer de l'innovation technologique. Il y avait également des systèmes d'acquisition de mesures pour savoir ce qui était produit et ce qui était consommé. » - Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016

Les installations photovoltaïques qui émergent de ce programme sont d'une puissance comprise entre 400Wc et 1,5kWc¹. Elles sont réparties au sein des régions PACA (19), Languedoc-Roussillon (11), Rhône-Alpes (4), Auvergne (1) et Normandie (1) (ADEME 1995, p.2).

Ce programme, piloté par l'AFME dans le cadre d'une politique européenne, permet au milieu des années 1980 de susciter l'émergence d'un premier milieu associé du photovoltaïque. Cette émergence passe par la formation d'un premier réseau d'installateurs de panneaux photovoltaïques, l'organisation d'un premier socle de connaissances techniques, le développement de technologies adaptées pour le photovoltaïque *off-grid* ainsi que le développement au sein de l'AFME de compétences d'ingénierie de financement européen.

1.2. Un premier mode d'existence de la ressource solaire discuté en Rhône-Alpes (1986-1992)

Deux autres programmes d'ampleur émergent dans la continuité du programme des quarante maisons au sein de la région Rhône-Alpes. Ces programmes sont encadrés respectivement par le Club Alpin Français (CAF) et par le PNR du Vercors. L'un comme l'autre bénéficient d'un accompagnement par Rhônalpénergie et de subventions importantes de la DG Energie de la Commission des Communautés Européennes. Dans le premier cas, le CAF procède à l'installation entre 1986 et 1988 de dix-neuf systèmes solaires photovoltaïques ou thermiques au sein de sites isolés dans les Alpes (DGECCE 1987)². De son côté le PNR du Vercors équipe trente-et-un sites avec un système photovoltaïque entre 1990 et 1991 (trois refuges, vingt-deux bergeries et cabanes, quatre relais-radio, une ferme isolée, un observatoire et un tunnel) (Gillett et al. 1990, p.157).

Toutefois ces deux programmes opèrent deux déplacements par rapport au programme des quarante maisons. À l'issue de celui-ci, la proposition de construction relationnelle de la ressource qui est formulée est essentiellement technico-économique. La ressource solaire est dotée de qualités

¹ Plus précisément, le programme des 40 maisons est composé de 19 installations de 400Wc continu, 4 de 800Wc continu, 7 de 800Wc alternatif, 6 de 1200Wc alternatif et 2 de 1500Wc alternatif (ADEME 1995).

² Le CAF procède en même temps à l'installation de quatre systèmes dans les Pyrénées (DGECCE 1987).

économiques au regard d'une différence de coûts entre l'option photovoltaïque et d'autres options (i.e. groupes électrogènes alimentés par des hydrocarbures, raccordement au réseau de sites isolés).

A l'occasion des deux programmes menés en Rhône-Alpes, le PNR du Vercors et le CAF mettent en avant d'autres qualités de la ressource solaire. Ils soulignent tout d'abord que le développement du photovoltaïque en site isolé présente l'intérêt de pouvoir être combiné à une politique d'efficacité et de sobriété énergétique. Lors de l'immense majorité des opérations d'électrification de sites isolés par raccordement au réseau alors menées, les consommations énergétiques ont tendance à drastiquement augmenter. L'accès à une offre d'électricité qui n'est désormais plus limitée génère de nouvelles demandes (e.g. installation d'un téléviseur, d'un réfrigérateur) qui n'avaient jusqu'ici pas été formulées. Avec l'accompagnement de Rhônalénergie, le PNR du Vercors et le CAF proposent de dimensionner (i.e. la quantité des panneaux et leur puissance) chaque système photovoltaïque *off-grid* à partir des besoins énergétiques exprimés (FPNRF 2004, p.12). Cette nouvelle proposition tend à conférer à la ressource solaire des qualités politiques (e.g. de sobriété) en plus de ses qualités économiques.

Par ailleurs, les projets d'électrification étudiés au cours de ces deux programmes sont situés au cœur de paysages remarquables, souvent patrimonialisés dans le cadre de chartes (i.e. de PNR ou de Parcs Nationaux). Or l'électrification de sites isolés par extension du réseau électrique, souvent sur plusieurs kilomètres de lignes aériennes, tend à modifier considérablement ces paysages. La valeur conférée à la ressource énergétique solaire telle que construite dans le cadre des politiques de développement du photovoltaïque *off-grid* comme alternative à l'extension du réseau émerge également de qualités paysagères.

Au tournant des années 1980 et 1990, **la politique européenne de démonstration technologique accompagnée en France l'AFME a permis de faire émerger un milieu associé du photovoltaïque *off-grid*** (voir Figure 18, p.183) (2)¹. Au sein de ce milieu associé, plusieurs acteurs rhônalpins (i.e. RAEE, PNRV, CAF) proposent de mettre en discussion une première proposition relationnelle à la lumière de compétences, de visions politiques et de méthodes préalablement développés au cours de précédent projet énergétique pionnier. **Plusieurs projets photovoltaïques *off-grid* développés dans ce cadre viennent nourrir et poursuivre la structuration de l'espace d'hésitation rhônalpin** (3). Au milieu des années 1990, la France est très en avance sur d'autres pays dans le développement du photovoltaïque *off-grid* et une partie de ces compétences sont concentrées au sein de la région Rhône-Alpes. Au fil de

¹ A l'occasion d'un colloque organisé en 1995 pour faire un bilan du programme des quarante maisons, l'ADEME souligne que la politique de démonstration autour du photovoltaïque *off-grid* est un succès. Une grande majorité des utilisateurs des quarante maisons sont satisfaits de la transition vers le photovoltaïque et la majorité des acteurs publics partenaires déclarent une volonté d'inciter les habitants de sites isolés à adopter le photovoltaïque (ADEME 1995, p.22). Sur les quarante installations initiales, vingt-huit sont encore en fonctionnement dix ans après leur mise en service et de nombreux dysfonctionnements et défaillances techniques ont pu être identifiés et réglés (Ibid., p.13).

discussions engagées entre la DGEMP, l'ADEME et EDF à la suite des projets *off-grid* pionniers, ces compétences et le potentiel de contribution du photovoltaïque *off-grid* aux travaux d'électrification de sites isolés sont reconnues. Ces acteurs créent en 1994 une enveloppe financière spécifique de 100 millions de francs dédiée au soutien de l'action des collectivités locales et des maîtres d'ouvrages de l'électrification rurale pour le développement des EnR et des actions de MDE au sein du FACE (Fonds d'Amortissement des Charges d'Electrification)¹. Le FACE peut désormais intervenir sur la promotion du photovoltaïque *off-grid* comme solution d'électrification rurale. Ce volet d'action sur le photovoltaïque préfigure alors le volet « développement des énergies renouvelables » du service public de l'électricité français.

La multiplication des projets *off-grid* a attiré de nouveaux acteurs (e.g. installateurs, industriels, associations et organismes publics) qui cherchent de nouveaux projets à mener, de nouveaux débouchés pour leurs produits et de nouvelles applications pour leurs compétences. Néanmoins, au début des années 1990, le nombre de sites isolés susceptibles d'être équipé ne semble pas infini et le développement de la filière semble limité.

1.3. Du *off* au *on-grid* : émergence d'une nouvelle approche de la ressource solaire

Le programme de démonstration européen mené par la DG Energie depuis 1978 s'achève à la fin de l'année 1989. Durant cette période de treize années, la DG Energie a attribué un support financier à 114 projets solaires², au sein desquelles une immense majorité concerne des projets de photovoltaïque *off-grid* (DGECC 1992). Ce programme de démonstration est remplacé dès 1990 par un nouveau programme intitulé Thermie. Ce programme, qui reprend les grandes lignes du programme de démonstration, met davantage l'accent sur la construction de marchés industriels européens autour des technologies énergétiques les plus prometteuses. Pour cela, le programme Thermie fixe des objectifs quantitatifs de développement de certaines technologies et attribue des budgets pour stimuler ce développement par le biais d'appels d'offres. Dans le cadre de Thermie, la DG Energie identifie un enjeu d'expérimentation sur le *on-grid* pour explorer plus largement un potentiel de contribution énergétique de la filière photovoltaïque qui semble limité avec le *off-grid* et tenter de susciter l'émergence d'un marché industriel.

¹ La création du FACE remonte à 1936 et représente alors une grande nouveauté. Pour la première fois, l'effort d'électrification rural est financé par un prélèvement sur les recettes des distributeurs d'électricité et non plus par des subventions de l'Etat. En cela, le FACE joue un rôle central dans l'histoire de la fabrication d'une solidarité électrique nationale (Poupeau 2007), notamment entre villes et campagnes (Poupeau 2004, p.12)

² Le terme de projet ne mentionne pas ici le nombre d'opérations concrètes ont été financées. Certains projets regroupent plusieurs opérations solaires. Il n'est toutefois pas possible à travers les données accessibles de dénombrer les opérations concrètes.

Dans le cadre de ce nouveau programme, la DG Energie met en place à partir de 1991 le système des OPET (Organizations for the Promotion of Energy Technologies). A travers ce système, elle reconnaît les compétences de certains acteurs du développement des nouvelles filières de l'énergie (nationaux et régionaux, publics et privés) et leur confie une tâche de diffusion des appels à projet européen et de sélection des candidats. L'agence Rhônalénergie devient l'un des premiers OPET français en 1991. Cette nomination permet à la structure de disposer d'une meilleure connaissance du contenu des dispositifs de subvention européens et accroît sa capacité de mise en relation de partenaires. Ce statut renforce le caractère de tête de réseau de RAE en matière d'expérimentation d'alternative énergétique. Au début des années 1990 en France, la transition du *off-grid* – dont le développement dans le cadre d'un marché subventionné se poursuit – vers le *on-grid* soulève des questions. Au regard du prix de l'électricité sur le réseau vendu par EDF, le coût initial des installations photovoltaïques semble être une barrière difficile à franchir. Ce développement passe alors par la mise en place de subventions très importantes. Les acteurs français peuvent alors prendre exemple sur le cas Suisse qui fait alors office de cas d'école avec un photovoltaïque *on-grid* très subventionné. Cette politique suisse a permis la construction d'une première mini-centrale photovoltaïque couplée au réseau en 1982 suite à laquelle un premier dispositif d'achat de l'énergie électrique solaire au surplus¹ par les compagnies d'électricité a été mis en place en 1988 (ADEME 1991, pp.167-169).

« Au départ économiquement parlant le PV raccordé au réseau c'était une aberration, le temps de retour sur investissement c'était 75 ans. Néanmoins on avait vu que ça se faisait dans des pays voisins et on s'est dit « pourquoi ne pas regarder en France comment ça marche d'un point de vue technique ». » - Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

2. L'émergence des premiers projets *on-grid* : une nouvelle approche de la ressource qui soulève des tensions (1991-1999)

2.1. Le « programme des six toitures » (1991-1993) : une première approche du raccordement au réseau

¹ Dans le cadre d'un dispositif d'achat de l'électricité au surplus, le producteur consomme en priorité l'électricité qu'il produit et ne revend que ce qu'il ne consomme pas. Un tel dispositif s'oppose notamment à des dispositifs de vente totale où toute l'électricité produite à l'échelle d'une installation photovoltaïque est vendue et injectée sur le réseau quitte à ce qu'elle soit immédiatement consommée par ce même producteur et alors facturée par le fournisseur d'électricité.

Fort de sa nouvelle posture de structure OPET, Rhônalénergie initie dès 1991 le premier programme subventionné de développement de projets photovoltaïques *on-grid* en France. Ce programme est élaboré en partenariat avec d'un côté l'ADEME et de l'autre l'entreprise Total Energie. Cette dernière a recruté l'un des installateurs photovoltaïques pionniers intervenu à la fois sur le programme des quarante maisons et les programmes du PNRV et du CAF pour se positionner sur un champ émergent. L'objectif initial du programme est de développer des connaissances et des compétences techniques sur le raccordement au réseau du photovoltaïque qui n'a jamais été expérimenté en France ainsi qu'une procédure pour vendre l'électricité produite à EDF (DGECCE 1992, p.190)¹. Pour cela, les partenaires proposent d'équiper six toitures d'un système photovoltaïque d'une puissance de 2kWc connecté au réseau électrique. Ces toitures se situent dans les régions Rhône-Alpes et Franche-Comté². Ils bénéficient alors d'un financement à hauteur de 40% du montant total de l'opération dans le cadre du programme Thermie.

En plus de ces subventions européennes, Rhônalénergie défend auprès de l'exécutif régional l'opportunité de soutenir à travers une subvention complémentaire du projet des « champions régionaux » – les entreprises PhotoWatt et T2I sont alors leaders nationaux sur le marché des technologies solaires – dans leur effort de développement de technologies solaires innovantes et de conquête de nouveaux marchés. La demande de subvention porte notamment sur la mise au point d'innovations relatives à l'intégration des panneaux sur le bâti jusqu'alors impensée.

« L'intégration architecturale de capteurs PV est toujours un problème délicat. L'intégration en façade ou en toiture est séduisante a priori, puisqu'elle permet d'économiser des composants de la construction. Elle est déjà pratiquée par plusieurs fabricants étrangers. Il paraît donc intéressant de soutenir l'effort de Photowatt (38) et de T2I (73) pour mettre au point un produit français sur ce créneau » - Archives de la région Rhône-Alpes – Archives des AP et CP - In Extenso de la commission plénière de l'assemblée régionale de Novembre 1993

Au final l'ensemble des subventions cumulées dans le cadre du programme permet d'atteindre le taux de 92%, le reste étant à la charge des maîtres d'ouvrage³. Sur la base de ce financement, Rhônalénergie

¹ "Il est clair que le but poursuivi, à court terme, n'est pas la rentabilité pour les utilisateurs mais le développement d'un savoir-faire et l'expérimentation du fonctionnement de ce type d'installation et des procédures de revente à EDF de courant issu de photopiles" – Archives de la région Rhône-Alpes – Archives des AP et CP - In Extenso de la commission plénière de l'assemblée régionale de Rhône-Alpes de Avril 1993

² Les six toitures du programme (SE/00163/92/FR contracté par Rhônalénergie dans le cadre du programme THERMIE) sont celles de quatre maisons individuelles, du bâtiment d'une entreprise privée et de locaux de l'Université de Savoie à Chambéry.

³ Le budget de deux millions de francs est ainsi réparti : Europe 0,64MF, Région Franche-Comté 0,3MF, ADEME 0,45MF, Total Energie 0,22MF, Région Rhône-Alpes 0,22MF et maîtres d'ouvrages 0,17MF. Archives de la région Rhône-Alpes – Archives des AP et CP - In Extenso de la commission plénière de l'assemblée régionale de Rhône-Alpes de Avril 1993.

et Total Energie démarchent l'entreprise EDF en 1991 pour initier des échanges sur une procédure (technique et économique) de raccordement au réseau des opérations photovoltaïques. De prime abord, le projet est peu pris au sérieux par EDF.

« Il ne vous échappera pas que les investissements à mettre en œuvre pour la production d'électricité à partir de cellules solaires photovoltaïques ne peuvent véritablement être rentables que si les solutions alternatives sont elles-mêmes très coûteuses (...) Ce n'est, à l'évidence, pas le cas dans des régions telles que les nôtres, compte tenu du prix très raisonnable de l'électricité produite par notre Etablissement. » - Lettre de EDF au chargé de mission de Total Energie du 12 avril 1991

Au fil des premiers échanges, EDF met en avant ses craintes sur le fonctionnement des onduleurs. L'entreprise souhaite tout d'abord s'assurer que lorsque le réseau est coupé lors d'une opération de maintenance, les systèmes solaires ne vont pas continuer à injecter de l'électricité au risque d'électrocuter les techniciens intervenant sur le réseau. RAE et TOTAL Energie proposent de n'utiliser que des onduleurs répondant à une norme allemande où ce problème de sécurité du réseau face aux systèmes photovoltaïques a déjà été réglé¹. D'un autre côté, EDF craint que l'électricité injectée dans le réseau à partir d'onduleurs de très petites puissances ne crée des parasites sur le réseau (tension, fréquence, harmoniques). Ses seules connaissances relatives à l'injection d'électricité dans le réseau par des tiers portent sur les centrales hydroélectriques.

« Si on veut vraiment injecter de l'énergie sur le réseau (ndlr : selon le modèle alors connu par EDF) il faudrait à partir des panneaux solaires entraîner des moteurs qui eux-mêmes entraîneraient des alternateurs pour injecter sur le réseau, puisqu'ils ne connaissent que l'hydraulique. » - Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

Grâce à l'appui de l'ADEME et de la DG Energie européenne, et au regard de la très faible puissance des six opérations connectées, EDF accepte le raccordement expérimental au réseau. Chaque site de production est pour cela équipé d'un nouveau compteur pour mesurer la vente d'électricité (voir Figure

¹ « La norme DIN VDE 126 c'est en fait une norme allemande qui existait déjà, qui a été un accord entre les fabricants d'onduleurs et les gestionnaires de réseau qui reconnaissaient cette fonction de sécurité des onduleurs. On a généralisé bien plus tard cette norme en France quand on a discuté dans le cadre de la loi réseau [ndlr : la loi du 10 février 2000] » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/16.

17, p.175). La législation en vigueur oblige alors EDF à acheter l'énergie électrique qui est injectée par des tiers sur le réseau.

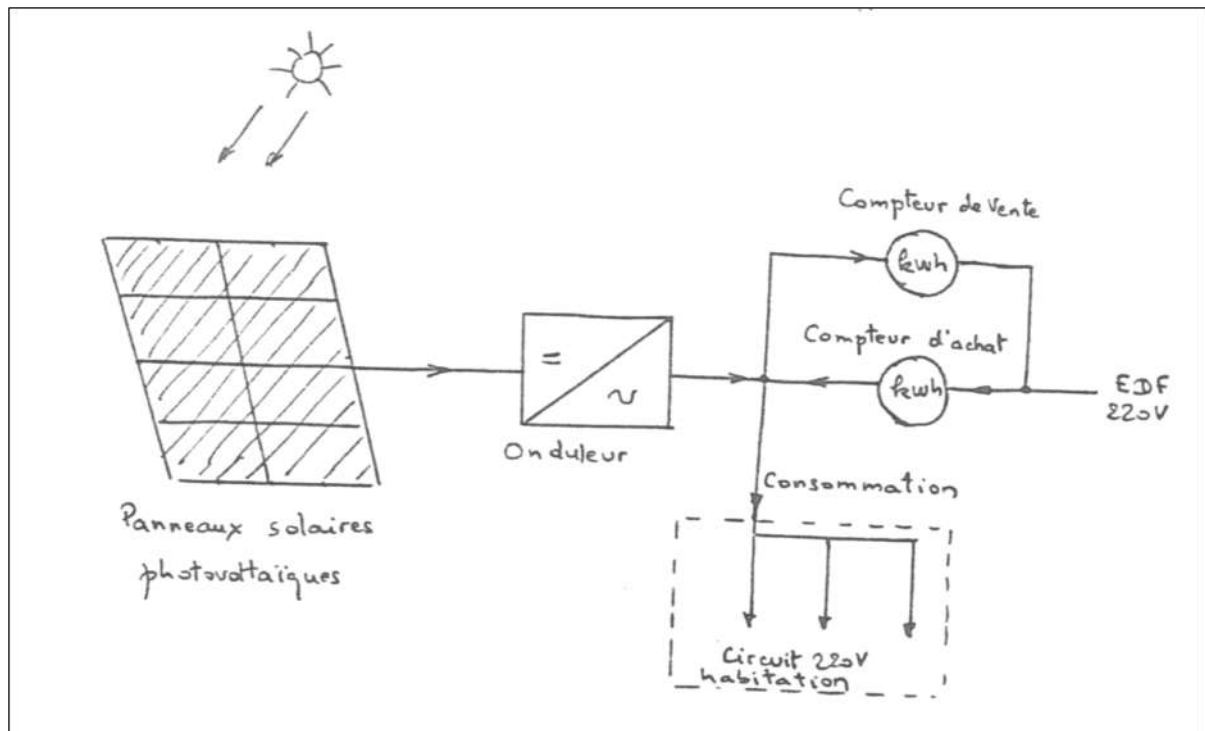


Figure 17: Schéma de fonctionnement du raccordement des opérations PV au réseau dans le cadre du programme des six toitures – Source : Archives personnelles de l'ancien expert du SER et consultant PV

« Quand il y avait un achat d'électricité, le compteur était payé dans l'abonnement, là on a même envoyé de l'énergie électrique dans le réseau. Le compteur pouvait tourner dans les deux sens mais ils ont voulu mettre deux compteurs, un pour la consommation et un pour la production. Finalement ils ne nous ont pas fait payer les compteurs. » - Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

La proposition initiale d'EDF pose les bases d'un achat de l'électricité au surplus. L'électricité produite n'est achetée au producteur décentralisé que lorsque la production dépasse la somme des consommations de l'habitation à un instant donné. Dans le cadre de cette proposition, la législation oblige EDF à acheter l'électricité injectée mais elle ne dit rien sur le montant de cet achat obligatoire. EDF suggère alors d'appliquer pour l'achat de l'électricité d'origine photovoltaïque la tarification générale concernant alors toutes les fournitures d'énergie électrique par des tiers en basse tension¹. Au

¹ Cette tarification distingue heures creuses et heures pleines, périodes d'hiver et périodes d'été, et met en place une tarification spéciale pour la pointe. Elle s'étale au moment de la requête dans le cadre des prémisses du programme des six toitures photovoltaïques connectées au réseau de 10,65 centimes de francs/kWh en heures creuses d'été à 49,89 centimes de

regard des objectifs initiaux du programme, de sa faible ampleur et de son important taux de subventionnement, la question du montant d'achat du kWh d'origine photovoltaïque sur le réseau n'est à ce stade pas perçue comme un problème par RAE et TOTAL Energie.

La réalisation des six systèmes photovoltaïques sur toitures raccordés au réseau sur ce modèle est effectuée au cours de l'année 1993 avec succès. Les tests effectués par les techniciens d'EDF dans les semaines qui suivent ces raccordements ne révèlent aucune perturbation sur le réseau¹. L'entreprise EDF s'appuie alors sur ce premier programme pour amorcer des discussions avec les acteurs du photovoltaïque français (i.e. installateurs, industriels, ADEME) sur l'établissement de normes et de référentiels techniques pour le raccordement au réseau du photovoltaïque. La question de l'établissement d'une valeur spécifique pour les kWh d'origine photovoltaïque injectés sur le réseau n'est pas à l'ordre du jour des premières réunions.

2.2. Les projets Phébus (1992-1999) : une proposition alternative d'abord du réseau

Le titre de première opération photovoltaïque raccordée au réseau en France ne revient cependant pas au programme des six toitures. Une première opération photovoltaïque a été connectée au réseau durant l'été 1992 à l'initiative d'un groupe de militants écologistes. Ce projet trouve son origine dans le rassemblement d'un collectif anti-nucléaire et écologiste en septembre 1990 à Lyon à l'occasion du sommet international des acteurs du nucléaire Framatome². Ce collectif, qui rassemble des militants écologistes européens ainsi que des élus européens, organise un contre-sommet anti-nucléaire au sein duquel il présente un ensemble d'alternatives énergétiques. A cette occasion, des militants abordent le résultat des premières expériences photovoltaïque *on-grid* en Suisse. Au regard d'innovations récentes dans le domaine de l'électronique (i.e. notamment au niveau des onduleurs³), le raccordement au réseau du photovoltaïque est présenté comme un problème davantage politique que technique (ADEME 1991, pp.167-169). Des participants français du contre-sommet proposent alors de mener une opération de démonstration en France pour susciter l'émergence d'un débat sur une politique nationale du photovoltaïque⁴.

francs/kWh en heure de pointe. Sur la base d'une moyenne les ingénieurs EDF proposent une projection d'un kWh acheté à 26,28 centimes de francs (Source : Archives personnelles de l'ancien expert du SER et consultant PV)

¹ Entretien avec un ancien expert du SER et consultant photovoltaïque du 07/12/2016.

² « Il se trouve que 5 ans avant en 1985 des anti-nucléaire genevois, un mouvement qui s'appelle Contratom avait mis un bazar d'enfer à la conférence à tel point que les organisateurs avaient décidé de déménager de Genève et avait choisi la France pour être tranquille » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/16.

³ Le développement de ces onduleurs en Suisse à la fin des années 1990 correspond à l'essor de la société SMA, devenue progressivement le leader mondial des onduleurs.

⁴ Plusieurs membres du collectif sont déjà familiarisés avec le fonctionnement du photovoltaïque. L'un d'eux est usager d'une des installations du programme des 40 maisons

Ce collectif lance son projet dans le contexte d'une controverse autour de la panne du réacteur Superphénix de Creys-Malville. Celui-ci est à l'arrêt depuis le 14 juin 1990. Or, le droit français stipule alors qu'une installation nucléaire de base dont l'objectif est la production d'électricité et qui ne produit pas d'électricité pendant deux ans n'existe plus juridiquement. Le collectif s'engage alors à faire coïncider une fermeture symbolique de la centrale Superphénix avec l'inauguration d'une microcentrale photovoltaïque le 14 juin 1992. En parallèle, plusieurs membres du collectif s'engagent dans la campagne des élections régionales de 1992. Cette campagne porte essentiellement sur l'opposition au nucléaire et le développement d'alternatives énergétiques dont le photovoltaïque. Au cours de cette campagne, ces acteurs parcourent la région pour montrer le fonctionnement du photovoltaïque.

« Il faut comprendre que pour le PV raccordé au réseau, vous prenez un onduleur vous le connectez en le mettant dans une prise et ça marche. Après il y a tout le bazar réglementaire et juridique mais physiquement ça marche très bien. Moi je faisais la tournée des marchés j'allais brancher mon panneau chez les commerçants du coin, qui étaient content, ça fait tourner le compteur à l'envers. Vous savez les compteurs à disque quand vous branchez ça fait tourner le compteur dans l'autre sens. Un disque comme ça c'est un moteur et il tourne dans le sens où le courant est le plus fort¹. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/16.

En parallèle de cette campagne électorale, le collectif met en place une souscription militante pour réunir la somme de 80.000 francs nécessaire à l'opération photovoltaïque. Cette souscription circule dans les réseaux écologistes et alternatifs à la fois régionaux et nationaux et cent-quarante souscripteurs initiaux permettent de réunir la somme rapidement. Le projet Phébus, du nom de l'association créée pour l'occasion, constitue le premier projet photovoltaïque développé à partir d'un financement participatif. Il ne bénéficie d'aucune subvention et à ce titre peut se permettre d'adopter une approche différente de celle des acteurs du programme des six toitures. Le collectif du projet Phébus se contente d'informer EDF de sa volonté de raccorder une opération au réseau sans demande d'autorisation formelle. Au cours de ce raccordement, le collectif n'installe pas de compteur électrique spécifique pour la vente de l'électricité. Le compteur électrique de la maison où sont installés les panneaux tourne alors dans un sens ou dans l'autre en fonction de l'équilibre entre la production et la consommation.

¹ Le compteur tourne dans le sens « normal » lorsque la consommation d'électricité est plus importante et dans l'autre lorsque la production le devient.

« EDF a su pour l'histoire du compteur qui tournait à l'envers. Notre intention c'était qu'ils nous embêtent. Et il n'y a rien eu du tout. Sur le premier projet on n'a pas eu de retour. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/16.

La puissance de cette installation est de 1kWc. Le raccordement est effectué et inauguré le 14 juin 1992. En l'absence d'un compteur électrique spécifiquement dédié à la production, les quantités d'électricité injectées dans le réseau ne peuvent pas être précisément mesurées. Seul l'équilibre final peut l'être. Ce fonctionnement rend caduque les grilles tarifaires existantes d'EDF relatives à l'achat d'électricité injectée dans le réseau par des tiers selon des horaires de productions précises. En remettant en cause la proposition de l'entreprise EDF de mettre en place deux compteurs, le collectif Phébus ouvre à négociation le modèle politique que ces compteurs renferment¹. La démonstration du bon fonctionnement technique de l'installation avec un seul compteur souligne que la mise en place de discussions nationales autour de référentiels techniques de raccordement ne suffit pas. De nouvelles discussions doivent être engagées au sujet du statut juridique du photovoltaïque *on-grid* et d'une logique d'achat de l'électricité spécifique.

Dans les mois qui suivent l'inauguration du projet Phébus, le collectif est contacté par l'un des responsables techniques de la DG Energie de la Commission Européenne. Ce dernier les incite à monter des programmes de plus grande ampleur et à les soumettre pour le programme Thermie. Avec le soutien de la DG Energie, l'association Phébus devenue HESPUL met en place au cours des années 1990 plusieurs programmes pour développer le photovoltaïque *on-grid* en France. Le programme Phébus 1993 permet d'équiper vingt-trois maisons, celui de 1995 permet d'en équiper quarante-cinq. À l'issue des programmes Phébus 1993, 1995, 1997 et 1999, l'association a procédé à l'installation d'environ 400 installations photovoltaïques *on-grid* en France. Il n'existe pour autant toujours pas de législation spécifique relative à l'achat par EDF de l'électricité d'origine photovoltaïque injectée dans le réseau². L'association HESPUL devient pendant cette période un acteur central du développement du photovoltaïque *on-grid* en France. Elle est à ce titre incontournable lors des tours-de-tables et des négociations avec les représentants de la filière à propos des projets de lois et arrêtés.

¹ Ce point rejoint l'analyse menée par Julie Cupples sur la manière dont les compteurs d'électricité deviennent des boîtes noires véhiculant un modèle politique difficilement discutable (Cupples 2011).

² « Il n'y avait pas de réglementation sur le raccordement. C'était un non objet juridique. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 03/11/16.

2.3. Emergence d'un débat sur l'adoption d'une politique de tarifs d'achat

La volonté affichée à partir du programme Thermie de mener des expériences autour du développement du photovoltaïque *on-grid* entraîne la reconfiguration du milieu associé (voir Figure 18, p.183) qui avait émergé en France autour du *off-grid* (1). Le développement du *off-grid* se poursuit, notamment grâce au FACE. Toutefois les acteurs du photovoltaïques (e.g. installateurs, industriels) se positionnent petit à petit sur le *on-grid* qui semble représenter un marché au potentiel plus important *in fine*. Ces acteurs s'organisent progressivement et développent des capacités de négociation auprès de l'Europe et du gouvernement français pour influencer l'évolution des politiques publiques (2). Dans le cadre du « programme des six toitures », Rhônalénergie et Total Energie démarchent l'ADEME et EDF pour initier des discussions nationales au sujet des enjeux techniques soulevés par le développement du photovoltaïque *on-grid*. Les discussions portent essentiellement sur la mise en place de référentiels techniques et n'abordent pas la question des cadres économiques et juridiques du raccordement au réseau du photovoltaïque. Toutefois, en parallèle, un collectif de militants écologistes proposent d'aborder la question différemment et de **mettre en avant les enjeux politiques du processus de valorisation du rayonnement solaire. Le raccordement au réseau du premier projet Phébus permet de souligner que les grilles tarifaires pour l'injection d'électricité dans le réseau alors en vigueur ne peuvent pas s'appliquer en l'état (3). Dans le prolongement des projets off-grid innovants menés en Rhône-Alpes, les projets Phébus s'organisent autour d'une proposition relationnelle alternative pour construire la ressource. Ils viennent nourrir l'espace d'hésitation ouvert en Rhône-Alpes.** Cet espace d'hésitation tente alors d'informer les politiques publiques de l'énergie solaire (européennes, nationales) (4). Les propositions relationnelles alternatives développées au sein de cet espace d'hésitation réussissent à trouver des guichets de financement auprès de l'Europe (5) mais peinent dans un premier temps à faire bouger la politique nationale.

A défaut de parvenir à faire exister au sein de la politique nationale des propositions relationnelles alternatives, plusieurs acteurs rhônalpins (e.g. HESPUL) sont néanmoins engagés dans des négociations avec le gouvernement pour ajuster la politique nationale (2). En effet, les réseaux d'acteurs du photovoltaïque s'organisent à partir du début des années 1990. Au cours de ce processus ils se rapprochent des acteurs d'autres filières énergétiques nouvelles (e.g. micro hydroélectrique, éolien) pour accroître leur poids dans des négociations avec le gouvernement. Le SER est créé en 1993 pour défendre les intérêts des professionnels (e.g. installateurs et industriels) des filières renouvelables auprès du gouvernement français et des institutions européennes¹.

¹ Au sein du SER, les représentants de la filière photovoltaïque sont initialement issus de la région Rhône-Alpes : le premier est membre du projet Phébus et préalablement usager d'une des 40 maisons équipées en *off-grid*, le second a été installateur sur les programmes PV pionniers en *off-grid* et *on-grid* et est désormais consultant dans le photovoltaïque à Lyon.

Autour du SER, la volonté des acteurs du photovoltaïque est de négocier l'établissement d'une politique tarifaire incitative pour le développement du photovoltaïque *on-grid*. Cette volonté trouve un contexte favorable au milieu des années 1990 dans l'actualité politique nationale. Lors de l'arrivée d'Edouard Balladur à la tête du gouvernement en 1993¹, le ministre de l'Environnement Michel Barnier fait le constat d'un déficit démocratique en France sur les politiques de l'énergie. Pour remédier à cela il organise un débat national sur l'énergie à partir de l'été 1994. Ce débat national est organisé autour de six évènements régionaux et de six thématiques distinctes².

Ces débats régionaux doivent être complétés par des contributions d'un ensemble de structures partenaires (*i.e.* secteur privé, associations et société civile) afin de nourrir un document de synthèse. Ce document est pensé par le ministre comme la base d'un débat à venir à l'Assemblée Nationale sur les évolutions de la politique énergétique nationale. Jean-Pierre Souviron, le rapporteur du débat et rédacteur de la synthèse, reçoit peu de contributions. Celles-ci proviennent essentiellement des associations de promotion du développement des renouvelables et des ONG environnementales³. Ces dernières souhaitent que le gouvernement organise des groupes de travail à propos de la mise en place de dispositifs économiques de soutien au développement des filières renouvelables.

Les modalités de mise en place d'une politique de soutien au développement des filières renouvelables sont alors autant discutées au niveau des institutions nationales que des institutions européennes. L'objectif d'une telle politique est de déclencher des investissements dans de nouvelles capacités de production et ainsi de promouvoir des avancées technologiques, des diminutions de coût et *in fine* de prix (Szarka 2006, p.3043). Toutefois deux approches différentes s'affrontent. L'approche par les quantités (*e.g.* certificats verts, quotas) propose de susciter des investissements autour d'objectifs prévus à l'avance par le gestionnaire sans cibler une technologie en particulier. Par un fonctionnement de marché, la technologie proposant le meilleur rendement économique sera la cible de l'essentiel des investissements. Cette approche par le marché desservira en revanche les technologies qui ne sont pas encore économiquement matures et aura tendance à freiner les investissements vers ces filières. A l'opposé l'approche par les prix (*e.g.* tarifs d'achat, appel d'offres ciblés, garantie d'achat) fonctionne par l'établissement de tarifs garantis spécifiques à chaque technologie. Par le biais d'une telle politique,

¹ Edouard Balladur devient Premier Ministre le 29 mars 1993. Cette arrivée initie une seconde période de cohabitation sous la présidence de François Mitterrand.

² Le débat organisé en région Rhône-Alpes à Lyon porte spécifiquement sur les énergies renouvelables et soulève la question des mécanismes de soutien tarifaire au développement des nouvelles filières.

³ « On pensait que cela ne déboucherait sur rien de sérieux. Greenpeace était plutôt réticent. Finalement on est arrivé à quelques-uns à décider tout le monde de participer. On s'est dit qu'on avait une tribune et qu'on pourrait en profiter pour dire quelque chose. EDF s'est posé la même question sauf que l'entreprise a décidé de ne pas participer. Ce qui fait qu'EDF n'a donné aucune contribution et qu'il n'y avait que les contributions des ONG. Souviron a fait le résumé des contributions qu'il avait sous la main. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 novembre 2016.

les Etats peuvent promouvoir le développement de technologies non matures afin de développer un bouquet énergétique diversifié. Toutefois le risque d'une politique par les tarifs d'achat garantis réside dans l'établissement du niveau du tarif : un tarif trop bas ne déclenchera pas d'investissement tandis qu'un tarif trop élevé risque de ne plus rémunérer uniquement l'accroissement des capacités de production mais également de nourrir une bulle spéculative.

Autour de HESPUL et du SER, les acteurs du photovoltaïque défendent la solution des tarifs d'achat (Souviron 1994, Evrard 2010 p.300). Leur voix est portée au niveau des institutions européennes par plusieurs associations et groupes d'influence¹ dont l'association EREF (European Renewable Energies Federation) dont HESPUL fait partie des membres fondateurs.

Face à ces acteurs, EDF défend les mécanismes de soutien aux EnR par les quantités à travers lesquelles ils peuvent plus facilement contrôler la pénétration des capacités installées EnR dans les mix énergétiques nationaux et ainsi mieux maîtriser la sécurité des réseaux. Cette approche est défendue au niveau européen par les firmes nationales d'électricité réunie au sein du groupe d'influence européen EURELECTRIC². Elle est également défendue au sein de la Commission par la DG Concurrence qui soutient que l'approche par les prix susciterait l'établissement de mécanismes dérogeant au marché et perturbant la réalisation du marché commun.

Dans ce contexte de débat à la fois national et européen, le gouvernement met en place un groupe de travail suite au rendu du rapport Souviron. Ce groupe de travail regroupe les services de l'Etat, l'ADEME, les énergéticiens et des représentants des principales filières renouvelables.

« C'est le directeur du secteur renouvelable à l'ADEME qui a proposé d'inviter des gens représentants les filières des renouvelables dans cette réunion. Pour l'éolien il y avait le fondateur de la compagnie du vent et de France Energie Eolienne (Fée). Il y avait le syndicat des petits hydrauliciens. Moi j'étais invité comme représentant de la filière PV. Puis il y avait les gens de l'administration et l'ADEME. Ils avaient mandaté un bureau d'étude pour faire une étude comparative des différents systèmes d'aides suite au rapport Souviron. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 novembre 2016.

¹ C'est notamment le cas de l'association EREC qui défend les intérêts des industriels et des centres de recherche sur les énergies renouvelables, de l'association EuroSolar qui représente plus particulièrement les intérêts du secteur solaire et du groupe Eufores qui défend les intérêts des différentes filières technologiques des renouvelables auprès du Parlement Européen (Boasson et Wettstad 2013).

² Le groupe EURELECTRIC est créé en 1989. Il regroupe et défend les intérêts des grandes compagnies nationales d'électricité européennes (ou anciennes compagnies nationales suite à la directive de 1996) auprès des institutions européennes.

Sous l'influence d'EDF et de la DGEMP, les discussions portent essentiellement sur la possibilité de copier le dispositif anglais des *Non Fossil Fuel Obligations* (NFFO), un système de quotas et de certificats verts. Le système est pourtant décrié par des experts français qui soulignent alors le manque de performance du dispositif au Royaume-Uni (Chabot 1996). Ces réunions permettent de mettre au point un programme d'appels d'offre pour l'éolien inspiré du système des NFFO intitulé « Eole 2005 » (Nadaï 2007, p.2717) mais aucun mécanisme de soutien pour le développement spécifique du photovoltaïque. Toutefois, les acteurs français de la filière photovoltaïque bénéficient à la fin des années 1990 d'un retournement de situation favorable à l'adoption d'une politique de tarifs d'achat. Ce retournement de situation advient tout d'abord sur la scène européenne. La Commission Européenne a remis en cause la compatibilité entre les tarifs d'achat et le marché commun (Commission Européenne 1999)¹. Toutefois la plainte déposée auprès de la Cour Européenne de Justice contre la directive allemande StreG de 1990 qui établit de hauts tarifs d'achat pour l'éolien, et qui selon la DG Concurrence déroge aux lois européennes de la concurrence, est rejetée en 2000.

Suite à cette décision, Lionel Jospin arrivé à la tête du gouvernement français suite au succès électoral du parti socialiste aux élections législatives de 1997, propose d'inscrire le principe des tarifs d'achat dans la législation française. Cette proposition constitue alors un geste politique envers le parti écologiste qui a permis l'arrivée au pouvoir de la majorité de gauche². L'inscription intervient à l'occasion de la loi relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité de février 2000, qui engage la retranscription en droit français de la directive européenne de 1996 (Loi 2000-108). La définition des conditions d'application, du fonctionnement et du montant de ces tarifs d'achat reste cependant suspendue à la publication de décrets d'applications et d'arbitrages au sein du gouvernement.

¹ Bien que des mécanismes de tarifs d'achat aient été mis en place en Allemagne et au Danemark pour soutenir le développement de la filière éolienne, le rapport « Electricity from renewable energy sources and the internal electricity market » de la Commission européenne annonce comme inévitable leur abandon (Commission Européenne 1999)

² « Le cadeau pour les écologistes c'est le mécanisme de soutien avec l'obligation d'achat et en petit à l'époque l'appel d'offre. Les appels d'offre étant au terme de la loi on s'en sert quand on n'arrive pas à obtenir les objectifs quantitatifs alors qu'on s'en sert aujourd'hui pour empêcher qu'il y en ait trop. Pour le Parti Communiste il y avait un cadeau sur l'obligation pour les concurrents d'EDF d'appliquer les conventions collectives au futur concurrent. Ce qui voulait dire qu'il ne pouvait pas y avoir de concurrent. Ce qui a été retiré par la suite puisque c'était complètement aberrant. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 novembre 2016.

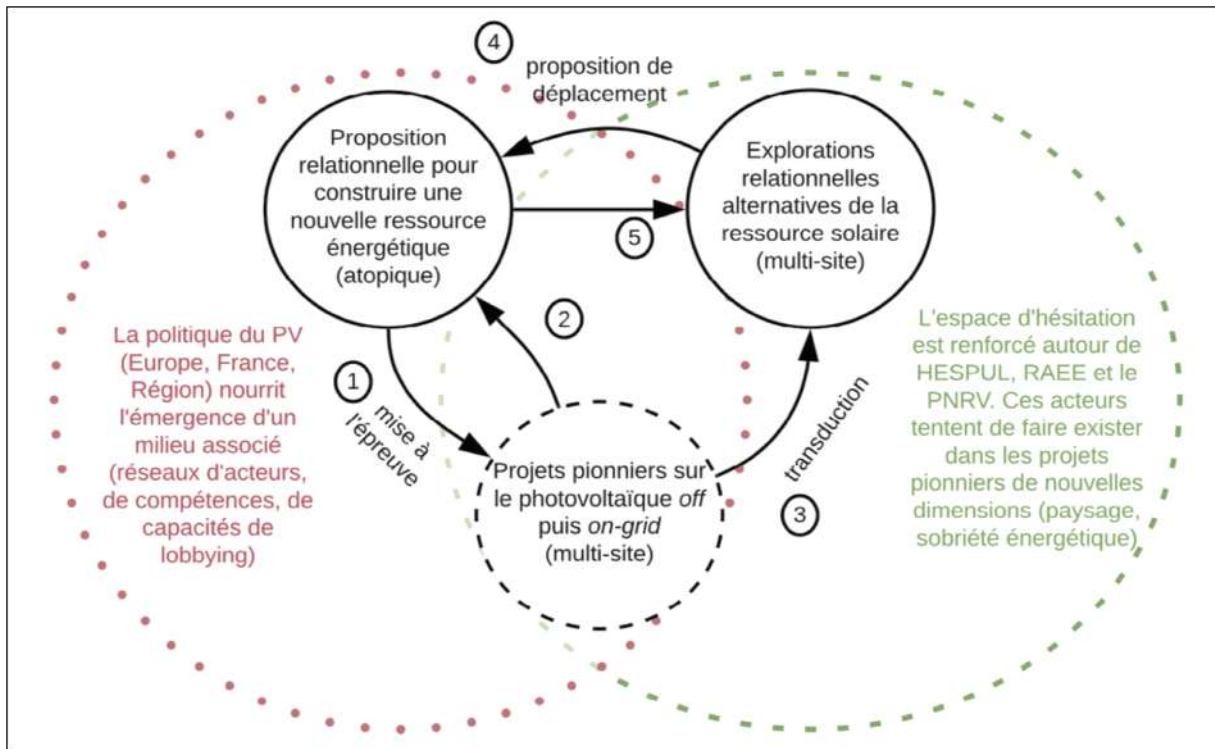


Figure 18: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour des projets photovoltaïques pionniers (1985-1999)

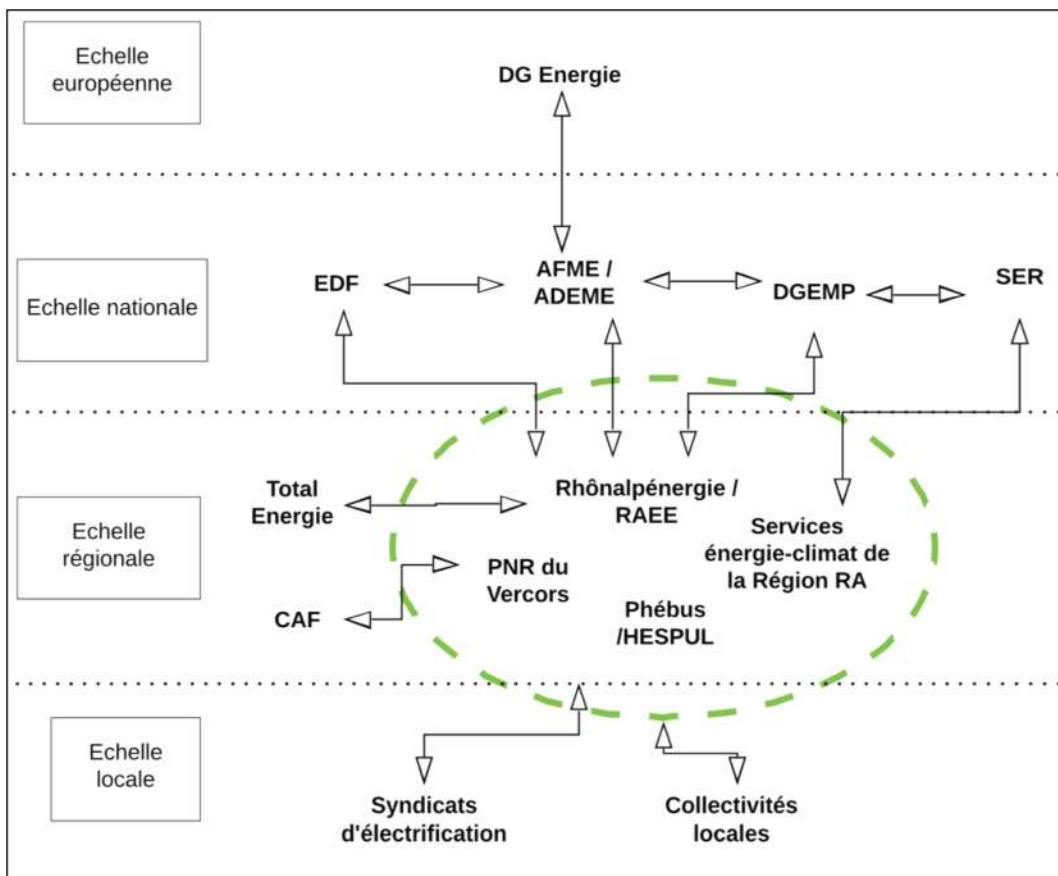


Figure 19: Trame relationnelle dont émerge un espace d'hésitation au cours de l'épisode des projets photovoltaïques pionniers (1985-1999)

Section 4 : Synthèse et discussion

Au démarrage de ce troisième chapitre, notre objectif était d'analyser l'émergence de trajectoires contemporaines de transition et celle de projets innovants à travers l'analyse de l'émergence de leurs milieux associés. Nous avons pour cela proposé de suivre cette émergence au fil d'un parcours segmenté au sein de l'histoire de l'énergie rhônalpine et notamment à travers trois épisodes de construction de ressources énergétiques. Dans un quatrième et dernier temps de ce chapitre, notre analyse sociohistorique et ontogénétique de ces trois épisodes nous permet d'énoncer plusieurs réponses intermédiaires à nos hypothèses et de soulever plusieurs points de discussion.

Tout d'abord en réponse à notre hypothèse H2ter, nous pouvons énoncer ici que **les politiques de l'énergie (européennes, nationales, régionales et locales) structurent des propositions relationnelles pour construire la ressource mais qu'elles ne parviennent pas systématiquement à constituer le milieu associé au sein duquel cette proposition relationnelle parvient à se déployer**. Dans le prolongement de ce premier résultat, il apparaît néanmoins que **les relations, réseaux et compétences tissés au fil des expériences énergétiques pionnières successives en Rhône-Alpes ont nourries l'émergence et la structuration progressive d'un espace d'hésitation (un réservoir de relations pré-individuelles) à partir duquel les enjeux d'énergie sont appréhendés différemment et de nouvelles approches relationnelles de la ressource se structurent**. Enfin, en réponse à notre hypothèse H3bis, nous pouvons ici souligner qu'au sein de cet espace d'hésitation rhônalpin, **les collectifs engagés dans les projets énergétiques pionniers affrontent différents enjeux de soutenabilité (e.g. prise en compte du paysage, sobriété énergétique, approche territoriale, approche participative) qu'ils tentent ensuite de faire exister en retour dans les politiques de l'énergie**.

La proposition analytique développée au cours de ce chapitre pour suivre l'émergence de trajectoires contemporaines de transition et ces premiers résultats soulèvent notamment deux points de discussion.

Le premier point de discussion porte sur **le lien entre la construction des qualités des nouvelles ressources énergétiques et la construction de trajectoires de transition énergétique**. Dans le prolongement des idées d'Amory Lovins (1977)¹, la transition énergétique a régulièrement été présentée comme un affrontement entre deux voies politiques, sociales et technologiques. D'un côté la voie du « hard energy path » est construite autour d'un mix énergétique dominé par les énergies fossiles et repose sur une politique de l'offre énergétique, une gouvernance centralisée et la recherche

¹ Amory Lovins est un environnementaliste américain considéré comme le père des scénarios NegaWatt qui prônent une transition énergétique à travers l'adoption des énergies renouvelables, l'accroissement de l'efficacité énergétique et l'adoption de principes de sobriété énergétique. Il exprime notamment ces idées au sein de l'ouvrage « Soft Energy Paths » (1977).

d'économies d'échelles (*Ibid.*, p.26). De l'autre la voie du « soft energy path » est construite autour d'un mix énergétique dominé par les énergies renouvelables, d'une production énergétique basée sur la demande et d'un modèle de gouvernance décentralisé (*Ibid.* p.39). A partir de cette dialectique, le politiste Aurélien Evrard propose d'appréhender le développement des énergies renouvelables en France à l'aune d'une opposition entre « le secteur » - incarné par des acteurs comme EDF, le CEA ou la DGEMP qui défend un « hard energy path » - et « l'alternative » - incarnée par les associations environnementales et les nouveaux acteurs économiques des filières des renouvelables défendant un « soft energy path » (Evrard 2013). Le déploiement de la transition énergétique est alors analysé à travers un rapport de force permanent entre « le secteur » et « l'alternative » autour de la construction d'un nouveau système énergétique.

Notre analyse de la construction chemin faisant de la transition énergétique au fil de processus multiples de construction de ressources nous permet tout d'abord de déconstruire l'idée que les énergies renouvelables seraient dotées *a priori* d'un potentiel social et politique. Les qualités des nouvelles ressources énergétiques émergent de milieux associés, eux-mêmes structurés à la fois par des politiques publiques, des logiques de marché, des enjeux technologiques et des logiques territoriales. Or, ces milieux associés sont constamment reconfigurés. Les qualités politiques des énergies renouvelables émergent en cela moins de gisements et de potentiels physiques que de configurations héritées (Emelianoff et Wernert 2014, p.3), de choix et de mobilisations politiques anciennes (Emelianoff et Stegassy 2010, Mor 2015), de cultures locales de l'action publique multiples (Poupeau 2008, p.232). La construction d'un modèle énergétique décentralisé à partir de la valorisation de sources d'énergies distribuées dans l'espace passe en cela par la mise en négociation de certaines configurations héritées et de leurs dimensions normatives (*e.g.* l'organisation centralisée du réseau électrique)¹. Notre proposition autour du concept d'espace d'hésitation nous permet de suivre comment certains héritages (*i.e.* visions politiques, compétences, réseaux) sont mobilisés pour ouvrir à négociation certaines configurations et normes et faire émerger des propositions alternatives.

Notre analyse permet également de nuancer une analyse de la construction de la transition énergétique en termes d'opposition et d'affrontement entre des visions stabilisées. A partir des trois épisodes présentés, nous avons souligné que l'émergence et la structuration de capacités d'action sur les énergies renouvelables passait par des expériences, des apprentissages et des transferts de compétences multiples. Or, au fil de ces processus, les nouveaux collectifs des énergies renouvelables se nourrissent autant de fonds et de compétences des acteurs centralisés de l'énergie (*e.g.* émergence de RAE et de réseaux régionaux d'action sur les renouvelables à partir d'une politique nationale de

¹ Dans une thèse soutenue en 2016, Benoît Boutaud va dans ce sens en soulignant que le passage aux sources d'énergies renouvelables distribuées ne garantirait pas une transition décentralisée (Boutaud 2016).

valorisation des rejets thermiques du nucléaire) qu'ils ne se heurtent à ces acteurs (*e.g.* oppositions sur la politique tarifaire pour le raccordement au réseau du photovoltaïque). En cela, les différentes visions et normes relatives au développement des renouvelables se construisent chemin faisant et mutuellement¹.

A la lumière de notre analyse par les milieux associés et l'espace d'hésitation, l'alternative énergétique n'est pas un phénomène qui émerge à la marge ou dans une opposition radicale au « secteur ». Le développement des énergies renouvelables comme alternative énergétique apparaît être en jeu à travers la capacité de collectifs à se nourrir des politiques publiques peu favorables aux projets innovants pour faire émerger des projets expérimentaux, structurer des réseaux d'acteurs et de compétences et *in fine* proposer de réajuster ces politiques.

Le deuxième point de discussion porte sur **l'approche par le « milieu associé » comme proposition de focale intermédiaire sur la dimension pluriscale de la construction de la transition énergétique**. Au fil de la présentation des différents cas du chapitre, nous avons souligné que les processus de construction de ressource étudiés s'inscrivaient dans des schémas de relations entre acteurs à différentes échelles d'action. Dans l'analyse de ces processus, notamment autour du rôle de structures comme Rhônalpénergie, HESPUL et de leurs réseaux, la frontière entre les acteurs locaux, nationaux et internationaux est de moins en moins nette (Bulkeley et Betsill 2003). Les processus politiques étudiés sont transcalaires (Emelianoff 2008). Or, l'analyse de tels processus suscite régulièrement chez les historiens des débats relatifs à ce que serait une bonne échelle d'analyse d'un processus. Chaque posture d'observation (*i.e.* micro ou macro) risque en effet de construire des clés de lecture différentes et de construire des hiérarchies d'importance parmi les phénomènes observés. L'historien américain Thomas J. Misa suggère que chaque phénomène doit idéalement être appréhendé à la lumière d'une échelle intermédiaire. Celle-ci doit permettre de dépasser les déterminismes et d'analyser une navigation et des négociations entre des visions micro et des visions macro. Cette échelle intermédiaire serait pour autant toujours à construire en fonction de ce qui constituerait le cœur de l'analyse de l'historien (Misa 1994, pp.116-117).

Au cours de ce chapitre, nous avons proposé une entrée par les « milieux associés » comme focale intermédiaire d'une analyse de l'émergence de capacités d'action sur les énergies renouvelables (européennes, nationales, régionales et locales). Le « milieu associé » nous a permis d'analyser des négociations constantes entre des visions et enjeux concrets à différentes échelles. En cela, « le milieu associé » constitue une position centrale qui invite à analyser le déploiement de la transition

¹ Une telle posture nous amène à nous distinguer d'approches considérant la construction de la transition énergétique ou du développement soutenable comme un processus d'opérationnalisation (Rumpala 2010, p.122).

énergétique en se tenant éloigné de la seule attractivité des extrêmes (le local, le supranational) et qui nous permet d'observer des choses toujours en train de se faire, non stabilisées (Roux 2004, p.51).

Cette focale nous amène à proposer de nuancer le caractère « bottom-up » ou « top-down » de la transition énergétique : d'un côté à travers l'émergence et le déploiement des « *grassroots innovations* » (Middlemiss et Parrish 2010, Seyfang et Haxeltine 2010, Yalçın-Riollet et al. 2014) ; ou de l'autre par le déploiement dans les territoires de technologies et de politiques bas-carbone (Unruh 2000, 2002). Cette proposition s'applique également à l'approche des trajectoires de transitions développée par le courant du Multi-Level-Perspective¹ (Geels et Schot 2007, pp.405-413) qui derrière une proposition de nouvelles catégories reproduit ces schémas de transition (*e.g.* de la « niche » vers le « régime », du « paysage » vers le « régime »). Or, à partir d'une focale sur les milieux associés, la construction chemin faisant de la transition énergétique semble davantage être en jeu à travers l'émergence d'assemblages scalaires (Labussière et Nadaï 2015, p.133) constamment reconfigurés.

A l'issue de ces points de synthèse et de discussions, nous proposons dans le cadre du chapitre suivant de poursuivre notre enquête ontogénétique et sociohistorique de manière à étudier comment ces projets énergétiques pionniers et l'espace d'hésitation rhônalpin qu'ils ont ouvert nourrissent des trajectoires contemporaines de politiques publiques du solaire.

¹ Le MLP est initialement développé par des auteurs issus des sciences de gestion, qui s'appuient sur une littérature sur les transitions technologiques (Bijker et al. 1987, Bijker 1997). Le MLP propose d'étudier la construction de trajectoires de transition énergétique par le biais de l'émergence d'innovations sociotechniques « bas-carbone » et de leur essaimage à travers trois niveaux : le 'paysage' qui correspond à une structure externe, à un contexte ; le 'régime sociotechnique' qui correspond à l'ensemble des normes et des pratiques stables à un moment donné ; et enfin la 'niche' qui est l'environnement protégé des innovations (Geels 2002, p.1261).

Chapitre 4 : Politique du photovoltaïque : propositions et controverses relationnelles autour de la construction de la ressource (2000-2016)

Nous avons souligné au fil du chapitre 3 que les politiques publiques de l'énergie encadrent le processus de construction des ressources énergétiques en ce qu'elles influencent la structuration de milieux associés (*i.e.* des réseaux d'acteurs, de compétences, de dispositifs de financement). Les enjeux et controverses qui parcourent ces milieux viennent en retour informer les politiques publiques et en proposent des formes d'ajustements. En parallèle de ce processus, les projets énergétiques pionniers menés entre la fin des années 1970 et les années 1990 en Rhône-Alpes ont ouvert puis structuré un espace d'hésitation (*i.e.* un réservoir de relations pré-individuelles détaché d'un objet unique) qui nourrit l'émergence de propositions relationnelles alternatives pour construire les ressources énergétiques.

Ce nouveau chapitre s'inscrit dans le prolongement de cette réflexion et entend explorer l'heuristique d'une lecture du déploiement de la politique du photovoltaïque au regard de l'émergence de milieux associés et du rôle de cet espace d'hésitation. Ce cadre nous permet de poursuivre notre enquête sur l'origine des centrales villageoises et sur le rôle des expériences énergétiques pionnières dans le déploiement de trajectoires contemporaines de transition énergétique.

Après avoir suivi les débats des années 1980 et 1990 encadrant l'émergence d'une politique incitative au développement de la filière photovoltaïque, notre analyse reprend ici à partir de la loi du 10 février 2000 qui inscrit dans la législation française le principe des tarifs d'achat. L'objectif particulier du chapitre est alors de questionner **comment la politique française du photovoltaïque qui se met en place chemin faisant à partir de 2000 propose d'encadrer le processus de construction de la ressource énergétique solaire**. Est-ce que cette politique nourrit une seule ou plusieurs formes d'individuation de la ressource ? Cette entrée sur l'individuation nous amène à questionner la manière dont la politique nationale tend à cadrer les dimensions des projets photovoltaïques (*e.g.* social, financier, territorial) à l'échelle desquels la ressource énergétique solaire est construite.

Pour répondre à cette interrogation, notre analyse nous amène à suivre l'émergence des instruments et normes de la politique nationale (*e.g.* obligations d'achat et tarifs d'achat, crédits d'impôts, règles d'accès au réseau électrique, règles d'intégration des panneaux solaires au bâti) et les relations qui se tissent autour d'eux au sein de milieux associés. L'ambition de recherche n'est alors pas de suivre l'évolution de cette politique décret par décret de manière exhaustive mais d'identifier **des moments problématiques au cours desquels des formes d'individuation se mettent en place et sont négociées**¹.

¹ En cela, notre posture analytique se distingue de celles adoptées dans le cadre d'autres recherches déjà menées sur les politiques du photovoltaïque. Cette posture nous amène à centrer notre analyse sur la France et la région Rhône-Alpes bien

Ce nouveau volet de notre enquête repose sur plusieurs choix méthodologiques. Nous avons tout d'abord mis en place une veille sur l'actualité réglementaire et juridique autour du photovoltaïque. Cette veille a tout particulièrement pris la forme d'une observation participante au sein du réseau Energies Citoyennes en Rhône-Alpes lancé en 2013. Ce réseau animé par RAEE et auquel participe notamment HESPUL¹ se réunit entre trois et quatre fois par an. Ses objectifs sont de mettre en relation les collectifs énergétiques citoyens qui se structurent au sein de la région, de partager une veille sur l'actualité réglementaire et sur les dispositifs de financement (européens, nationaux, régionaux) autour des renouvelables, et enfin de formuler et faire remonter des propositions au gouvernement. De 2013 à 2016, nous avons assisté aux réunions du groupe et pris part aux réflexions collectives². En complément de cette pratique de veille, notre analyse des politiques du solaire se nourrit d'une série d'entretiens semi-directifs avec des acteurs régionaux et nationaux de la politique du photovoltaïque³. A partir de ces questions et de ces choix méthodologiques, le chapitre est structuré autour de l'analyse de trois phases au sein de la politique française du photovoltaïque. Au cours de la première phase, entre 2000 et 2006, cette politique est peu incitative et peine à déclencher un développement important de la filière. Au cours de la seconde phase, entre 2006 et 2011, cette politique devient beaucoup plus incitative mais se trouve régulièrement débordée. Le gouvernement avance alors par tâtonnements successifs pour recadrer le développement de la filière et les problèmes qu'il soulève. Au fil de ces problèmes, plusieurs acteurs rhônalpins (*e.g.* RAEE, HESPUL, le PNR du Vercors) mettent en place des programmes de travail pour explorer des modes d'existence alternatifs de la ressource. Enfin, entre 2011 et 2016, alors que le degré d'incitation de la politique du photovoltaïque est progressivement réduit autour d'une logique d'ajustements successifs, les acteurs rhônalpins tentent de s'organiser pour démontrer l'intérêt d'approches alternatives de la ressource et négocier une prise en compte de ces approches au sein de la politique nationale. A l'issue du chapitre, une quatrième section nous permet d'énoncer plusieurs résultats de recherche et de soulever plusieurs points de discussion.

que nous reconnaissons par ailleurs que le devenir des politiques françaises du PV ne puisse être pleinement saisi en dehors des débats au sein des arènes européennes (Cointe 2014, p.121).

¹ HESPUL est notamment missionné par l'ADEME pour alimenter le site www.photovoltaique.info et construire une veille nationale sur les politiques du photovoltaïque. A ce titre, ce site est un élément incontournable pour une veille réglementaire sur le photovoltaïque.

² Voir la liste des observations participantes en annexe.

³ Voir la liste des entretiens semi-directifs en annexe.

Section 1 : 2000-2006 : Emergence d'une première figure d'individuation

1. Mise en place du tarif d'achat

Après une décennie de programmes expérimentaux et de débats, la loi relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité de février 2000 initie la mise en place d'une politique incitative. Cette loi inscrit tout d'abord en droit français le principe des obligations d'achat de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable (Loi 2000-108, article 5). L'opérateur du réseau électrique s'engage notamment à acheter pendant une durée fixée à l'avance l'électricité produite à partir des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique national. Combiné à un contrat d'obligation d'achat, les tarifs d'achat permettent de garantir aux producteurs d'électricité d'origine photovoltaïque un prix d'achat de leur électricité supérieur au prix du marché. Les contrats d'obligation d'achat et les tarifs d'achat permettent aux investisseurs d'obtenir des garanties de retour sur investissement alors qu'au début des années 2000 le seul marché de l'électricité ne le permettrait pas. Toutefois la loi de février 2000 ne dit rien du fonctionnement des tarifs d'achat (*i.e.* conditions d'éligibilité, montant du tarif, durée du contrat d'obligation d'achat).

La mise en place de l'instrument des tarifs d'achat pour le photovoltaïque intervient réellement à l'occasion du premier arrêté tarifaire du 13 mars 2002. Celui-ci fixe tout d'abord à vingt ans la durée des contrats d'obligation d'achat pour les installations photovoltaïques (Arrêté du 13 mars 2002, article 5). Le montant du tarif d'achat validé lors de la signature du contrat entre le futur producteur et l'opérateur du réseau électrique est alors garanti pendant toute cette durée sans modulation¹. Le montant du tarif attaché au contrat est arrêté lorsque la demande de raccordement au réseau de la part du futur producteur est effectuée (*ibid.*, article 3). La signature du contrat peut ainsi être effectuée jusqu'à un an avant la mise en service de l'installation. Cet arrêté établit ensuite le montant des tarifs d'achat à 15,25 c€/kWh pour les projets en France métropolitaine et à 30,50 c€/kWh dans les DOM et en Corse (*ibid.*, annexe 1) avec une indexation à la baisse d'environ 5% par an (*ibid.*, article 3) (voir Tableau 12, p.192). Enfin il crée trois catégories qui fixent des contraintes de puissance pour l'éligibilité au tarif. La première catégorie fixe une limite haute de 5 kWc pour les opérations photovoltaïques sur les logements individuels. La seconde catégorie fixe une limite de 1000 kWc pour les opérations sur des bâtiments à usages professionnels. La dernière fixe une limite de 150 kWc pour tous les autres cas (*e.g.* notamment pour le développement du photovoltaïque au sol) (*ibid.*, article 4).

¹ La durée des contrats d'obligation d'achat pour le solaire PV est toujours d'une durée de 20 ans en 2018, ce qui fait de l'arrêté du 13 mars 2002 un moment fondateur de la politique nationale.

| Année de la demande de contrat d'achat | Tarif d'achat métropole | Tarif d'achat Corse & DOM | plafond de production métropole | plafond de production Corse & DOM |
|---|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 2002 | 15,25c€/kWh | 30,5c€/kWh | 1200h | 1500h |
| 2003 | 14,793c€/kWh | 29,587c€/kWh | 1200h | 1500h |
| 2004 | 14,529c€/kWh | 29,058c€/kWh | 1200h | 1500h |
| fin de la limitation de puissance selon l'usage du bâtiment | | | | |
| 2005 | 14,125c€/kWh | 28,251c€/kWh | 1500h | 1800h |
| 2006 | 13,840c€/kWh | 27,679c€/kWh | 1500h | 1800h |
| 26 juillet 2006 : remplacement de l'arrêté tarifaire 2002 par celui de juillet 2006 | | | | |

Tableau 12: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2002 et 2006 (Source: www.photovoltaique.info)

Le gouvernement entend susciter un développement de la filière photovoltaïque en construisant une perspective de rentabilité à destination d'investisseurs pour les inciter à devenir des porteurs de projet et des producteurs d'électricité. A travers les premières catégories au sein du tarif, le gouvernement dresse les premiers contours de ce que pourrait être à la fois « le projet photovoltaïque » et « l'investisseur ».

La puissance des projets photovoltaïques au sol éligibles au tarif est largement contrainte (150kWc correspond environ à une surface d'environ 900m² selon la moyenne d'ensoleillement française)¹. A travers les deux autres catégories, cet arrêté tend davantage à orienter un développement du photovoltaïque intégré au bâti. Ce tarif entend initier le développement de petites installations sur les toitures résidentielles (5kWc correspond environ à une surface de 30m²) sans réellement contraindre la taille des installations sur les bâtiments à usages professionnels ou les logements collectifs (1000kWc correspond environ à une surface de 6600m²). En parallèle, ce premier volet de la politique du photovoltaïque suppose un investisseur qui dispose d'une épargne suffisante pour acquérir et installer des panneaux photovoltaïques. Pour que son investissement soit rentable, cet investisseur doit pouvoir bénéficier du tarif d'achat pendant la durée totale du contrat. Pour cela, il doit être en mesure de pouvoir sécuriser cet investissement sur la durée du contrat d'obligation d'achat. Cette condition semble plus facilement remplie si cet investisseur est propriétaire de la parcelle foncière ou de la toiture (résidentielle ou professionnelle) où le projet est développé. Néanmoins, cet arrêté ne précise pas plus qui serait cet investisseur-propriétaire (e.g. entreprise, propriétaire de toiture résidentielle). Les

¹ La correspondance entre 3kWc et 20-25m² de panneaux photovoltaïques est régulièrement mise en avant par les installateurs de panneaux photovoltaïques mais doit être maniée avec prudence. En effet ce chiffre est une moyenne mais la puissance de production par m² dépend largement de la position géographique de l'opération. Ainsi l'irradiation solaire varie en France d'environ 1100kWh/m²/an dans la région de Lille à environ 1900kWh/m²/an dans celle de Marseille (Source : photovoltaïque.info). La productivité de chaque installation de même puissance varie ensuite également en fonction à la fois de la position géographique puisque le nombre d'heures d'ensoleillement varie beaucoup entre le Nord et le Sud du pays et en fonction de facteurs d'orientation, de degré d'inclinaison des panneaux et de présence de masques solaires.

pouvoirs publics veulent simplement disposer d'un interlocuteur à l'échelle de chaque projet pour signer les documents nécessaires (*e.g.* contrat d'obligation d'achat, autorisation de production, demande de travaux). La juxtaposition de ces démarches tend à individualiser le portage d'un projet photovoltaïque. Pour autant, plusieurs trajectoires d'individualisation sont possibles (*e.g.* le propriétaire de toiture résidentielle ou industrielle qui s'engage seul dans un projet, des investisseurs qui s'organisent pour constituer un projet sur une ou plusieurs toitures dans le cadre d'une société coopérative) et le gouvernement tend à laisser l'individuation ouverte.

2. Photovoltaïque et logique de gestion du réseau électrique

Avec ce premier arrêté tarifaire, la politique qui se met en place soutient le développement d'un photovoltaïque connecté au réseau. Pour bénéficier du tarif d'achat, les producteurs d'électricité doivent procéder au raccordement de leur installation. Cela implique une articulation des procédures de développement du photovoltaïque à la politique du gestionnaire de réseau. Dans cette perspective, la loi de modernisation du service public de l'électricité de 2000 (articles 5 et 18) annonce initialement la publication de plusieurs décrets relatifs aux conditions techniques et économiques du raccordement au réseau. Toutefois, les premiers décrets publiés sont cantonnés au volet technique (Décret n°2003-229 et arrêté du 17 mars 2003).

La politique du gestionnaire de réseau suppose que les raccordements au réseau électrique, dans le cadre de nouvelles demandes de consommations, sont presque intégralement pris en charge par les collectivités et les distributeurs d'électricité. Dans l'attente d'un décret spécifique, le coût du raccordement au réseau d'opérations photovoltaïques est cependant entièrement à la charge des producteurs d'électricité.

Dans le cas de grosses productions nouvelles (*e.g.* des opérations de plusieurs centaines de kWc voire de plusieurs MWc), la rentabilité totale de l'opération permet d'amortir ces coûts. En revanche, dans le cas de petites opérations de production d'électricité, ces coûts peuvent largement entamer les bénéfices estimés de l'opération et empêcher sa réalisation. En supplément de ces coûts de raccordement, les coûts de renforcement du réseau dans les situations où celui-ci est déjà saturé¹ sont à la charge du producteur. Or les coûts de renforcement du réseau peuvent rapidement représenter d'importantes sommes qui ne peuvent pas être supportées par un seul petit producteur. Une telle logique de gestion du réseau risque de mener à une logique d'épuisement de celui-ci. Celle-ci rémunère davantage le cavalier seul que l'entreprise collective. Les premiers arrivés peuvent se raccorder à

¹ Le réseau local va être considéré comme saturé lorsque des segments du réseau ne peuvent supporter l'injection de nouvelles productions d'électricité selon les normes de sécurité fixées par les gestionnaires du réseau.

moindre coût jusqu'à saturation du réseau et les suivants ne peuvent réaliser leur projet à cause des frais de renforcement qui leur incombent.

En plus de cela, le développement du photovoltaïque se heurte aux configurations héritées du réseau électrique. Le dispositif de calcul des coûts de raccordement et/ou de renforcement ne permet que de calculer des coûts toiture par toiture et parcelle par parcelle¹. Or, en fonction de l'état du réseau électrique local (*e.g.* réseau vétuste déjà saturé, réseau récemment renforcé dans le cadre de la construction d'un nouveau lotissement) et des logiques d'organisation de celui-ci (*e.g.* en fonction des distances, les toitures peuvent devoir être raccordées à des postes de raccordement différents) deux toitures proches peuvent renvoyer à des coûts de raccordement/renforcement drastiquement différents. Dans ce schéma, l'un des propriétaires peut réaliser son projet et disposer d'une rentabilité intéressante tandis que son voisin ne le peut pas.

La configuration héritée du réseau électrique et la logique de gestion qui lui est attachée n'est pas individualisante en soi (*i.e.* ces propriétaires peuvent s'organiser pour partager les frais). Elle tend cependant à compliquer l'émergence de projets collectifs hétérogènes par rapport à celle de projets menés par des propriétaires-investisseurs individuels.

3. Financement du tarif d'achat

Le dernier point central de la politique du photovoltaïque qui se met en place au début des années 2000 concerne le mode de financement des tarifs d'achat. Ces derniers représentent un ensemble de surcoûts pour les opérateurs du réseau électrique et doivent être pris en charge. La loi sur le service public de l'électricité de 2000 prévoit de mettre en place un fonds du service public de la production d'électricité (FSPE) pour financer ces surcoûts (Loi 2000-108, article 5). Alors qu'il n'est que partiellement mis en place lors de la publication des premiers arrêtés tarifaires, il est modifié en 2003 et devient la contribution au service public de l'électricité (CSPE) (Loi n° 2003-8). Par l'instauration d'un prélèvement sur les factures de l'ensemble des consommateurs d'électricité, la CSPE finance les surcoûts des opérateurs du réseau liés à des missions de service public anciennes (*e.g.* péréquation tarifaire²) et nouvelles (*e.g.* les tarifs d'achat pour le développement des EnR). A travers ce mécanisme, les tarifs d'achat pour le développement des énergies renouvelables sont financés par l'ensemble des consommateurs d'électricité. A ce titre, l'encadrement du fonctionnement des tarifs d'achat est

¹ Entretien avec le directeur général adjoint du SIEL du 29/04/2015

² La première mission de service public de l'électricité remonte à la loi du 8 avril 1946 opérant la nationalisation des services de l'électricité et du gaz en France. À l'occasion de cette loi, la nouvelle entité EDF s'engage à fournir de l'électricité à toute personne qui en fait la demande, où qu'il habite. Selon un principe de péréquation tarifaire, l'ensemble des consommateurs, où qu'ils habitent, paye son kWh au même montant.

primordial pour le gouvernement afin de ne pas entraîner une augmentation trop importante du prix de l'électricité. Toute dérive liée au mécanisme des tarifs d'achat aurait une conséquence immédiate sur l'ensemble des consommateurs d'électricité.

Autour de ces premiers instruments et normes (i.e. raccordement au réseau électrique, contrats d'obligation d'achat et tarif d'achat, mécanisme de financement des tarifs d'achat) et des procédures pour développer un projet que ces instruments supposent, la mise en place de la politique du photovoltaïque porte une logique d'individualisation du portage d'un projet photovoltaïque (i.e. démarches multiples, investissement, bénéfices). Pour autant elle ne cadre pas plus spécifiquement des trajectoires d'individuation de la ressource.

Cette logique ne soulève initialement pas de problème particulier dans un contexte de développement lent de la filière. Les représentants de la filière PV naissante (e.g. le SER, HESPUL) soulignent dès 2002 que le montant du tarif d'achat reste bien insuffisant pour susciter le développement de projets PV. Avec un tel tarif la construction de la rentabilité des investissements dans des projets photovoltaïques reste largement dépendante de l'obtention d'aides complémentaires de l'ADEME, des régions et de l'Europe.

« Lors de nos discussions en 1999 les gens d'EDF disaient que le tarif d'achat PV ne serait jamais à plus d'un Franc, que c'était impossible. Le résultat c'est que le tarif de 2002 était de 15,25c€, c'est-à-dire exactement 1Fc. C'était beaucoup trop bas, notoirement insuffisant, c'était politiquement possible de faire mieux. On a vécu de 2002 à 2005 sur ce tarif insuffisant. Il fallait faire des montages, on n'était plus dans les programmes européens, il fallait aller chercher des sous à l'ADEME, à la Région. Des montages qui étaient complexes à cause de tarifs vraiment trop bas. » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 novembre 2016.

Section 2 : 2006-2011 : Controverses et émergence de propositions relationnelles alternatives

1. Un tournant incitatif de la politique du photovoltaïque (2006)

La politique nationale du photovoltaïque ne permet pas entre 2000 et 2006 de susciter un essor important de la filière photovoltaïque. Cette politique est alors encore peu incitative. Toutefois la situation change drastiquement à la suite de trois mesures prises par le gouvernement en 2006. Le gouvernement annonce tout d'abord le doublement du tarif d'achat de 15 à 30 c€/kWh (Arrêté du 10 juillet 2006, annexe). Cette première décision est toutefois prise sans concertation préalable avec les acteurs de la filière photovoltaïque. Elle est jugée insuffisante par ces derniers.

« Dominique de Villepin annonce le doublement du tarif d'achat PV sans avoir consulté personne, même l'ADEME. Sauf que passer de 15 à 30c€ ce n'est toujours pas assez pour rentabiliser les projets. Il aurait fallu plutôt que ce soit 40 ou 45 c€. Ça ne résolvait pas vraiment le problème. »

- Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 Novembre 2016.

Toutefois dans la foulée de cette première annonce, l'augmentation du tarif d'achat se double d'une prime pour l'intégration au bâti sur proposition de l'ADEME. Dans le respect des conditions du cahier des charges de l'intégration au bâti publié par la DGEMP, les producteurs peuvent bénéficier d'une prime supplémentaire de 25 c€/kWh. Ce cahier des charges établit des conditions d'éligibilité à cette prime relativement larges. Les modules photovoltaïques doivent « assurer une fonction technique ou architecturale essentielle à l'acte de construction », à savoir une condition parmi les quatre suivantes : la tenue mécanique, la protection ou la régulation thermique, la protection physique des biens ou des personnes, ou, la recherche d'un esthétisme architectural particulier (DGEMP 2007, p.1). En remplissant ce rôle, les panneaux PV doivent venir en substitution des équipements préexistants (e.g. les tuiles). L'établissement de cette prime d'intégration et du cahier des charges d'éligibilité dénote de la part du gouvernement une volonté d'encadrer un développement photovoltaïque prioritairement sur les toitures.

Au tournant de ces deux mesures, le tarif d'achat passe en 2006 d'environ 14 c€/kWh à 55 c€/kWh pour les opérations bénéficiant de la prime d'intégration. Ce montant est une nouvelle fois critiqué, mais cette fois, car il est jugé trop élevé par plusieurs acteurs de la filière photovoltaïque (e.g. HESPUL et le

CLER¹). De plus, le mécanisme d'encadrement de l'évolution du montant du tarif semble aller contre la logique politique de l'instrument. L'objectif des tarifs est de susciter des investissements dans la filière afin de faire baisser le prix du matériel. Or le montant du nouveau tarif prévoit une indexation à la hausse (voir Tableau 13, p.197).

« En plus dans le tarif publié en 2006 il y avait une indexation à la hausse. C'était complètement aberrant. On a une technologie qui baisse tous les ans de 10, 20 ou 30% dans ses coûts de production et le tarif augmente tous les ans, d'où la création d'une bulle spéculative. Moi j'étais déjà vice-président du CLER et on avait fait un papier pour dénoncer le tarif trop élevé. On disait que nous n'avions pas besoin du tarif d'achat le plus élevé du monde mais d'un tarif d'achat qui fonctionne, qui encadre avec les aides d'Etats une rentabilité normale aux capitaux investis. On a seulement besoin de 5-6% de rentabilité de l'investissement, pas de 20% » - Entretien avec le directeur d'HESPUL du 3 Novembre 2016.

| Année de la demande de contrat d'achat | tarif de base métropole | tarif de base DOM | tarif avec prime |
|--|-------------------------|-------------------|------------------|
| 2006 | 30c€/kWh | 40c€/kWh | 55c€/kWh |
| 2007 | 30,526c€/kWh | 40,701c€/kWh | 55,964c€/kWh |
| 2008 | 31,193c€/kWh | 41,590c€/kWh | 57,187c€/kWh |
| 2009 | 32,823c€/kWh | 43,764c€/kWh | 60,176c€/kWh |
| 2010 | 31,502c€/kWh | 42,002c€/kWh | 57,753c€/kWh |

Tableau 13: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2006 et 2010 avec la prime d'intégration (Source: www.photovoltaique.info)

En parallèle de ces mesures d'ajustement du tarif d'achat, le gouvernement met en place un nouvel instrument qui permet d'accroître le caractère incitatif de la politique du photovoltaïque. À partir de 2006, le crédit d'impôt développement durable permet aux ménages de déduire de leurs impôts une partie du coût du matériel pour les installations photovoltaïques résidentielles. Il s'accompagne d'une mesure qui permet de défiscaliser les revenus générés par les installations de moins de 3 kWc pour ces mêmes ménages. Ces deux mesures renforcent l'incitation économique pour le développement d'opérations photovoltaïques sur toitures résidentielles de petites surfaces (3 kWc correspond environ à une surface de 20 m²)². Alors que d'un côté les tarifs d'achat ne limitent plus aussi drastiquement

¹ Le Réseau pour la transition énergétique, ex-comité de liaison pour les énergies renouvelables (CLER) est né en 1984. Il a pour mission de développer des réseaux et dynamiques d'échanges de bonnes pratiques, de formuler des propositions pour la transition énergétique à travers l'organisation d'événements et des publications.

² Ce crédit d'impôt apparaît dans la loi de financement de 2000 puis est mis en application en 2006. Cette mesure incitative a pour objectif de pousser les français à entreprendre des travaux d'amélioration énergétique et à investir dans les technologies

qu'en 2002 les surfaces de panneaux éligibles, ces nouveaux éléments de la politique nationale tendent à imposer un modèle de développement largement standardisé. Ce crédit d'impôt contribue au développement en France du photovoltaïque sous la forme de surfaces d'environ 20 m² de panneaux sur des toitures partiellement remplies.

L'augmentation importante du caractère incitatif de la politique du photovoltaïque entraîne dès 2006 une croissance rapide du nombre de demandes de raccordement et des capacités photovoltaïques installées. Cette politique nourrit l'émergence de plusieurs milieux associés du photovoltaïque et de différentes réalités du développement de la filière, de différentes manières de construire la ressource énergétique solaire. La croissance de la filière est cependant essentiellement alimentée par la prolifération des projets menés par des investisseurs-proprétaires-individuels¹ (i.e. essentiellement des petits projets sur toitures résidentielles ou de très grands projets sur des toitures industrielles ou agricoles)². La soutenabilité de ces projets individuels n'est pas d'emblée questionnée mais leurs milieux associés sont parcourus par plusieurs controverses.

2. Controverses et émergence de figures d'individuation alternatives

2.1. Dérives autour de la figure de l'investisseur-proprétaire individuel

La perspective de rentabilité ouverte par la politique du photovoltaïque à partir du tournant incitatif de 2006 attire de nombreux nouveaux acteurs privés dès 2006 (i.e. ingénieurs, commerciaux, installateurs) qui cherchent à capter une partie de la manne économique. Derrière la figure de l'investisseur-proprétaire-producteur-individuel, les différentes trajectoires d'individuation de la ressource nourries par la politique nationale commencent à être marquées par des dérives. Le territoire du PNR du Vercors, que nous avons jusqu'ici régulièrement pris pour exemple, constitue un terrain d'analyse particulièrement riche pour suivre ces dérives.

Le Vercors est un territoire pionnier du photovoltaïque (voir Chapitre 3) reconnu pour son ensoleillement (e.g. dans le cadre de son attractivité touristique). A ce titre, les développeurs

émergentes pour contribuer au développement durable. Le crédit d'impôt pour les installations solaires PV porte sur le coût des panneaux et des onduleurs et exclus le coût de la main d'œuvre pour l'installation.

¹ Nous rejoignons ici l'analyse menée par Debourdeau sur l'enrôlement du consommateur-producteur dans le marché du photovoltaïque (Debourdeau 2011, p.55).

² Cette tendance se dégage des chiffres publiés par les trois principales sources de données sur le photovoltaïque en France – le service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, le commissariat général du développement durable au sein du même ministère, les gestionnaires de réseau de distribution, essentiellement Enedis (ex-ERDF – et des analyses des commentateurs réguliers de ces chiffres - l'observatoire « photovoltaïque.info » construit et alimenté par l'association lyonnaise HESPUL, anciennement Phébus grâce à un financement de l'ADEME, l'« Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque en France » soutenu par les représentants de la filière PV et enfin ENERPLAN et le SER.

photovoltaïques commencent à démarcher les propriétaires d'un support (bâti ou foncier) pour les inciter à se lancer dans un projet photovoltaïque. Ce démarchage, par téléphone ou à domicile, devient rapidement très intensif. L'une des pratiques développées consiste alors à proposer aux propriétaires des opérations photovoltaïques « clé en main ». Dans le cadre de ces offres, le développeur se charge de toutes les étapes du projet : l'étude de la toiture et de l'exposition solaire, le suivi administratif, l'installation des panneaux et les demandes de raccordement au réseau et enfin la mise en service de l'opération. Ce dernier peut ainsi proposer aux propriétaires une « rentabilité individuelle clé en main ». Autour de ces offres, la concurrence entre les développeurs est importante. Les propriétaires peinent alors à distinguer les professionnels aguerris de ceux qui sont peu qualifiés. Certains de ces développeurs rentrent dans des formes de surenchères et n'hésitent pas à proposer des « rentabilités clé en main » élevées qui s'avèrent après la mise en service des installations parfois loin des calculs initiaux à cause de malfaçons techniques ou de dimensionnement inadaptés (e.g. toitures mal orientées, intensités solaires mal estimées).

Au sein du territoire du PNR du Vercors, ces dérives touchent alors tout particulièrement les agriculteurs. L'intérêt des développeurs porte tout d'abord sur le foncier agricole dans la perspective de développer des centrales solaires au sol.

« Il y a eu pléthore de sollicitations de la part d'investisseurs auprès d'agriculteurs leur disant « ne vous embêtez pas, vos quatre hectares de prairie nous on vous les loue ». Il faut comprendre la surenchère qui été faite pour les terrains. Il était proposé 1000€ voire 2000€ l'hectare en location de terrain pour faire du PV alors que ces terres se louent 70€ l'hectare. C'était de l'ordre de 1 à 10, 1 à 50, 1 à 100 selon les sites. » – Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12.

Dans un contexte où le développement du photovoltaïque est une nouveauté, et où les collectivités locales n'ont pas eu le temps de préparer une réponse à ce type de projets, les développeurs solaires parviennent dans certains territoires à faire émerger des opérations au sol sur terrain agricole. Dans ces territoires, l'activité agricole traditionnelle se retrouve mise en concurrence avec l'activité de production d'énergie. Devant la fragilité de cette activité agricole dans le Vercors, le développement du photovoltaïque risque d'accroître le phénomène de déprise agricole.

L'intérêt des développeurs porte également sur les grandes toitures du bâti agricole, potentiellement éligibles à un tarif d'achat au-dessus de 50 c€/kWh. Cet attrait économique est à l'origine d'une nouvelle dérive. A partir d'offres de « hangar solaire clé en main », certains développeurs offrent aux agriculteurs de construire à leurs frais de nouveaux hangars, d'équiper les toitures de panneaux solaires et de reverser un loyer pendant vingt ans à ces agriculteurs. L'attrait économique de ce type d'opérations

pour les agriculteurs est tel, au premier abord, que de nouveaux hangars agricoles sans usages associés sont construits. Le point maximal des dérives est atteint avant 2010 avec des offres de construction de hangars agricoles à seulement quelques dizaines de centimètres du sol, ne pouvant pas avoir d'autres usages que l'installation de panneaux solaires.

« Il faut savoir que la construction en terrain agricole n'est autorisée que pour l'exercice de la profession, pour l'économie agricole, alors quand l'investisseur arrive et dit « moi je vous fais un hangar pour ranger le matériel » le gars dépose un permis de construire pour un hangar, l'investisseur PV construit à ses frais et va louer le bâtiment à l'agriculteur. L'agriculteur reste propriétaire du sol. Toutes les communes et tous les agriculteurs du plateau du PNR ont été contactés par des investisseurs qui disaient « je vous fais un hangar à un euro par an et vous me donnez l'autorisation de construire et de mettre mon installation PV dessus ». – Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12.

Face à cette forme de développement, une étude est engagée par RAEE en partenariat avec les chambres départementales d'agriculture et le PNR du Vercors. Ces acteurs soulignent que pendant les vingt années du contrat d'obligation d'achat, les agriculteurs peuvent accéder à une manne économique importante. En revanche, à l'issue de ces contrats, la baisse des revenus solaires combinée à la nouvelle charge fiscale liée au hangar agricole tend à mettre en danger l'équilibre économique de certaines exploitations agricoles. L'opération solaire serait en cela une occasion d'augmenter temporairement le revenu de certains agriculteurs mais représente à moyen terme une menace sur le devenir de l'activité agricole dans certains territoires ruraux.

« Au bout des vingt ans du bail l'agriculteur se retrouve avec un bâtiment et un patrimoine qu'il a mal évalué et qui fiscalement lui fait mal. Quand on a analysé ces données, on a mis des freins. La position des chambres d'agriculture a été partout en France de dénoncer ce genre de situations ». – Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12.

Dans la perspective de dépasser ces dérives mais néanmoins accompagner le développement du photovoltaïque, ces partenaires rhônalpins mettent en place des groupes de travail pour faire émerger de nouvelles modalités de portage de projet photovoltaïque. Ils proposent notamment de mettre en relation des propriétaires de toitures disposant d'un bon ensoleillement et souhaitant les valoriser mais ne disposant pas des fonds ou des compétences pour le faire (e.g. collectivités territoriales, agriculteurs, industriels, particuliers) et de l'autre des acteurs souhaitant s'investir et investir dans le photovoltaïque

mais n'ayant pas de surfaces de toitures adéquates pour le faire. A travers une telle approche ils tendent à déconstruire la figure de l'investisseur-propriétaire-producteur individuel et privé et construire une perspective de rentabilité collective à la fois publique et privée.

2.2. Exploration de figures d'individuation alternatives

Les groupes de travail à partir desquels les acteurs rhônalpins entendent réfléchir une autre voie de développement du photovoltaïque se mettent en place à partir de 2006. Ils émergent des réseaux de Rhônalpénergie tissés à l'occasion des projets énergétiques pionniers et trouvent des financements dans le cadre de programmes européens. Le premier de ces programmes, intitulé NENA (*Network Entreprise Alps*), est lancé en 2006 dans le cadre du programme européen INTERREG IIIB Espace Alpin¹. Dans le cadre de ce programme, RAEE met en place des groupes de travail nationaux et régionaux pour recenser les outils juridiques à la disposition d'acteurs souhaitant organiser des opérations solaires autour de la construction d'une rentabilité collective². Ces groupes de travail sont constitués d'acteurs hétérogènes : collectivités, syndicats d'énergie, organismes financiers, bureaux d'études, régies, SEM et de juristes³.

La première partie de la réflexion engagée porte sur les outils juridiques qui permettent de saisir l'entité « toiture ». La perspective de rentabilité économique suscitée par la politique nationale est attachée à la toiture (à travers les catégories du tarif d'achat et les modalités de calcul toiture par toiture des coûts de raccordement). A ce titre, la construction d'une rentabilité collective apparaît tout d'abord conditionnée par la capacité d'un collectif à saisir une toiture et à considérer la perspective de rentabilité qui lui est attachée séparément de son statut de propriété initial. Dans le cadre d'un investissement collectif sur une toiture, le collectif doit disposer de droits réels sur cette toiture de manière à ce que son investissement soit sécurisé sur la durée du contrat d'obligation d'achat.

« Quand un propriétaire décide de faire exploiter sa toiture par quelqu'un d'autre (ndlr : par exemple par un collectif), il faut donner des garanties à l'investisseur. Celui-ci doit pouvoir avoir un bail qui dure longtemps qui que soient les propriétaires du toit, et il doit avoir un droit d'accès

¹ Le programme européen INTERREG IIIB Espace Alpin regroupe les régions alpestres d'Europe en France, Allemagne, Suisse, Italie, Autriche, Slovaquie. Les programmes INTERREG sont financés par le FEDER (fonds européen de développement économique régional) qui vise à renforcer les formes de coopération interrégionales à l'échelle européenne.

² L'association RAE a souligné dès les années 1990 l'importance de développer des programmes d'action pour développer des projets photovoltaïques collectifs – Archives de RAEE - In extenso de l'AG du 4 juillet 1996 - Gérard Savatier, membre du bureau de direction de RAEE et futur président du CLER, indique qu'en matière de solaire, il est plus difficile d'agir sur les équipements collectifs que sur l'individuel et invite à travailler sur le sujet.

³ Un résumé des recherches et actions menées est disponible sur le site : <http://bauxtoitspv.raee.org/>

au toit à tout moment dans de bonnes conditions, il attend une sécurité de son installation. Enfin, il attend que le propriétaire ne crée pas d'ombre, voire qu'il négocie avec les voisins pour qu'ils abattent les arbres qui pourraient créer de l'ombre. » - Entretien avec un juriste spécialiste du photovoltaïque du 09/10/14.

L'établissement de droits réels sur la toiture par un collectif ne doit cependant pas empiéter sur l'usage initial du bâtiment. Dans le cas particulier du domaine public, il importe en plus que l'attribution de droits sur une toiture ne confère pas d'avantages exorbitants à une personne privée, ou ne contrevienne pas au droit des marchés publics.

À l'aune de ces différents enjeux, l'établissement de baux simples ne semble pas garantir le maintien des droits à la fois du propriétaire initial de la toiture et de l'exploitant de la toiture. Avec un bail simple, un changement de propriétaire ou un changement d'équipe municipale peut entraîner une rupture de bail et une perte nette des investissements réalisés par l'exploitant (individuel ou collectif). Plusieurs outils juridiques existants permettent toutefois de garantir ces droits. Le bail emphytéotique – ou bail emphytéotique administratif pour le domaine public – est un contrat de location de longue durée (entre 18 et 99 ans) qui crée une séparation juridique entre la partie de la toiture qui est louée et le reste du bâtiment.

« Pour garantir la durée du bail, le successeur dans la maison doit être tenu par le même bail. L'intérêt est alors de diviser le toit en un lot foncier distinct mais qui à terme réintègre la propriété. C'est une division du Droit de la propriété momentanée. Il permet de distinguer le toit qu'on loue qui fait l'objet d'un nouveau lot foncier. C'est un lotissement en verticalité. Une division de la propriété en volume. Cela peut être la moitié du toit, tout un pan de toit. Il faut se mettre d'accord sur la superficie louée » - Entretien avec un juriste spécialiste du photovoltaïque du 09/10/14.

Cette séparation juridique de la propriété, en ce qu'elle est inscrite au cadastre, devient opposable aux tiers. Elle garantit à l'exploitant de la toiture que son bail sera respecté malgré un changement de propriétaire ou de mandature politique. À l'issue de la durée du bail, cette division de la propriété est annulée et le propriétaire du bâtiment redevient propriétaire de l'intégralité de la toiture. Toutefois, dans la mesure où cette division en volume de la propriété requiert l'intervention d'un géomètre et un acte notarié, cette solution est coûteuse.

« Pour garantir cette propriété, il faut passer par un relevé géométrique du lot qu'on va louer. En clair il faut identifier l'épaisseur du toit qu'on va louer et le déclarer par acte notarié aux

services fiscaux et au domaine, de façon à le rendre opposable aux tiers, c'est-à-dire que tout nouveau propriétaire doit respecter cette division de propriété. Il y a un surcoût important d'acte juridique de l'ordre de 1000 à 2000€. C'est la principale contrainte. » - Entretien avec un juriste spécialiste du photovoltaïque du 09/10/14.

Pour le domaine public, une seconde option permet de garantir ces droits. La production d'électricité d'origine renouvelable s'inscrit dans les missions d'intérêt général des collectivités territoriales. A ce titre, ces dernières peuvent établir des conventions temporaires constitutives de droits réels (article L1311-5 du code général des collectivités territoriales) et ainsi mettre à disposition d'un tiers (un collectif solaire ou un développeur privé) une toiture publique pour installer des panneaux photovoltaïques. La durée de ce type de convention est calquée sur le modèle d'amortissement économique du projet mais peut être établie spécifiquement dans le cadre des projets photovoltaïques selon la durée du contrat d'obligation d'achat. La convention prévoit la possibilité pour le propriétaire du bâtiment de rompre le contrat mais également d'inclure des clauses initiales garantissant un remboursement de l'ensemble des pertes financières des investisseurs en cas de rupture de bail¹. Une telle clause permet alors de garantir la sécurité de l'investissement initial et représente moins de coûts que le recours au bail emphytéotique.

Ces outils juridiques permettent de jouer sur les attachements de la toiture et notamment sur son statut de propriété. Dès lors la rentabilité attachée à une toiture, initialement individuelle et attachée à ce statut de propriété, peut devenir collective. Il faut cependant que ces toitures puissent être exploitées par des structures garantissant la participation d'un ensemble d'individus et d'acteurs différents.

La seconde partie du travail engagé dans le cadre du programme NENA porte sur les outils juridiques qui permettent à un ensemble d'acteurs (publics et privés) d'organiser une opération photovoltaïque collective, à travers laquelle ils investissent et se répartissent des revenus. Deux cas sont spécifiquement abordés : celle des agriculteurs disposant d'offres « clé en main » mais désireux de s'organiser collectivement et celle des collectivités territoriales souhaitant participer (en investissant ou en mettant des toitures à disposition) à des projets photovoltaïques collectifs.

Pour le premier cas, RAEE s'associe aux chambres d'agricultures et aux Espaces InfoEnergie de Rhône-Alpes pour explorer les voies d'organisation de projets photovoltaïques collectifs dans le milieu agricole. Le travail mené est ensuite présenté en 2008 au cours d'un cycle de formations à destination des agriculteurs et dans un guide méthodologique.

¹ Source : http://baxtoitspv.raee.org/conventions_doccupation_temporaires.php

L'enjeu des partenaires rhônalpins est d'éviter que de nouveaux hangars soient construits uniquement pour les opérations solaires et d'encourager les agriculteurs à investir collectivement sur les sites les plus adaptés (au regard du tarif d'achat, des coûts de raccordement au réseau et de l'exposition solaire) puis à se redistribuer les bénéfices. Les agriculteurs peuvent pour cela organiser un modèle de portage collectif dans le cadre des sociétés agricoles existantes – groupement agricole d'exploitation en commun (GAEC), exploitation agricole à responsabilité limitée (EARL) ou société civile d'exploitation agricole (SCEA) – ou en créant des sociétés spécialement dévolues au projet solaire dont chaque agriculteur partenaire serait actionnaire (RAEE 2009, p.18). A travers le modèle des coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA) ou dans le cadre des chambres d'agriculture, les agriculteurs peuvent également négocier auprès d'installateurs ou des revendeurs de panneaux solaires des tarifs groupés plus bas que ceux que les porteurs de projets obtiendraient individuellement (*Ibid.*, p.13).

Dans le second cas, la participation des collectivités territoriales à des projets photovoltaïques collectifs apparaît soumise à plus de contraintes si celles-ci souhaitent investir dans le capital (voir Figure 20, p.205). Le modèle de la société d'économie mixte (SEM) semble adapté à des projets au sein desquels la participation de la collectivité au capital est majoritaire et celle-ci souhaite conserver le contrôle de la gouvernance. Le pouvoir de décision au sein de la structure est alors réparti au prorata des parts détenues. En revanche, lorsque celle-ci ne souhaite pas être majoritaire au capital et accepte d'ouvrir la gouvernance, le modèle de la société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) apparaît pertinent. Le modèle de la SCIC semble à ce titre mieux convenir à des projets portés par un ensemble de structures et une grande diversité de personnes. Le pouvoir de décision au sein de la SCIC est soumis à un principe coopératif (une personne = une voix).

Au début des années 2000, le déploiement de la politique du photovoltaïque ne suscite pas de problème majeur et les acteurs rhônalpins autour de RAEE ne sont pas spécifiquement mobilisés autour de la question du photovoltaïque. Néanmoins ces acteurs se remobilisent à partir des dérives et controverses qui émergent du tournant incitatif à partir de 2006. La réaction à ces dérives observées dans les territoires (*e.g.* comme celui du PNR du Vercors) et les travaux engagés mettent à contribution les compétences et réseaux d'actions développés au sein de l'espace d'hésitation rhônalpin. Les travaux menés autour d'outils juridiques constituent alors une exploration relationnelle alternative pour tenter de déconstruire une figure d'individuation alors dominante (*i.e.* celle de l'investisseur-propriétaire-producteur individuel) et construire une approche alternative pour construire la ressource (*i.e.* construire une rentabilité collective qui puisse être à la fois publique et privée). L'objectif de ces travaux est alors double : d'un côté faire émerger d'autres modes d'existence de la ressource au sein d'une politique très incitative et de l'autre proposer des voies de réajustement de cette politique nationale

pour que celle-ci prenne en compte des enjeux qu'elle ne valorise jusqu'alors pas (e.g. prise en compte de l'approche collective au sein du tarif d'achat).

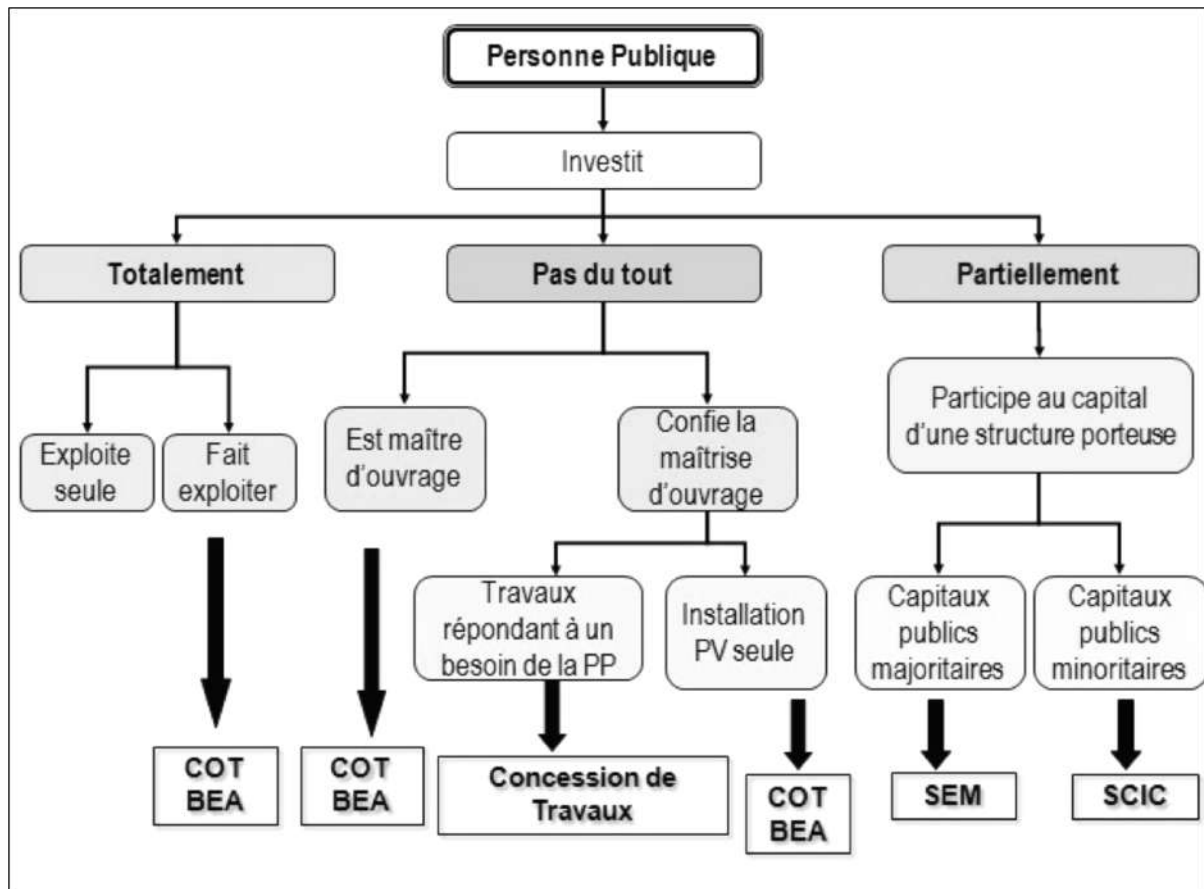


Figure 20: Solutions possibles pour l'investissement d'une collectivité territoriale dans un projet PV tel que discuté au sein du programme NENA (Source: <http://bauptoispv.raee/collectivites.php>)

3. Une politique nationale progressivement ajustée (2007-2011)

Le tournant incitatif de la politique du photovoltaïque en 2006 accélère la croissance des capacités raccordées au réseau dès 2007 (voir Figure 21, p.206). En plus de cela, la politique de raccordement au réseau des installations photovoltaïques est modifiée et vient renforcer le caractère incitatif de la politique du photovoltaïque. La loi de modernisation du service public de l'électricité de 2000 avait annoncé des mesures relatives aux modalités de raccordement au réseau des opérations photovoltaïques. Jusqu'en 2007, les décrets et arrêtés publiés portent essentiellement sur des points techniques. Un nouvel arrêté publié en juillet 2008 instaure de nouvelles conditions de prise en charge des coûts liés au raccordement et aux extensions de réseau menées en rapport avec des opérations photovoltaïques (Arrêté du 17 juillet 2008, article 1). Cet arrêté établit un taux de réfaction de 40% pour

les producteurs. Le taux de réfaction correspond à la part des coûts de raccordement qui est couverte par le tarif d'utilisation du réseau public d'électricité (TURPE¹) (Photovoltaïque.info). Dans ces conditions, le producteur d'électricité d'origine photovoltaïque ne prend à sa charge que 60% des coûts de raccordement et/ou d'extension du réseau électrique. Cette mesure introduit une logique de partage de ces coûts entre les producteurs et la collectivité. Elle tend alors à réduire certaines contraintes pour les projets photovoltaïques menés par des collectifs hétérogènes mais ne recadre pour autant pas les trajectoires d'individuation de la ressource.

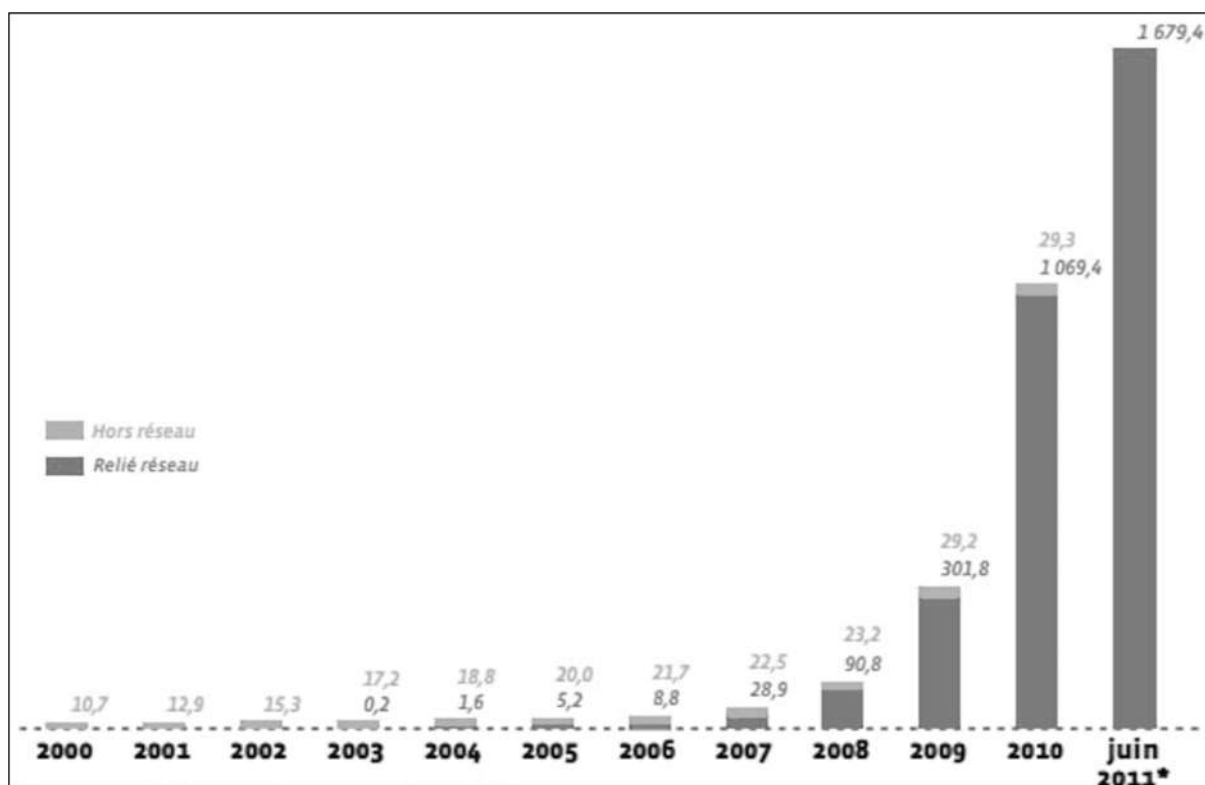


Figure 21: Croissance de la puissance totale cumulée installée en France en MWc - Source : SOeS

La croissance rapide du nombre des opérations photovoltaïques et des demandes de raccordement au réseau permet de progresser rapidement vers les objectifs quantitatifs de contribution de la filière au mix énergétique national fixés lors du Grenelle de l'Environnement de 2007², eux-mêmes traduits des objectifs européens discutés en 2007 (*i.e.* les « trois fois vingt »). Toutefois la soutenabilité de cette croissance rapide pose question.

¹ Les tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) sont instaurés en 2000 pour rémunérer les opérateurs de transport et de distribution de l'électricité dans le cadre de l'ouverture des marchés européens de l'énergie. Ils compensent leurs charges d'exploitation, de développement et d'entretien. Ils représentent par exemple 95% des ressources d'ENEDIS (ex-ERDF) (Source : enedis.fr).

² Ces objectifs sont explicités par la loi de programmation de 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle (Loi n°2009-967). A l'horizon 2020, l'objectif national est porté à 23% de part des EnR dans le bouquet énergétique français.

A côté des tarifs d'achat français dont le montant est élevé et continue d'augmenter, les prix du silicium et donc des panneaux photovoltaïques baissent. Dans ce contexte, certains porteurs de projets parviennent à atteindre des taux de rentabilités très importants (*i.e.* jusqu'à 20% et plus). Autour d'une telle perspective de rentabilité, les dérives se multiplient. Or cette rentabilité est financée, à travers la CSPE par l'ensemble des consommateurs d'électricité. L'augmentation de la CSPE s'accompagne d'un effet pervers : les nouveaux revenus des acteurs qui peuvent investir dans le photovoltaïque sont financés par ceux qui ne le peuvent pas. Cette augmentation marque alors un renforcement des inégalités sociales (Debourdeau 2011, p.57). Le gouvernement français, qui n'avait pas anticipé une telle croissance du volume des demandes de raccordement tente à partir de 2010 de reprendre en main le développement de la filière en ajustant le tarif d'achat.

Le tarif de 2006 est tout d'abord abrogé (Arrêtés des 12 et 15 janvier 2010). Le nouveau schéma d'organisation du tarif distingue désormais plusieurs catégories d'installations correspondant à différents montants d'achat de l'électricité. La première distinction porte sur les modalités d'intégration des panneaux et crée trois catégories relatives à des cahiers des charges plus ou moins contraignants : les installations photovoltaïques avec des panneaux intégrés au bâti, les installations en intégration simplifiée au bâti et les installations au sol (voir Tableau 14, p.208). Les critères généraux du cahier des charges n'établissent pas de cadres esthétiques ou paysagers pour le développement sur toiture de la filière. Néanmoins, pour bénéficier d'une prime d'intégration, il est désormais stipulé que les panneaux doivent assurer la protection des personnes, des biens, des animaux ou des activités. Cette condition permet d'éliminer les bâtiments construits sans autre but que l'installation de panneaux photovoltaïques (*e.g.* les hangars agricoles à quelques centimètres du sol). En plus d'une distinction sur les modalités d'intégration des panneaux, les nouveaux arrêtés tarifaires créent des catégories de tarifs relatives à l'usage du bâtiment. Les toitures de bâtiments à usage principal résidentiel, scolaire ou médical sont désormais mieux valorisées que les autres.

Le premier arrêté tarifaire de cette phase de transition n'entraîne pas de baisse importante du tarif mais est à l'origine d'une première forme de complexification du mécanisme. Cette complexification est renforcée avec l'arrêté du 31 août 2010. Ce dernier entraîne une multiplication du nombre de catégories au sein du tarif en rajoutant à la distinction de l'usage du bâtiment et du type d'intégration une distinction de puissance des installations. Les installations de moins de 3kWc sur toitures résidentielles conservent un tarif d'achat au montant très élevé tandis que le montant de tarif d'achat pour les autres toitures est baissé (voir Tableau 15, p.208). Cette reprise en main ne consacre aucune remise en question de la figure de l'investisseur-producteur propriétaire d'une toiture résidentielle privée.

| Tarif d'achat applicable en 2010 | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Prime d'intégration | 58c€/kWh* ou 50c€/kWh |
| Prime d'intégration simplifiée | 42c€/kWh |
| Autres, métropole | 31,4c€/kWh |
| Autres, DOM /TOM et Corse | 40c€/ kWh |

Tableau 14: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque suite aux arrêtés de janvier 2010 (Source: www.photovoltaïque.info)

| Tarif d'achat applicable en 2010 | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Prime d'intégration | 58c€/kWh*, 51c€/kWh* ou 44c€/kWh |
| Prime d'intégration simplifiée | 37c€/kWh |
| Autres, métropole | 27,6c€/kWh |
| Autres, DOM /TOM et Corse | 35,2c€/ kWh |

Tableau 15: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque suite à l'arrêté du 31 août 2010 (Source: www.photovoltaïque.info)

Ces deux mesures ne permettent pas d'endiguer la croissance du nombre de demande de raccordement et celle liée du montant de la CSPE. Par conséquent, l'Etat décide de prendre une mesure plus radicale. Le décret du 9 décembre 2010 suspend pour une durée de trois mois l'obligation de conclure un contrat d'obligation d'achat de la part d'EDF pour les installations dont la demande de raccordement complète n'a pas été transmise à EDF à la date de publication du décret (Décret n° 2010-1510). Il initie une période qualifiée de « moratoire du photovoltaïque ». À travers ce moratoire, l'Etat prend acte que le mécanisme des tarifs d'achat est débordé. Il entend alors fermer momentanément le marché national du photovoltaïque et ouvrir un nouvel espace de discussion politique sur son cadrage (Cointe 2015, p.155). Cette décision, nécessaire pour contrôler l'évolution de la CSPE, constitue un choc pour la filière photovoltaïque alors en pleine croissance¹.

Au cours de la période 2006-2011, le tournant incitatif de la politique du photovoltaïque a entraîné une croissance rapide de la filière. Pour autant, cette politique a apporté peu de précisions relationnelles sur la nature de l'investisseur en quête de rentabilité qu'elle suppose et a laissé ouvert les trajectoires d'individuation de la ressource. Cette politique n'a en cela pas intentionnellement construit ses milieux associés. La mise à l'épreuve de la proposition relationnelle d'individualisation du portage d'un projet photovoltaïque (1) a cependant permis l'émergence de plusieurs milieux associés à partir desquels cette politique, régulièrement débordée, a été progressivement ajustée par tâtonnements successifs (2) (voir Figure 22, p.209). Toutefois les débordements successifs de cette politique ont suscité des dérives et

¹ Selon des chiffres de l'ADEME de 2014, la filière photovoltaïque représente environ 10.000 emplois directs en 2009, puis 32.000 en 2010, 30.000 en 2011 et seulement 18.000 en 2012 avec les effets du moratoire (photovoltaïque.info).

controverses. A partir de ces controverses, les travaux engagés autour de RAEE ont permis de mobiliser les compétences et réseaux de l'espace d'hésitation rhônalpin et d'explorer des figures d'individuation alternatives (3). A travers des projets photovoltaïques innovants, les acteurs rhônalpins tentent de proposer des formes d'ajustement de la proposition relationnelle du gouvernement (4) sans pour autant parvenir à déplacer la politique nationale.

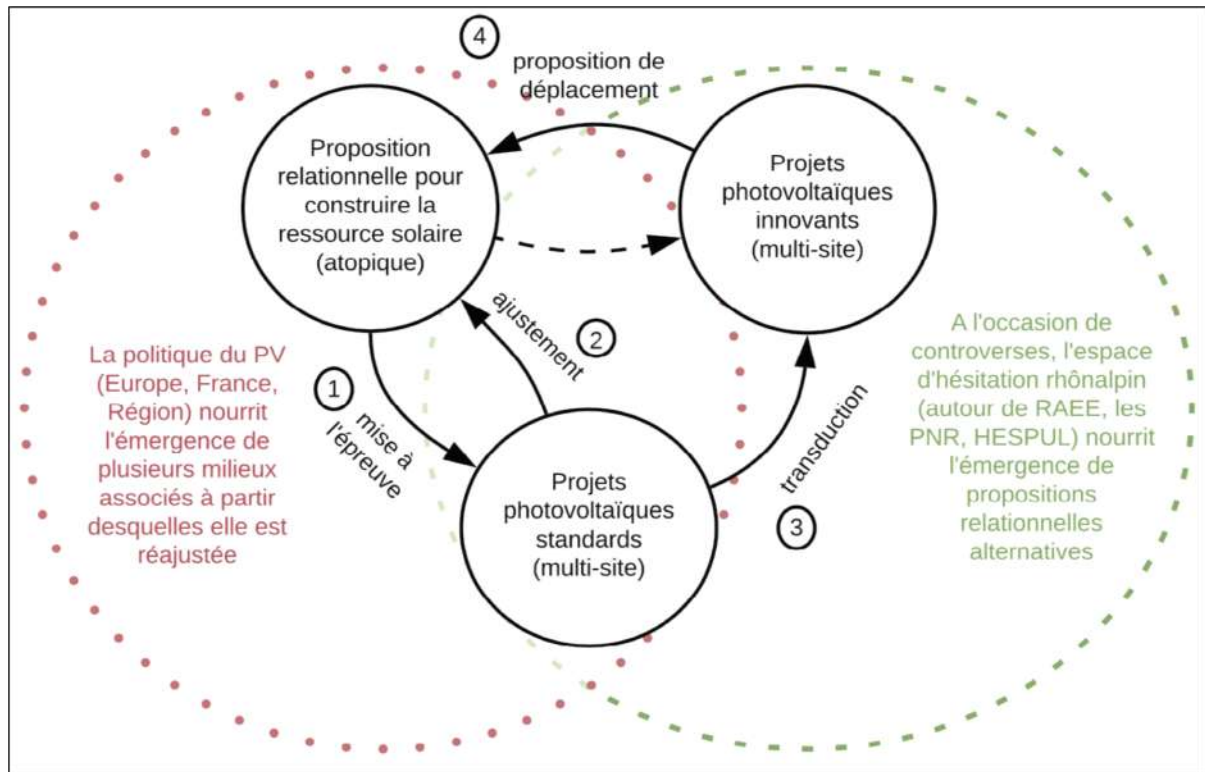


Figure 22: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour de la politique nationale du PV pendant la période 2006-2011

Section 3 : 2011-2016 : Structuration de figures d'individuations alternatives et ajustements de la politique nationale

1. Recadrage de la politique du photovoltaïque (2011)

À l'issue de la concertation liée au « moratoire », les arrêtés du 4 Mars 2011 recadrent le l'instrument des tarifs d'achats pour le photovoltaïque. Ce recadrage poursuit la logique de complexification du fonctionnement de l'instrument. Les distinctions relatives à l'usage des bâtiments (résidentiel, enseignement ou santé, autre) et aux modalités d'intégration des panneaux (intégration au bâti, intégration simplifiée) sont conservées. Les catégories relatives à la puissance des installations sont modifiées. Au final, le nouveau tarif d'achat se divise à partir de mars 2011 en cinq catégories distinctes (voir Tableau 16, ci-dessous). Les installations sur toitures résidentielles de petites puissances bénéficiant de la prime d'intégration au bâti bénéficient toujours du tarif le plus intéressant (46 c€/kWh). Les toitures publiques ou à usages professionnels sont ensuite moins valorisées.

| Type de l'installation et puissance totale | | | 10/03/20 | 01/07/20 | 01/10/20 | 01/01/20 | 01/04/12 | 01/07/12 |
|--|--------------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|
| | | | 11 au 30/06/20 11 | 11 au 30/09/20 11 | 11 au 31/12/20 11 | 12 au 31/03/20 12 | au 30/06/12 | au 30/09/12 |
| Résidentiel | Intégration au bâti | [0-9kWc] | 46 | 42,55 | 40,63 | 38,80 | 37,06 | 35,39 |
| | | [9-36kWc] | 40,25 | 37,23 | 35,55 | 33,95 | 32,42 | 30,96 |
| | Intégration simplifiée au bâti | [0-36kWc] | 30,35 | 27,46 | 24,85 | 22,49 | 20,35 | 18,42 |
| | | [36-100kWc] | 28,83 | 26,09 | 23,61 | 21,37 | 19,34 | 17,50 |
| Enseignement ou santé | Intégration au bâti | [0-36kWc] | 40,6 | 36,74 | 33,25 | 30,09 | 27,23 | 24,64 |
| | Intégration simplifiée au bâti | [0-36 kWc] | 30,35 | 27,46 | 24,85 | 22,49 | 20,35 | 18,42 |
| | | [36-100 kWc] | 28,83 | 26,09 | 23,61 | 21,37 | 19,34 | 17,50 |
| Autres bâtiments | Intégration au bâti | [0-9kWc] | 35,2 | 31,85 | 28,82 | 26,09 | 23,61 | 21,36 |
| | Intégration simplifiée au bâti | [0-36kWc] | 30,35 | 27,46 | 24,85 | 22,49 | 20,35 | 18,42 |
| | | [36-100kWc] | 28,83 | 26,09 | 23,61 | 21,37 | 19,34 | 17,50 |
| Tout type d'installation | | [0-12MW] | 12,00 | 11,68 | 11,38 | 11,08 | 10,79 | 10,51 |

Tableau 16: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2011 et 2012 (Source: www.photovoltaique.info)

Outre le montant et les catégories au sein du tarif, l'arrêté tarifaire de mars 2011 met en place un mécanisme d'encadrement et de réajustement à la baisse du tarif. Celui-ci est organisé autour

d'objectifs de puissance quantifiés à raccorder au réseau sur une base annuelle. L'objectif, alors peu ambitieux au regard de la dynamique de 2008 à 2010, est fixé à 500MWc de capacités à installer par an. Le montant du tarif d'achat est encadré à la baisse sur une base trimestrielle en fonction de l'évolution des demandes de raccordement indépendamment des catégories distinctes au sein du tarif. D'un point de vue théorique, cette baisse est fixée à 10% par an (2,5% tous les trimestres) sur la base des objectifs quantitatifs annoncés. Cette baisse est régulée dans les faits sur la base de l'ampleur des demandes de raccordement effectuée à chaque trimestre. La validation du tarif est ainsi encadrée par un arrêté tarifaire au début de chaque trimestre.

Ce recadrage du fonctionnement du tarif d'achat coïncide avec l'application en 2011 de la loi portant nouvelle organisation du marché de l'électricité (loi n° 2010-1488 dit loi NOME). Celle-ci abroge le taux de réfaction pour le raccordement au réseau des installations photovoltaïques et entraîne un retour à la situation d'avant 2008. Les coûts de raccordement et les éventuels coûts d'extension et de renforcement du réseau sont de nouveau intégralement à la charge des producteurs d'électricité.

A l'issue de la période du moratoire et de ces mesures de réajustement, la logique d'organisation de la politique nationale du photovoltaïque semble être la même. Celle-ci propose de réguler le développement de la filière en modulant une perspective de rentabilité des investissements dans des projets photovoltaïques. La multiplication des catégories au sein du tarif d'achat et la suppression du taux de réfaction semble alors renforcer les contraintes au développement de projets portés par des collectifs hétérogènes et favoriser davantage l'émergence de projets simples menés par des investisseurs-proprétaires-individuels. Néanmoins, dans ce contexte, les travaux menés en Rhône-Alpes autour de RAEE pour explorer d'autres alternatives relationnelles se poursuivent.

2. Poursuite de la structuration de figures d'individuation alternatives

2.1. Vers une émergence non concertée de nouveaux paysages de l'énergie

La première phase de croissance rapide de la filière photovoltaïque raccordé au réseau à la suite du tournant incitatif de 2006 a été parcourue par une série de dérives et de controverses. Celles-ci ont été questionnées dans le cadre des travaux menés par RAEE et ses partenaires à l'occasion du programme NENA. Toutefois, après quelques années de développement de la filière et de multiplication des projets selon une approche essentiellement individuelle et privée, ces acteurs rhônalpins identifient un problème non questionné jusqu'ici. Le développement du photovoltaïque sous la forme de grandes opérations au sol ou sur le foncier agricole ou forestier (*e.g.* le projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors, voir Chapitre 1) mais également sous la forme d'une myriade de petites installations sur les

toitures résidentielles entraîne l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie de manière non concertée. De plus, dans le cadre de cette émergence, l'intégration architecturale des panneaux solaires est peu encadrée par les instruments de la politique nationale.

Dans le PNR du Vercors, où la question paysagère est au cœur du projet de territoire, les chargés de mission constatent un développement massif des opérations individuelles sur toitures résidentielles de petites envergures (3kWc, c'est-à-dire environ 20m²). Dans le cadre de ces projets, les particuliers doivent adresser en mairie une demande d'autorisation de travaux pour l'installation de panneaux photovoltaïque sur leurs toitures. Cette demande est supposée validée en l'absence d'une réponse de la mairie dans la plupart des situations. Or entre 2006 et 2010, ces travaux de petite envergure ne sont pas réellement encadrés par les communes du Vercors. Leur multiplication tend cependant à rapidement modifier l'esthétique visuelle de certains villages du Vercors. L'établissement de POS ou de PLU dans ces territoires, qui avait pour objectif de faire valoir une identité paysagère et architecturale en encadrant l'évolution du bâti, se trouve en partie contourné par ce développement peu encadré du photovoltaïque.

« Notre objectif c'est de mettre en place des règles : le photovoltaïque c'est sur les toitures et pas au sol, et si possible ce n'est pas dans une approche individuelle. On a mis trente ans à développer les POS et les PLU pour harmoniser les constructions sur un territoire, et là on est en train d'accepter des « timbres-poste » sur des toitures où chacun fait ce qu'il veut. C'est contradictoire. Il faut donner aux élus les outils pour gérer cette introduction massive, en anticipant ce développement. Aujourd'hui ça se voit encore peu qu'une toiture ou deux sont équipées, mais dans vingt ou trente ans, toutes les toitures seront équipées. » - Entretien avec un chargé de mission énergie chez RAEE du 30 novembre 2012.

Dans le prolongement des travaux engagés à partir de 2006, RAEE et ses partenaires régionaux tentent d'inclure à partir de 2010 la question paysagère et architecturale dans de nouveaux programmes d'expérimentation sur des modèles alternatifs de développement du photovoltaïque.

2.2. Emergence de figures d'individuation alternatives : les « centrales villageoises »

A partir de 2010, RAEE participe à un nouveau programme européen qui lui permet de poursuivre ses travaux autour du portage collectif de projets photovoltaïques. Ce dernier intervient cependant dans un contexte très différent par rapport à celui du programme NENA. Alors que de nombreux projets photovoltaïques initiés entre 2006 et 2010 ont pu atteindre des rentabilités économiques allant jusqu'à 20%, les réformes de 2010 et le moratoire photovoltaïque changent drastiquement la situation. Dans la

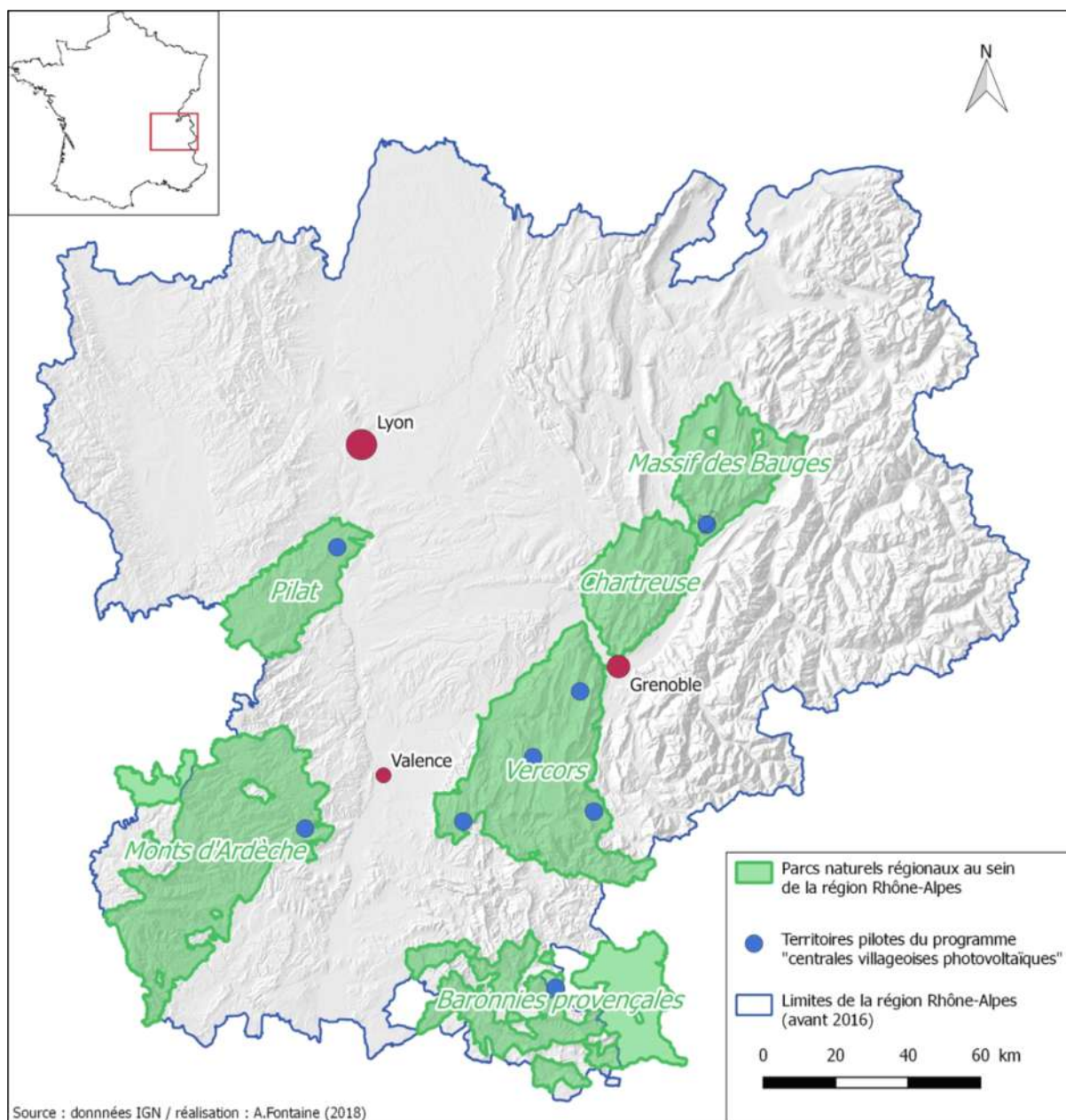
période précédente, de très nombreuses toitures pouvaient accueillir des projets photovoltaïques économiquement rentables. A partir de 2011, les perspectives de rentabilité liées à des projets photovoltaïques sur toitures sont plus faibles. Dans ce cadre, les surcoûts suscités par les projets photovoltaïques collectifs par rapport aux projets individuels (*e.g.* établissement de baux, création et gestion de sociétés) peuvent devenir un frein à leur développement.

Dans ce contexte, l'objectif de RAEE est non seulement d'ajuster les propositions de modalités d'organisation d'une rentabilité collective autour de projets photovoltaïques formulées avant 2010 et de continuer à tenter de faire exister au sein de ces propositions des enjeux que la politique nationale ne valorise pas (*e.g.* intégration paysagère et architecturale des panneaux, approche collective et territoriale, ouverture de l'accès et redistribution des revenus du photovoltaïque).

A partir de 2010, RAEE participe au programme européen Enerscapes (*Integration of renewable energies in mediterranean landscapes*). Ce dernier émerge du programme MED lui-même issu du fonds européen de développement économique et régional (FEDER). Les partenaires européens engagés dans Enerscapes entendent développer des outils et des méthodologies pour accompagner et encadrer l'intégration des énergies renouvelables dans des paysages (naturel et bâti) sensibles (Enerscapes 2012)¹. Dans le cadre de ce programme, RAEE entend mettre en place un programme expérimental de développement de projets photovoltaïques collectifs autour de la construction d'une rentabilité collective à la fois publique et privée et d'une attention particulière pour l'intégration paysagère et architecturale des panneaux solaires. Dans cette perspective, RAEE se rapproche des PNR de Rhône-Alpes qui sont d'ores et déjà des territoires d'expérimentation sur les questions du paysage et des alternatives énergétiques. Le budget initial de ce programme expérimental est d'environ 400.000€². Il permet de financer la phase de développement de huit opérations pilotes au sein de plusieurs PNR de Rhône-Alpes (i.e. PNR du Vercors, PNR du Pilat, PNR des Monts d'Ardèche, PNR du Massif des Bauges, PNR des Baronnies Provençales) (voir Carte 5, p.214). Pour chacune de ces opérations pilotes, l'objectif est de développer des opérations photovoltaïques collectives, sur plusieurs toitures, à l'échelle d'un village, qui émergeraient d'un processus participatif local et seraient financées par les acteurs locaux, le tout dans le cadre d'une réflexion sur l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie.

¹« Led by Malta Intelligent Energy Management Agency (MT) and composed by the Cyprus Energy Agency (CY), the Conserjeria de Medio Ambiente of Andalucia (ES), the Lazio Region (IT), the Region of Thessaly (GR), Rhône Alpes Energie Environnement (FR), the Province of Vercelli (IT) and the University of Maribor (SL), the partnership tried to define and test a shared methodology for planning the introduction of RES in selected pilot areas, which are being provided by Action Plans defined to carry out specific landscape quality objectives, in order to avoid negative effects on cultural heritage and environment. » (Enerscapes 2012, p.8).

² Ce budget initial est à la fois alimenté par des fonds européens (Enerscapes : 163.500€ ; Leader-Vercors : 57.750€), des fonds régionaux (176.750€ dans le cadre d'un appel à projet Rhône-Alpes), des fonds départementaux (Conseil général de la Drôme 15.000€) et des fonds propres de RAEE (15.000€) (Fontaine 2013, p.59). Il ne finance que la phase développement et non le financement à proprement parler des opérations photovoltaïques.



Carte 5: Territoires pilotes du programme "centrales villageoises photovoltaïques" en Rhône-Alpes en 2010-2012

Dans cette approche expérimentale, l'objectif est de développer des opérations de faibles puissances à l'échelle des villages (*i.e.* entre 100 et 250kWc). Par la suite, si le modèle fonctionne et essaime, la multiplication de ces petites unités de production pourrait permettre de développer l'autonomie énergétique des territoires et participer à construire une trajectoire de décentralisation énergétique. Pour cela, ces opérations pilotes doivent permettre aux partenaires de construire un ensemble d'outils et de méthodes pour que la démarche puisse être facilement reproduite ailleurs, y compris dans des territoires hors-PNR. En cela, le travail mené s'inscrit dans le prolongement des explorations menées jusqu'ici autour de nouvelles figures d'individuation de la politique du photovoltaïque.

L'expérimentation s'organise autour de quatre volets d'action et la construction de quatre types d'outils et de méthodologies. Le premier volet d'action porte sur la prise en compte des spécificités paysagères et architecturales d'un territoire. Le second volet d'action s'inscrit dans le prolongement des travaux menés dans le cadre du programme NENA et porte sur la construction de solutions juridiques pour le développement de tels projets (e.g. baux, statuts d'entreprises). Le troisième volet d'action porte sur la construction d'outils technico-économique pour accompagner la sélection de toitures et la construction de modèles économiques dans un contexte de baisse régulière du montant des tarifs d'achat. Enfin le dernier volet porte sur l'animation territoriale et des méthodes pour accompagner l'émergence de collectifs regroupant des habitants, des élus et des entreprises à l'échelle d'un territoire pour mener des projets photovoltaïques.

« Dans les huit territoires, on a voulu mettre en place des équipes techniques avec des structurations un peu différentes parce que l'objet du travail c'est d'étudier les faisabilités locales mais c'est aussi de dégager les principes de comment concevoir une « centrale villageoise » sur un territoire. La méthodologie d'approche et d'animation est très importante. On veut que ces expérimentations servent à construire une méthode de façon à ce que derrière on ait un guide »
Entretien avec un chargé de mission climat-énergie du PNR du Vercors du 30/10/12.

Le défi pour les acteurs qui participent au développement des opérations pilotes des centrales villageoises est alors de réussir à faire émerger simultanément des collectifs d'acteurs (i.e. investisseurs publics et privés, propriétaires de toitures publiques et privées) et des collectifs de toitures. Or dans le cadre de la politique nationale, ces toitures sont dotées de rentabilités individuelles très hétérogènes (au regard des catégories du tarif, des logiques de raccordement au réseau, de la possibilité ou non de bénéficier d'un crédit d'impôt). A partir des objectifs initiaux de la démarche, ces acteurs tentent de naviguer au sein de la perspective de rentabilité ouverte par la politique nationale tout en construisant une rentabilité collective et en faisant exister des enjeux que cette politique ne valorise pas (e.g. intégration architecturale et paysagère, approche participative) (voir Chapitre 5 et 6). De plus, ce défi se trouve constamment reconfiguré dans un contexte de réajustement par tâtonnements successifs de la politique nationale du photovoltaïque.

3. Ajustement par tâtonnements successifs de la politique nationale (2012-2017)

3.1. Simplification et baisse progressive du tarif (2012-2014)

Dans le prolongement de la dynamique observée au cours des années 2000, les coûts de production des panneaux solaires photovoltaïques poursuivent leur baisse année après année. Néanmoins la baisse du montant des tarifs d'achat amorcée en 2011 et la suppression du taux de réfaction tend à réduire le caractère incitatif de la politique nationale du photovoltaïque. L'incitation pour les projets de moins de 9 kWc sur toitures résidentielles qui bénéficient de la prime d'intégration reste très importante. Ce type de projet se développe toujours rapidement. En revanche, le développement d'autres types de projets ralentit progressivement.

De manière à donner un nouvel élan à une filière qui peine à dépasser le choc du moratoire de 2010, le gouvernement propose un réajustement de l'instrument des tarifs d'achat en 2013. Un premier arrêté en date du 7 janvier 2013 annonce tout d'abord un doublement des objectifs quantitatifs de développement de puissance annuelle de 500 à 1000 MWc. Celui-ci doit permettre de ralentir le rythme des baisses annuelles du montant des tarifs d'achat. De plus, l'arrêté porte un effort de simplification du dispositif en supprimant les catégories relatives à l'usage du bâtiment et ne conservant que les distinctions de puissance et de modalité d'intégration des panneaux. Les toitures publiques retrouvent le même montant de tarif d'achat que les toitures résidentielles privées et gagnent alors un intérêt pour le développement de nouvelles opérations. Ce nouveau tarif valorise toujours beaucoup plus les projets de petites puissances (inférieures à 9 kWc) par rapport aux projets de plus grandes puissances.

Un second arrêté à la même date du 7 janvier 2013 opère une revalorisation des tarifs d'achat sur la base d'une proposition des réseaux et syndicats représentant les filières des renouvelables. Cette revalorisation procède par l'attribution d'une majoration du tarif d'achat en fonction de l'origine des panneaux solaires utilisés. Le tarif est majoré de 5% si les cellules photovoltaïques ont été construites ou assemblées en Europe. Le tarif est majoré de 10% si les deux conditions sont respectées. Toutefois cette mesure incitative revêt un caractère protectionniste dénoncé par la DG Concurrence. Elle est à ce titre annulée en avril 2014.

3.2. Controverse relationnelle autour du tarif et du réseau (2015)

Pendant les deux années qui suivent les arrêtés de janvier 2013, le montant des tarifs d'achat poursuit sa baisse. Ce montant reste encore largement incitatif pour les opérations de moins de 9kWc en 2015. Il est toutefois remis en cause à l'occasion de la publication de l'arrêté du 26 juin 2015 qui porte précision des modalités de calcul de la puissance d'une installation et donc de calcul de l'éligibilité d'un projet à une catégorie de puissance du tarif. Une installation était jusqu'à cet arrêté éligible à une catégorie de puissance calculée sur la base de la somme des installations photovoltaïques sur une même parcelle cadastrale. Sur proposition de l'entreprise EDF, la nouvelle formulation spécifie que la puissance de l'installation susceptible de bénéficier du tarif d'achat est calculée en faisant la somme des

puissances de l'ensemble des autres installations raccordées au réseau ou en projet sur la même parcelle cadastrale ou sur le même bâtiment. Dès lors, la branche de l'entreprise EDF responsable de l'établissement des contrats d'obligation d'achat considère que les bâtiments contigus (mitoyens) seraient de fait un seul et même bâtiment. Lorsque deux opérations photovoltaïques sur deux parcelles distinctes sont menées sur des bâtiments contigus, elles sont éligibles à la catégorie de tarif qui correspond à la somme des puissances des deux opérations. Dans certains bourgs et villages et bien évidemment dans toutes les unités urbaines denses, au sein desquelles de nombreux bâtiments sont mitoyens, cette mesure tend à rendre presque inaccessible la catégorie de tarif pour les projets de moins de 9kWc alors que celle-ci reste de loin la plus incitative. De plus, l'arrêté tarifaire ouvre la possibilité d'une modification rétroactive des contrats d'obligation d'achat des projets dont les demandes de raccordement datent de moins de 18 mois si les nouvelles modalités de calcul de puissance entraînent un changement de catégorie.

Cette mesure ouvre la voie à une appréhension collective de projets individuels quant à leur puissance de raccordement. Elle intervient essentiellement dans la perspective de contrôler l'augmentation de la CSPE et de favoriser l'émergence d'opérations photovoltaïques de puissances plus importantes à la place des projets de toute petite puissance sur les toitures résidentielles. Cette mesure tend alors à remettre en cause le développement du photovoltaïque en dehors de très grandes opérations et donc des projets qui ont jusqu'ici bénéficiés du plus important taux d'incitation.

A ce titre, un premier arbitrage est opéré par le gouvernement entre les représentants de la filière photovoltaïque et EDF. L'entreprise accepte d'assouplir sa position à propos de la terminologie « même bâtiment » pour le calcul de la puissance d'un projet dès lors que la demande de raccordement atteste de la singularité d'un bâtiment sur la base d'un rapport d'expert (*e.g.* géomètre, notaire, architecte). Toutefois le recours à un expert pour justifier de cette singularité représente des surcoûts et ne constitue pas un arbitrage pertinent à long terme. Dans le cadre d'un second arbitrage, le gouvernement propose de considérer dans le calcul des catégories de puissance des projets photovoltaïques que deux installations sont distinctes si elles sont implantées sur des bâtiments distincts ou sur un même bâtiment appartenant à des propriétaires différents. Si aucune de ces deux règles ne permet de distinguer les projets, le gouvernement propose d'établir la règle d'une distance de 250 mètres au-delà de laquelle deux projets sont systématiquement considérés comme distincts (décret 2016-691). Cette mesure très critiquée est abandonnée dès décembre 2016 (décret n° 2016-1726) ce qui consacre un retour à la situation initiale avant la controverse.

3.3. Emergence de mesures favorables pour les projets collectifs (2015-2018)

En 2015, le développement du photovoltaïque reste essentiellement organisé autour de la figure d'un investisseur-propriétaire-producteur individuel. L'approche collective constitue un impensé au sein de la politique nationale du photovoltaïque. Néanmoins la situation évolue avec l'adoption et la mise en application de la loi de transition énergétiques pour la croissance verte (Loi n° 2015-992 dite loi TEPCV)¹.

La loi TEPCV marque un tournant de la politique du photovoltaïque avec l'adoption de nouveaux objectifs quantitatifs de développement et surtout l'ouverture d'une réflexion sur l'après tarif d'achat. Le mécanisme des tarifs d'achat a pour objectif de financer des filières technologiques qui ne sont pas encore matures pour se rémunérer seules sur le marché de l'électricité et les accompagner jusqu'à ce qu'elles atteignent la parité réseau. La parité réseau correspond au moment à partir duquel le coût de l'électricité produite à partir de la technologie photovoltaïque devient compétitif par rapport au prix de vente de l'électricité sur le marché. Cette parité réseau ne se pose pas de manière uniforme pour tous les projets utilisant la technologie photovoltaïque : les projets au sol de très grande ampleur produisent un kWh à moindre coût par rapport à des projets de petite ampleur sur toiture résidentielle. Néanmoins le photovoltaïque se rapproche en 2015 de la parité réseau. L'objectif du gouvernement est alors de mettre en place un nouvel instrument, mieux adapté que les tarifs d'achat pour accompagner le développement de la filière dans une perspective d'atteindre la parité réseau.

La loi TEPCV annonce la mise en place d'un mécanisme de complément de rémunération (Loi n° 2015-992, article 104). Le complément de rémunération remplace les tarifs d'achat pour les grosses opérations PV (de plus de 500kWc) et permet aux producteurs de bénéficier d'une prime en complément de la vente sur le marché de leur électricité. Cette prime atténue les conséquences de la volatilité des prix de l'électricité sur le marché en rémunérant cette électricité légèrement au-dessus du prix du marché. Elle revêt un caractère incitatif en ce qu'elle permet de réduire les risques économiques des nouveaux producteurs d'électricité d'origine photovoltaïque. Toutefois, au moment de l'adoption de la loi, la mise en place du dispositif reste largement soumise à la publication de décrets d'application. En plus de la question du complément de rémunération, la loi TEPCV développe un volet d'action relatif au financement participatif des énergies renouvelables (Loi n° 2015-992, articles 111 et 119). Dans des articles dont la mise en effet est également soumise à la publication de décrets d'application le gouvernement annonce vouloir mettre en place des conditions plus favorables pour le développement de projets photovoltaïques portés collectivement par des citoyens et/ou des collectivités locales. Ces déclarations d'intentions portent sur l'assouplissement des conditions d'appel à épargne pour des

¹ Cette adoption intervient dans un contexte de préparation de la COP21 à Paris en 2015. La loi TEPCV fixe de nouveaux objectifs sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, de la consommation énergétique, de la part des énergies fossiles dans la consommation, de la part du nucléaire dans le mix électrique et pour ce qui nous intéresse plus directement sur l'augmentation de la part des énergies renouvelables. Sur ce dernier point, la loi entend mettre en place des mesures pour porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030.

sociétés énergétiques locales (sous statuts de SAS, de SCIC ou de SEM) et de mise en place d'un investissement collectif. Les projets photovoltaïques issus d'un investissement participatif pourraient bénéficier d'aides particulières par le biais de critères d'appel d'offres, de tarifs d'achat ou de compléments de rémunération spécifiques. La loi TEPCV ouvre également un débat sur l'assouplissement des conditions à travers lesquelles les collectivités locales pourraient participer et financer le développement de projets de production d'énergie. Enfin, la loi TEPCV annonce le développement d'un volet de la politique photovoltaïque sur l'autoconsommation. L'engagement dans cette direction ouvre une opportunité pour penser de nouveau la politique du photovoltaïque en lien avec une politique de sobriété énergétique telle qu'elle se dessinait à l'heure des premiers projets photovoltaïques pionniers *off-grid*.

En parallèle de la discussion et de la mise en application de la loi TEPCV, deux autres mesures tendent à faire évoluer les cadres relationnels de la politique nationale du photovoltaïque. La première mesure est la réforme de la CSPE (Décret n° 2016-158). Cette taxe qui permettait depuis 2003 de financer, entre autres, les tarifs d'achat pour les énergies renouvelables soulèvent plusieurs problèmes. Tout d'abord elle fait porter l'effort du développement des énergies renouvelables sur l'ensemble des consommateurs d'électricité dont le prix tend par conséquent à augmenter plus rapidement. Toutefois les consommateurs d'énergies non électriques ne contribuent pas au budget du développement des énergies renouvelables. Ensuite, l'entreprise EDF défend que le montant de la CSPE en 2015 ne lui permet pas de couvrir l'ensemble des surcoûts liés à ses missions de service public (Assemblée Nationale 2015). Enfin, l'Assemblée Nationale n'exerce aucun contrôle sur la CSPE alors que celle-ci pèse sur l'ensemble des consommateurs d'électricité donc sur l'essentiel des français. Ce point pose problème au regard du Droit européen. La réforme de la CSPE propose alors de financer le développement des énergies renouvelables par un budget voté au Parlement abondé à la fois par une taxe intérieure sur les consommations finales d'électricité (TICFE) et par la contribution climat énergie (autrement désigné comme la « taxe carbone »). Cette réforme dont la mise en place est progressive de 2015 à 2017 permet alors non seulement de faire financer le développement des énergies renouvelables à la fois par les consommateurs d'électricité et ceux d'énergies fossiles, et de soumettre l'évolution de ce budget à la supervision de l'Assemblée Nationale.

La seconde mesure porte sur le rétablissement d'un taux de réfaction et de modalités de partage des coûts de raccordement au réseau entre les producteurs et la collectivité. L'arrêté du 30 novembre 2017 introduit un taux de réfaction variable en fonction de la puissance des installations (40% pour les installations de moins de 100kVA jusqu'à 0% pour les installations de plus de 5MW). Ce taux variable permet d'accompagner les opérations de petites puissances dont l'équilibre économique peut être très affecté par les coûts de renforcement et de raccordement au réseau sans accompagner les opérations de fortes puissances qui peuvent assumer des coûts importants sans être affectées.

Les annonces de mesures incitatives pour le portage de projet collectif d'opérations photovoltaïques marquent un succès de la part de plusieurs réseaux (notamment autour de RAEE et HESPUL) à informer la politique nationale et à faire exister à côté de la figure de l'investisseur-propriétaire-producteur individuel, celle du collectif public et privé de propriétaires et de non propriétaires investissant collectivement dans le photovoltaïque. A cette occasion, le cadre relationnel établi par la politique nationale se trouve non plus seulement réajusté par ses milieux associés mais également par l'espace d'hésitation ouvert en Rhône-Alpes à l'occasion des dérives du développement du photovoltaïque à partir de 2006 (voir Figure 22, p.209).

Section 4 : Synthèse et discussion

Au démarrage de ce quatrième chapitre, nous avons proposé de poursuivre notre enquête sociohistorique et ontogénétique sur les politiques de la ressource. Notre objectif était alors d'interroger comment la politique française du photovoltaïque qui se met en place chemin faisant à partir du début des années 2000 propose d'encadrer le processus de construction de la ressource énergétique solaire. Nous avons pour cela proposé de saisir l'émergence de cette politique à travers trois phases (2000-2006, 2006-2011 et 2011-2017) pensées comme des moments où des formes d'individuation de la ressource émergent et sont discutées. Dans le cadre de cette analyse par phases, nous avons poursuivi notre mise à l'épreuve de la distinction entre milieu associé et espace d'hésitation afin d'appréhender des trajectoires d'individuation. L'analyse menée nous permet de mettre en avant dans un dernier temps de ce chapitre, et au regard de nos deux hypothèses (**H2ter et H3bis**), deux résultats et les points de discussion que ces résultats soulèvent.

Le premier point de discussion est relatif au rôle des héritages des expériences énergétiques dans le déploiement de trajectoires contemporaines de transition et de politiques de la ressource. Nous avons au cours du chapitre souligné que la politique française du photovoltaïque, saisie comme une somme de normes et d'instruments, avait émergée en même temps que son milieu associé (Cointe et Nadaï 2018). Plus précisément, plusieurs milieux associés se sont structurés autour de cette politique et ont organisé plusieurs façons de s'en emparer (autour de différentes figures d'individuation) pour construire la ressource. Pour autant cette politique n'a pas intentionnellement constituée son milieu associé et a laissé ouvert les trajectoires d'individuation de la ressource.

Le tournant incitatif de la politique nationale du photovoltaïque a entraîné une croissance rapide de la filière incarnée par la prolifération des projets menés par des investisseurs-proprétaires-individuels. Ces projets dont la soutenabilité n'est initialement pas discutée soulèvent cependant de nombreuses controverses (*e.g.* bulle spéculative, accroissement des inégalités sociales, pratiques commerciales abusives). La proposition relationnelle de la politique nationale du photovoltaïque est tout d'abord ouverte à négociation et informée par ses milieux associés. Toutefois, en parallèle, les réseaux autour de RAEE de l'espace d'hésitation rhônalpin s'organisent pour faire émerger à l'occasion de nouveaux programmes expérimentaux pour faire émerger des propositions relationnelles alternatives. Les premiers projets qui les mettent à l'épreuve tendent alors à poser la question de la soutenabilité d'emblée à l'occasion des discussions sur le portage d'un projet et la sélection des toitures. **A travers cette mise à l'épreuve, les réseaux de l'espace d'hésitation rhônalpin portent des propositions de recadrage d'une politique nationale que ses milieux associés ne parviennent plus à ajuster.**

Cette proposition analytique par les milieux associés et les espaces d'hésitation nous semble contribuer à une analyse de la construction contextualisée des politiques de la transition et de leurs effets. Elle s'inscrit dans le prolongement d'études ayant déjà souligné qu'une même politique pouvait nourrir des trajectoires de transition très différentes dans des contextes et au sein de cultures politiques différents. Debourdeau a par exemple souligné que les instruments français et allemands du tarif d'achat, très similaires¹, avaient nourri deux trajectoires différentes. Ce tarif d'achat impulse en Allemagne un développement consensuel du photovoltaïque tandis qu'il nourrit simultanément l'émergence d'une bulle spéculative et de controverses nombreuses en France (Debourdeau 2011, p.116).

Le second point de discussion porte sur la soutenabilité des trajectoires de transition initiées par la politique nationale du photovoltaïque. Nous proposons de discuter ce point en soulignant que la politique du photovoltaïque nourrit l'émergence de différents nouveaux paysages de l'énergie (e.g. grandes opérations sur toitures industrielles et centrales solaires au sol, petites opérations sur toitures résidentielles, opérations collectives sur plusieurs toitures) lesquels donnent à voir différentes formes de soutenabilités. Dans la filiation des travaux des géographes Kenneth Olwig et Don Mitchell, nous proposons ici de saisir le 'paysage' comme une construction politique. Selon ces auteurs, le 'paysage' ne pourrait pas être réduit à un ensemble de formes visibles et donc à une dimension matérielle visuelle et esthétique. Le 'paysage politique' serait le résultat de processus sociaux, matériels et économiques entremêlés (Olwig et Mitchell 2007, p.530)². Sous cet angle, le 'paysage' est une construction qui reflète l'établissement de relations de pouvoir dans l'espace. Il reflète la co-émergence de valeurs, d'idées et de réalités sociales et matérielles (Breitbach 2007, p.537)³. Dans cette perspective, l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie solaire donne à voir l'émergence de nouveaux rapports de pouvoir. Or c'est à travers ces nouveaux rapports de pouvoir qu'il nous apparaît pertinent d'aborder la question de la soutenabilité. Les nouveaux paysages de l'énergie solaire ne seraient pas *a priori* des paysages d'un développement soutenable. Ils traduiraient un ensemble de relations au fil desquelles des formes de soutenabilité seraient en cours de construction.

¹ A ce propos, Jacobs souligne que l'architecture de l'instrument des tarifs d'achat, initialement développé et mis en application en Allemagne, est reproduite de manière extrêmement similaire en France et en Espagne. Il explique cette similarité par le travail commun de lobbying effectué par les associations de promotion des renouvelables au sein de réseaux européens, et par les relations de travail entre les différents partis écologistes nationaux (Jacobs 2011).

² « The landscape is not simply the visible forms of the land, it is the social, material and economic processes that produce what we have called the political landscape. It is the relations of power that ultimately shape this landscape, though this shaping might apparently be counter to material and social sustainability » (Olwig et Mitchell 2007, p.530).

³ « Landscape itself is both an assemblage of built form and social relations, and it is how we perceive these assemblages. As such, landscape is a useful tool to understand, and perhaps challenge, the 'fit' between values or ideas and social and material realities. Since each of the components of landscape – the material, social and ideological – are mutually constitutive, landscape study invites consideration of the dialectical formation of human geographies » (Breitbach 2007, p.537)

La politique nationale du photovoltaïque nourrit tout d'abord l'émergence de paysages du photovoltaïque constitués d'opérations de petites puissances sur les toitures résidentielles. Cette politique met en place un effort collectif (public et privé) pour financer le développement de la filière. Ces paysages soulignent néanmoins que cet effort collectif nourrit essentiellement des gains économiques individuels et privés. Un tel développement du PV distingue ceux qui disposent d'une toiture et d'une épargne et peuvent bénéficier de nouveaux revenus et ceux qui ne peuvent pas accéder à ces revenus. De plus, le développement de ces projets coûte cher à l'ensemble des consommateurs en ce qu'il correspond aux tarifs d'achat aux montants les plus élevés. Ces paysages de l'énergie émergents traduisent une forme de renforcement des inégalités sociales préexistantes dans le sillage de la politique du photovoltaïque. Ils reflètent la construction d'une soutenabilité qui est essentiellement écologique mais pas forcément sociale ni économique.

La même politique nourrit l'émergence de paysages constitués de très grandes opérations (au sol, sur toitures industrielles, sur ombrières de parkings), laquelle donne à voir un autre processus de construction d'une soutenabilité au cœur de la transition énergétique. Un tel développement du photovoltaïque permet d'opérer la transition des énergies fossiles aux énergies renouvelables à moindre coût économique pour les consommateurs (*i.e.* ces grosses opérations se rapprochent plus vite de la parité réseau). Toutefois ce modèle de développement ne remet pas en cause le fonctionnement centralisé du système énergétique. Dans le cadre d'un portage essentiellement individuel et privé (*i.e.* par les propriétaires fonciers ou immobiliers, par les développeurs solaires) le développement de ces grandes opérations, qui tend pourtant à modifier rapidement les paysages, ne s'accompagne pas forcément d'une ouverture démocratique. De tels paysages traduisent un processus de construction d'une soutenabilité plus économique que sociale ou écologique.

Le développement de projets photovoltaïques collectifs et participatifs (tel que proposé dans le cadre des programmes auxquels RAEE participe) construit autour d'un principe de mutualisation des investissements et des retours sur investissement pourrait donner à voir l'émergence d'un autre type de paysage politique de l'énergie. De tels projets permettent de réunir des propriétaires de toitures et des investisseurs afin d'inclure des acteurs jusqu'ici exclus du processus de développement de la filière photovoltaïque. Dans un tel cadre, le développement du photovoltaïque est constitué comme un enjeu collectif et n'est plus réduit à une quête de rentabilité économique individuelle et privée. Toutefois si les projets collectifs permettent d'ouvrir la question du développement du photovoltaïque à d'autres enjeux à l'échelle des territoires, ils se rapprochent plus lentement que d'autres projets de la parité réseau. Les incitations pour ces projets tendent alors à augmenter les coûts économiques de la transition des fossiles aux renouvelables. Elles permettent cependant de financer d'autres enjeux de la transition énergétique. Un paysage de l'énergie solaire développée sous la forme de tels projets donne alors à voir une soutenabilité plus sociale et écologique qu'économique.

A la lumière des différents paysages de l'énergie solaire qui émergent dans le cadre du développement de la filière, il apparaît que **la politique du photovoltaïque n'est pas en soi une politique de la soutenabilité. Cette soutenabilité est en jeu à travers la manière dont les acteurs proposent dans les territoires de saisir cette politique pour construire la ressource au regard d'enjeux qui les concernent.**

A l'issue de notre enquête sociohistorique et ontogénétique menée au cours de la seconde partie de la thèse, nous proposons de changer de focale et d'analyser comment plusieurs collectifs « centrales villageoises » mettent à l'épreuve des propositions relationnelles alternatives pour constituer la ressource dans le contexte d'une politique nationale constamment reconfigurée qui ne les a pas anticipés. Dans la dernière partie de la thèse, nous proposons ainsi de mettre à l'épreuve notre cadre analytique théorique sur la ressource et notre analyse des politiques du photovoltaïque en repartant du contexte introduit au cours du chapitre 1 sur l'émergence des centrales villageoises.

Partie 3 : Les coopératives « centrales villageoises photovoltaïques » : analyse d'une trajectoire émergente d'individuation de la ressource

Au cours de la seconde partie de la thèse, nous avons interrogé le rôle des politiques publiques de l'énergie dans le processus de construction des nouvelles ressources énergétiques. Nous avons souligné que ces politiques émergent en même temps que leurs milieux associés (*i.e.* des réseaux d'acteurs, de compétences, de dispositifs de financement) à travers lesquelles elles mettent à l'épreuve des propositions relationnelles pour construire la ressource. Ces politiques ne présupposent cependant pas des modes d'existences relationnels de la ressource mais se contentent de cadrer des possibles. La politique française du photovoltaïque qui se structure à partir des années 2000 se contente en cela de construire une perspective de rentabilité des investissements dans les projets photovoltaïques sans pour autant définir précisément à l'avance qui est cet investisseur. Au fil de notre analyse nous avons cependant souligné que le développement en France de la filière photovoltaïque s'est essentiellement organisé autour de la figure de l'investisseur-propriétaire individuel. Le photovoltaïque est alors devenu une aventure essentiellement individuelle et privée dont la contribution à la transition énergétique et au développement soutenable pose question (*e.g.* émergence non concertée de nouveaux paysages de l'énergie, constitution de rentes privées à partir d'un effort collectif et renforcement des inégalités sociales).

Dans ce contexte et dans le prolongement d'expériences énergétiques pionnières, une série d'acteurs rhônalpins (*e.g.* RAEE, HESPUL, les PNR) tentent à partir de 2006 d'ouvrir cette figure d'individuation à négociation afin d'explorer des voies de développement alternatives pour le photovoltaïque. A défaut de parvenir immédiatement à informer et modifier la politique du photovoltaïque, nous faisons ici l'hypothèse que **(H4) ces acteurs tentent de naviguer au sein de la politique nationale du PV pour faire émerger des propositions relationnelles alternatives pour construire la ressource et sa soutenabilité.**

Dans la perspective de mettre à l'épreuve cette hypothèse, notre intérêt porte au cours de la troisième et dernière partie de la thèse sur le développement des « centrales villageoises photovoltaïques » en Rhône-Alpes qui émergent de plusieurs décennies d'expériences énergétiques pionnières et d'un espace d'hésitation en Rhône-Alpes (*i.e.* réservoir de relations pré-individuelles) autour des énergies renouvelables (voir Chapitres 3 et 4).

Ces projets expérimentaux, pilotés par l'association RAEE, se structurent à partir de 2010 au sein des PNR de Rhône-Alpes. L'objectif initialement fixé est de développer des centrales photovoltaïques de petites puissances (*i.e.* entre 100 et 250 kWc) à l'échelle d'un village sur plusieurs toitures, financées et gouvernées localement. Les outils et méthodologies que RAEE cherche à développer à travers ces projets (*i.e.* animation territoriale pour construire un collectif d'élus et d'habitants, outils juridiques, outils technico-économique pour stabiliser un modèle économique, méthodologies pour mettre en discussion l'intégration paysagère et architecturale des panneaux) doivent permettre de stabiliser une voie alternative pour le développement du photovoltaïque. Cette voie s'organiserait autour de la construction d'une rentabilité collective tout en faisant exister des enjeux non valorisés par la politique

nationale (e.g. mise en discussion de l'émergence de nouveaux paysages de l'énergie, redistribution des revenus du photovoltaïque, réinvestissement de ces revenus dans des projets de transition énergétique).

Le programme expérimental initial s'organise autour de huit territoires pilotes au sein de cinq PNR de la région Rhône-Alpes (i.e. PNR du Vercors, PNR du Massif des Bauges, PNR du Pilat, PNR des Monts d'Ardèche, PNR des Baronnies Provençales) (voir Carte 5, p.214). Au sein de chacun de ces territoires, RAEE propose de mettre en places des équipes projets différentes et de leur laisser une certaine liberté dans l'organisation du développement du projet solaire afin de pouvoir comparer différentes approches. Dans chaque cas, les chargés de mission de RAEE accompagnent les équipes projets afin de clarifier ce qui est réglementairement, juridiquement et économiquement possible tout en laissant les choix ouverts pour les collectifs. Ces collectifs font alors spécifiquement face à une série de contraintes au caractère systémique (voir Figure 23, p.228). Leur objectif est de parvenir à mettre en commun des toitures, à les raccorder au réseau électrique tout en construisant une rentabilité économique collective. Cependant les toitures qu'ils tentent de regrouper n'ont pas les mêmes rentabilités et ces rentabilités évoluent au fur et à mesure de la baisse du montant des tarifs d'achat. Elles ne peuvent pas non plus être raccordées au réseau électrique aux mêmes conditions, certaines de ces conditions pouvant remettre en cause la rentabilité collective. Le regroupement de toiture est ainsi amené à constamment évoluer.

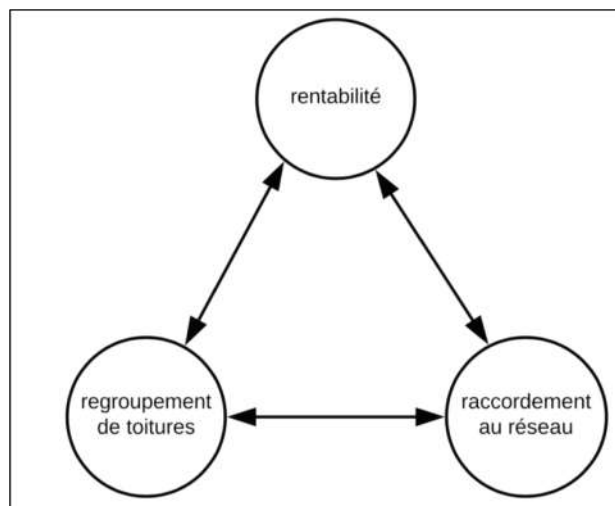


Figure 23: Dimension systémique des contraintes affrontées par les collectifs centrales villageoises

Notre analyse du développement des centrales villageoises photovoltaïques en Rhône-Alpes s'inscrit dans une vague de recherches financées par l'ADEME et qui s'intéressent au développement des projets énergétiques collectifs et participatifs et à leur rôle dans le cadre de la transition énergétique. A travers un recensement des initiatives émergentes (Devisse et al. 2016), ces travaux mettent en avant une large

gamme de réalités auxquelles ce type de projet renvoie (Walker et Devine-Wright 2008). Ils soulignent également les contraintes juridiques, réglementaires et financières qui semblent limiter leur développement (Poize et Rüdinger 2014, Poize 2015).

Dans le prolongement des chapitres précédents, nous proposons dans cette troisième partie de la thèse d'analyser la contribution des projets collectifs et coopératifs des centrales villageoises à la transition énergétique en étudiant la manière dont ils proposent de construire la ressource énergétique solaire et sa soutenabilité. Dans cette perspective, notre analyse du développement des centrales villageoises s'appuie initialement sur une campagne d'entretiens semi-directifs sur les huit territoires pilotes. Ces entretiens nous ont permis d'interroger une grande diversité d'acteurs (*i.e.* élus, propriétaires de toitures, investisseurs, chargés de mission locaux ou régionaux)¹. En parallèle de ces entretiens nous avons également assisté à la plupart des comités de pilotage régionaux du programme et à quelques réunions locales (*e.g.* réunion du comité de gestion d'une centrale villageoise, réunions publiques d'appel à épargne)². Dans un second temps, nous avons analysé les archives des différents acteurs (*i.e.* documents technico-économiques, juridiques, notes de travail, compte-rendu de réunions)³. Au fil de l'exploration des archives, notre analyse s'est focalisée sur les outils et méthodes développés par les collectifs pour dépasser les épreuves multiples qu'ils ont rencontrés. Dans cette perspective, nous avons réalisé une nouvelle série d'entretiens, parfois collectifs, auprès des acteurs des deux projets qui étaient alors les plus avancés afin d'analyser comment ils ont construit les outils et méthodologies dont ils se sont servis.

A partir de ces choix méthodologiques, la troisième partie de cette thèse est organisée en trois chapitres. Au cours des chapitres 5 et 6, nous présentons ces deux cas d'études (en rouge dans le Tableau 17, ci-dessous). Notre analyse souligne que le développement des centrales villageoises dépend de la capacité des acteurs à construire simultanément des collectifs d'humains (*i.e.* des investisseurs et des propriétaires de toitures). Ce développement se déroule dans le contexte d'une politique nationale constamment réajustée qui oblige les collectifs à constamment se réinventer. Au cours du chapitre 7 nous proposons ensuite de construire une typologie pour comparer les deux cas. Cette typologie nous permet de développer plusieurs points de discussion sur la contribution des centrales villageoises à la construction de la transition énergétique et du développement soutenable.

¹ Voir la liste des entretiens en annexe.

² Voir la liste des observations participantes en annexe.

³ Voir liste en annexe

| Territoires-pilotes | Statut et nom de la centrale villageoise | Puissance et nombre de toitures de la première vague de projet | Date de mise en service |
|---|---|---|--------------------------------|
| Région de Condrieu (PNR du Pilat) | SAS Centrales Villageoises de la Région de Condrieu | 8 toitures pour 76kWc (4 privées, 4 publiques) | Octobre 2014 |
| Plateau de la Leysse (PNR du Massif des Bauges) | SAS PERLE (Production d'Energie Renouvelable sur le plateau de la Leysse) | 7 toitures pour 57kWc (5 privées, 2 publiques) | Avril 2015 |
| Gervanne-Raye (PNR du Vercors) | SAS Centrales Villageoises de Gervanne-Raye | 6 toitures pour 50kWc (4 privées et 2 publiques) | Juin 2015 |
| Val d'Eyrieux (PNR des Monts d'Ardèche) | SCIC Centrales Villageoises du Val d'Eyrieux | 9 toitures pour 94kWc (6 publiques, 3 privées) | Juillet 2015 |
| Pays Rosanais (PNR des Baronnies Provençales) | SAS RosanSoleil | 8 toitures pour 62kWc (6 privées, 2 publiques) | Juin 2016 |
| Quatre-Montagnes (PNR du Vercors) | SAS Centrales Villageoises des Quatre Montagnes | 6 toitures (4 privées et 2 publiques) | Juillet 2016 |
| Synclinal médian du Vercors (PNR du Vercors) | SAS Centrales Villageoises VercorSoleil | 10 toitures | Novembre 2016 |
| Trièves (PNR du Vercors) | SAS Centrales Villageoises du Trièves | 8 toitures | 2017 |

Tableau 17: Caractéristiques des huit premiers projets-pilotes de centrales villageoises en Rhône-Alpes

Chapitre 5 : Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leysse (2010 – 2015)

Durant les premiers mois de l'année 2010, l'association RAEE démarché les PNR de Rhône-Alpes afin de leur proposer de s'associer au programme des centrales villageoises photovoltaïques¹. Les discussions amorcées portent sur la sélection au sein des PNR de potentiels territoires pilotes. L'équipe du PNR du Massif des Bauges fait partie de celles qui répondent favorablement à la proposition de RAEE. Le projet de centrale villageoise au sein du PNR du Massif des Bauges émerge ainsi entre le printemps et l'été 2010. Le territoire pilote sélectionné est celui du Plateau de la Leysse. Celui-ci est situé à l'extrémité sud du PNR (voir Carte 6, p.233). Sa proximité avec Chambéry permet de rendre l'expérience plus visible et d'ouvrir plus facilement le processus de constitution de la démarche collective aux habitants de l'agglomération.

Le territoire du Plateau de la Leysse est une intercommunalité composée de six communes (La Thuile, Puygros, Curienne, Thoiry, Les Déserts, St Jean d'Arvey) sur une surface de 101km² pour environ 4000 habitants. C'est un territoire de moyenne montagne, au sein duquel les villages et bourgs sont séparés de plusieurs kilomètres et ne sont pas systématiquement visibles les uns des autres. Les quatre premières communes citées sont regroupées au Sud du plateau tandis que la commune des Déserts est plus éloignée au Nord et la commune de St Jean d'Arvey est légèrement en contrebas du plateau à proprement parler.

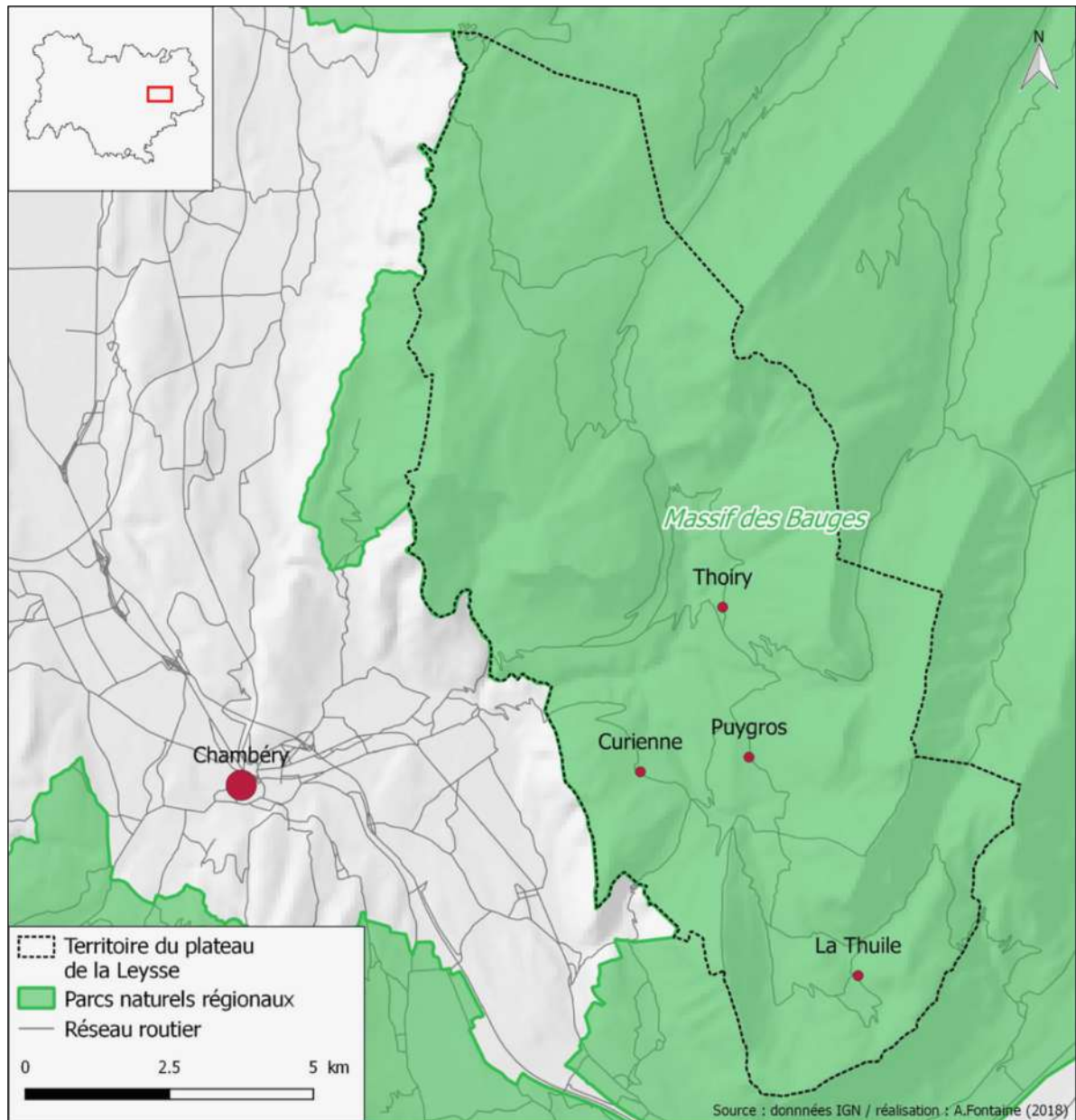
Le lancement de l'opération photovoltaïque collective est initialement soumis à la sélection au sein de ce territoire pilote d'un site pour réaliser une opération photovoltaïque concentrée dans l'espace (*i.e.* sur un village, un centre-bourg)². Le processus de sélection d'un site doit simultanément permettre de construire un collectif (d'élus et d'habitants) autour d'objectifs partagés (*i.e.* mise en discussion de l'émergence d'un nouveau paysage de l'énergie, redistribution et réinvestissement collectif des bénéfices du photovoltaïque dans d'autres projets énergétiques locaux).

Au démarrage du projet, le processus de sélection de ce site est encadré par deux comités. Le premier est chargé de l'animation de la démarche au sein du territoire. Il est composé de chargés de mission de RAEE et du PNR, d'un chargé de mission au sein de la structure InfoEnergie de Savoie (l'ASDER) et d'une architecte-paysagiste indépendante. Le second comité est chargé du pilotage de l'avancée de la démarche et regroupe, en plus des membres du premier collectif, des élus des communes du territoire et une chargée de mission de Chambéry Métropole). Conjointement, l'objectif de ces comités est

¹ L'analyse présentée au cours de ce chapitre s'appuie essentiellement sur un rapport rédigé dans le cadre de l'ANR Colléner (Fontaine 2015).

² Le budget initialement réuni ne permet pas de mener plusieurs opérations par territoire. L'objectif de RAEE est davantage de faire émerger quelques opérations pilotes puis, une fois le modèle éprouvé, de procéder à un essaimage.

d'encadrer la sélection d'un site au sein du territoire puis de passer le relais du pilotage de la démarche à un collectif d'élus locaux et d'habitants. Ces derniers seraient en charge de constituer une coopérative, de sélectionner des toitures et de coordonner l'opération photovoltaïque.



Carte 6: Situation du territoire du Plateau de la Lysse au sein du PNR du Massif des Bauges

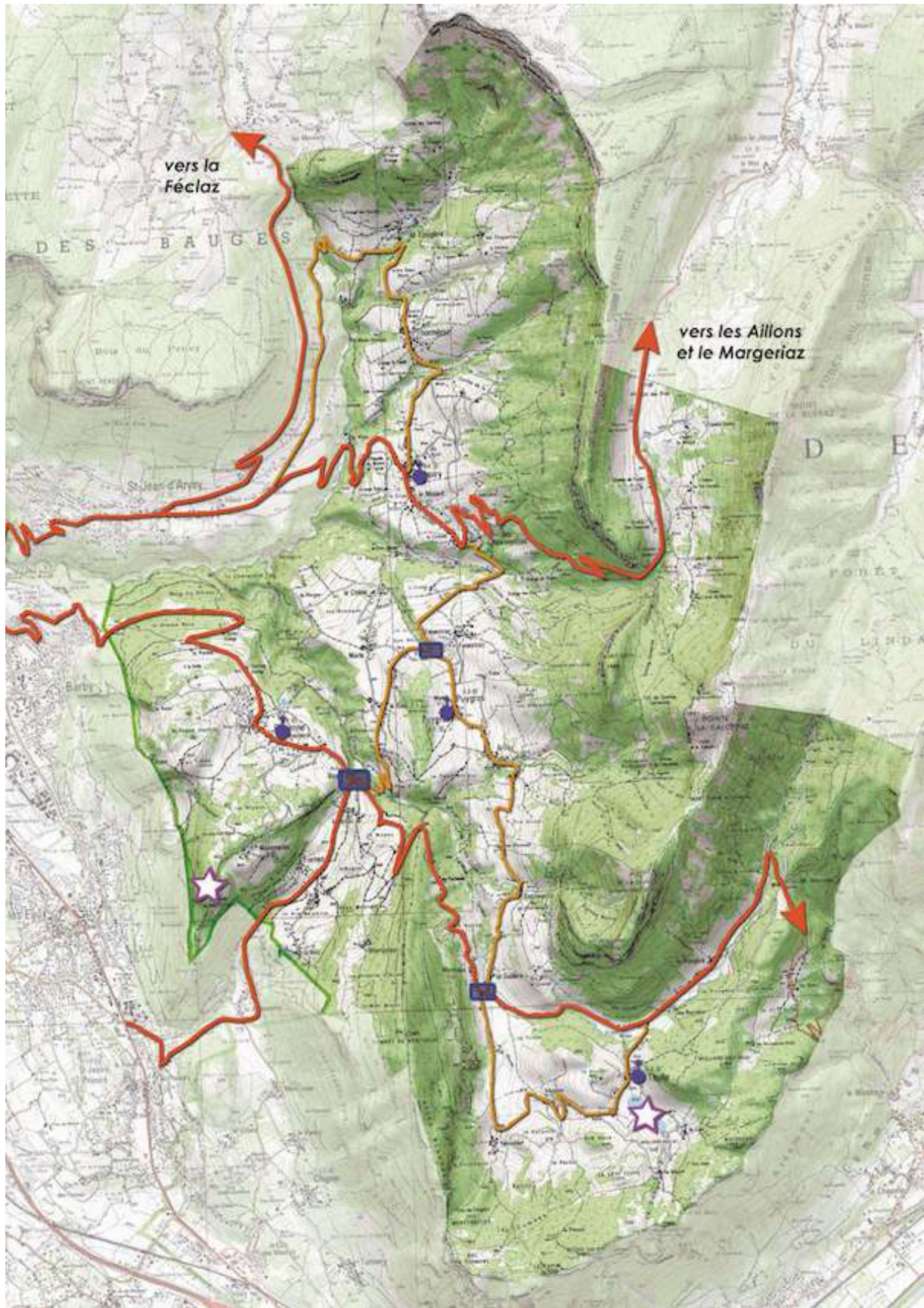
Section 1 : Du territoire au site : un processus collectif qui devient conflictuel (avril 2010 – octobre 2011)

1. Lancement de la démarche et définition du périmètre d'action (été 2010)

Suite à de premières discussions, le comité de pilotage met en avant trois critères pour procéder à la sélection d'un site. Le premier porte sur les enjeux paysagers et architecturaux. Cet enjeu est saisi sous l'angle du projet de paysage. Le processus participatif autour de l'opération photovoltaïque collective est abordé comme une opportunité pour mettre en discussion des qualités paysagères (*e.g.* paysage réglementaire, sensibilités paysagères non réglementées) et architecturales (*e.g.* bâtiments déjà patrimonialisés, bâtiments et toitures remarquables mais ne faisant pas encore l'objet d'une patrimonialisation). Le second critère porte sur l'évaluation des motivations des habitants et des élus du site pour participer à la démarche, investir une partie de leur épargne et mettre à disposition des toitures. Le dernier critère porte sur l'intensité solaire à l'échelle des sites (*i.e.* nombre d'heures d'ensoleillement en fonction de l'orientation de la vallée, des masques).

La seconde décision du comité de pilotage est d'exclure les communes des Déserts et de Saint-Jean-d'Arvey du périmètre de sélection d'un site. Ces communes sont jugées trop excentrées. Les deux comités qui encadrent le projet désirent rendre l'opération photovoltaïque expérimentale la plus visible possible. Ils jugent à ce titre que ces deux sites ne permettraient pas de répondre à cet enjeu. Ces deux communes « excentrées » du territoire seraient moins fréquentées. Or un document produit *a posteriori* en novembre 2011 tend à remettre en cause cet argument. A partir d'une méthodologie de comptage des voitures transitant par les différents axes routiers du territoire, l'architecte paysagiste qui participe à l'animation territoriale du projet construit une carte de fréquentation quotidienne moyenne de ces axes. Cette carte permet de mettre en avant des axes qui seraient plus fréquentés et donc plus visibles (voir Carte 7, p.235). Elle tend alors à souligner que les communes exclues (Saint-Jean-d'Arvey à l'Ouest et Les Déserts au Nord) sont traversées par des axes beaucoup plus fréquentés (en rouge) que d'autres communes au centre du territoire (axes en orange).

Cette décision de réduire le périmètre du processus de sélection d'un site intervient avant même le début de l'animation territoriale et sans sonder préalablement les habitants de ces communes. Le premier périmètre pour l'animation territoriale est stabilisé en juillet 2010 mais la logique qui anime la construction de ce périmètre génère des critiques. La décision du comité de pilotage revient en effet à définir un dedans et un dehors, à établir une première réduction spatiale. Les élus et habitants des deux communes exclues ne prennent pas part à la démarche par la suite.



Carte 7: Fréquentation des axes routiers sur le Plateau de la Leyse et visibilité des sites. (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)

2. Une approche méthodologique par le paysage qui échoue (avril-septembre 2011)

Entre avril et juin 2011, le comité d'animation présente les objectifs du projet photovoltaïque lors de réunions publiques dans les quatre communes de ce périmètre. Ces réunions permettent de relever les niveaux de mobilisations locales des habitants et des élus et de proposer aux acteurs intéressés d'intégrer des groupes de réflexion dans le cadre de la sélection d'un site. Au cours de ces réunions, l'architecte-paysagiste introduit les enjeux paysagers et architecturaux de la démarche autour de deux questions : « *comment une grande surface de capteurs peut s'insérer dans le paysage bâti ?* » et « *comment le photovoltaïque peut faire évoluer positivement le paysage du plateau de la Leysse ?* »¹. Elle propose spécifiquement aux acteurs motivés d'intégrer des ateliers paysagers pour tenter de répondre à ces questions collectivement. Ces ateliers se déroulent entre mai et juin 2011 et sont animés par l'architecte-paysagiste. Les participants sont alors essentiellement des retraités et des actifs déjà engagés par ailleurs dans des associations et démarches militantes.

Lors d'une première séance, cette dernière présente une série de cartes et de photographies pour présenter les enjeux paysagers et architecturaux de la démarche. Elle souligne deux enjeux spécifiques au territoire. Tout d'abord, les hameaux du Plateau de la Leysse se sont organisés autour d'une contrainte de pente et pendant longtemps selon une logique de moindre étalement afin de préserver de l'espace pour l'agriculture. Ainsi de nombreux hameaux et centres-bourgs sont organisés autour de bâtiments mitoyens créant de grandes surfaces de toitures d'un seul tenant visibles de loin et structurant le paysage d'un versant du plateau à l'autre (voir Figure 24, p.237). L'intégration sur le bâti des panneaux photovoltaïques doit pour cela porter une attention particulière aux covisibilités². Ensuite, les toitures du territoire (recouvertes de tôles ou d'ardoises) présentent de manière générale une homogénéité de teinte autour du gris-bleu en dehors de quelques toitures plus anciennes. Ces dernières présentent alors des enjeux d'amélioration (e.g. toitures en tôles d'un aspect rouillé) (voir Figure 24, p.237). L'équipement de ces toitures avec des panneaux photovoltaïque polycristallin d'une teinte bleu-gris permettrait d'harmoniser le rendu paysager des hameaux et bourgs du territoire et de poursuivre sur le bâti ancien le travail engagé sur les constructions neuves dans le cadre des documents locaux d'urbanisme.

¹ Source : CR atelier paysage du 8 Juin 2011 par l'architecte-paysagiste et RAEE.

² Entretien avec l'architecte-paysagiste du 13.04.2015.

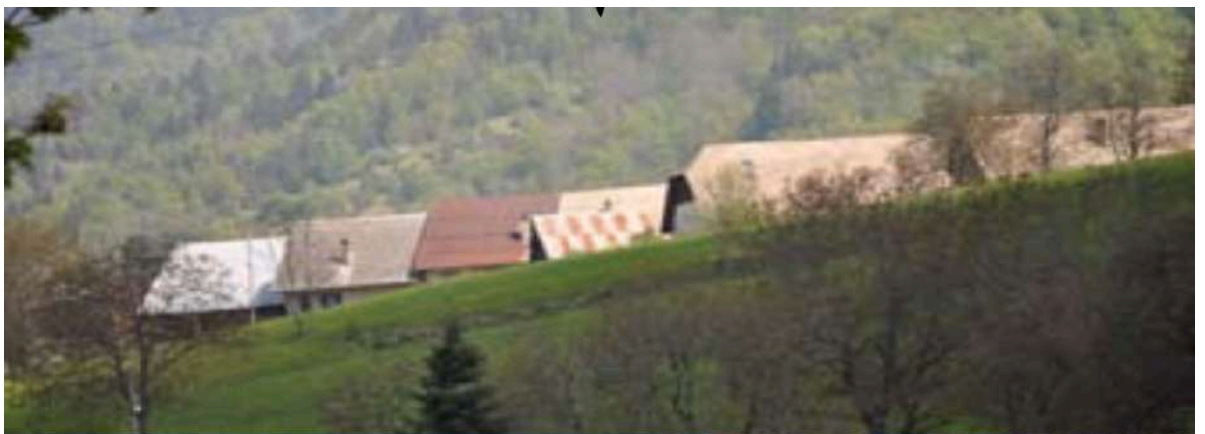


Figure 24: Photographies d'un bourg du plateau de la Leyse vu du versant opposé et de toitures présentant des enjeux de rénovation réalisée lors d'un atelier-paysager sur le plateau de la Leyse (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)

Lors de cette première séance, l'animatrice distribue à l'ensemble des participants un ensemble de documents et d'outils afin de les mettre dans un rôle de prospecteurs solaires dans une perspective coopérative. Les participants sont appelés à remplir des fiches de repérage pour identifier des toitures solaires propices au projet photovoltaïque collectif, et ainsi, des sites solaires au regard des enjeux paysagers et architecturaux. En complément de cette fiche, ils doivent prendre des photos des toitures et sites envisagés. Ces photos permettent ensuite de construire des photomontages simulant l'intégration des panneaux photovoltaïque afin de poursuivre les discussions lors d'un second atelier collectif en salle. Enfin, pour estimer eux-mêmes certains aspects techniques des toitures et ainsi détailler leurs propositions, les habitants sont également équipés d'un « kit inclinomètre » (un compas sommaire fait d'un carton avec différents angles). Ce kit leur permet lorsqu'ils sont proches des toitures de calculer facilement leur degré d'inclinaison et ainsi pouvoir préciser leur potentiel de rendement photovoltaïque théorique (voir Figure 8, p.57).

Toutefois, dans la pratique, ces ateliers paysagers réunissent peu d'habitants (*i.e.* autour de vingt-cinq personnes) et peu de photographies sont transmises pour alimenter les discussions¹. L'idée des fiches était d'envoyer les gens sur le terrain mais les participants s'interrogent notamment sur la pertinence de prendre en photo des toitures privées sans avoir préalablement sondé les propriétaires.

Un nouvel atelier sur le paysage est donc organisé autour d'une visite de terrain de toitures déjà équipées de panneaux PV avec les propriétaires et d'autres toitures évoquées en salle lors des débats. L'objectif lors de ce nouvel atelier est de regarder de près les toitures et d'analyser les covisibilités. L'organisation de cette journée sur le terrain représente pour les animateurs des ateliers l'occasion d'atteindre une étape supplémentaire dans l'appropriation des enjeux paysagers par les habitants. Cette journée se déroule cependant sous la pluie avec une visibilité réduite. Le nombre de participants est réduit et les enseignements limités. L'expérience de terrain n'est pas renouvelée dans de meilleures conditions et l'approche paysagère participative pour sélectionner un site solaire est suspendue.

3. Un processus de sélection du site pilote qui divise le collectif (octobre-novembre 2011)

Préalablement à la démarche paysagère, RAEE a commandé à un bureau d'étude technique basé à Chambéry une étude des sites potentiels pour implanter une centrale villageoise photovoltaïque sur le

¹ « On vient de faire des réunions publiques pour un document d'urbanisme sur une commune de 1000 habitants et on n'était pas beaucoup. Samedi, on a fait une balade urbaine, on avait 25 personnes. Généralement ça mobilise un peu toujours les mêmes, les gens qui sont impliqués sur leur territoire, dans le milieu associatif. C'est aussi parce qu'il faut être là le soir, il faut pouvoir se libérer le week-end, pouvoir donner du temps tout simplement » - Entretien avec l'architecte-paysagiste du 13.04.15.

Plateau de la Leysse¹. Cette étude recense sous la forme d'un tableau l'ensemble des toitures des quatre communes conservées dans le périmètre de la démarche. Le tableau liste une dizaine de caractéristiques des toitures : orientation, nature et état de la couverture, inclinaison, surface exploitable pour le photovoltaïque, puissance potentielle (en kWc), production potentielle (en kWh) (voir Tableau 18, p.240). L'étude a été initialement pensée pour constituer un outil d'aide à la décision et d'aide à l'animation. Elle permet d'identifier des toitures propices à un projet photovoltaïque mais présente un inconvénient que le comité d'animation a identifié. Cette étude tend à réduire les toitures à des caractéristiques individuelles relatives à la production d'électricité, à distinguer et hiérarchiser ces toitures. Or l'objectif de la démarche est de regrouper des toitures sans les hiérarchiser pour faire exister des enjeux multiples (*i.e.* intégration paysagère et architecturale, potentiel de production d'électricité, rentabilité économique). L'utilisation de cette étude est plusieurs fois débattue lors des réunions du comité d'animation. Toutefois, suite à l'arrêt des ateliers paysagers, elle est finalement présentée en réunion publique.

A défaut d'avoir réussi à sélectionner un site pilote au sein des quatre communes de la démarche dans le cadre d'une approche paysagère participative, les animateurs de la démarche organisent une réunion publique en octobre 2011 pour mener ce choix dans le cadre d'un nouvel exercice avec l'ensemble des participants. L'ambition des animateurs est de sélectionner un site sans diviser le collectif et pour cela de mettre en place un atelier d'expertise collective². Une trentaine d'élus et d'habitants est présente lors de cette réunion. Celle-ci se déroule en deux temps. Un premier temps est consacré à la présentation de l'ensemble des études disponibles. Dans un second temps les animateurs proposent de remplir collectivement une grille de comparaison des différents sites (voir Figure 25, p.240). Cet exercice d'expertise collective prend cependant la forme d'une compétition entre les élus des quatre communes du périmètre afin d'accueillir la centrale villageoise.

« Dans la salle des fêtes de Puygros, on devait être une trentaine. Chacun avait rameuté ses troupes. Donc en termes de représentativité (pause) c'est ceux qui étaient là. On m'avait demandé de représenter un peu les photomontages pour justement se remettre de visuels dans l'œil. Ensuite on avançait sur le tableau, « combien on donne ? » et on arrivait à un nombre de points. Cela a été fait en direct, ce n'était pas pré-rempli. Cela s'est joué à des demi points. Au final, La Thuile et Thoiry arrivaient en tête. » - Entretien avec l'architecte-paysagiste du 13.04.15

¹ Cette étude a été financée dans le cadre du programme européen Enerbuild auquel participe RAEE entre 2010 et 2012 et qui entend mener une réflexion sur la production d'énergie à l'échelle du bâtiment (Enerbuild 2012).

² « Le discours de RAEE c'est de dire qu'il faut trouver un point de départ, et le PNR de dire derrière qu'ils soutiendront pour pousser d'autres projets et trouver d'autres financements pour qu'il y ait des trucs qui s'enchaînent, RAEE dit qu'ils ne peuvent pas assurer plusieurs sites à la fois » - Entretien avec l'architecte-paysagiste du 13.04.15.





| N°parcelle | Statut du bâtiment | Nombre de bâtiments | Orientation Pan favorable | Couverture | Etat couverture | Pente (°) | %utile au vue de la visite | Surface solaire thermique à conserver m² | Surface potentielle m² | Puissance Potentielle kWc | Production kWh | Photos |
|------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------|-----------------|-----------|----------------------------|--|------------------------|---------------------------|----------------|---|
| 143/144 | Exploitation agricole | | Sud-Ouest | Fibrociment | Satisfaisant | 10 | 90 | | 540 | 76 | 7765 |  |
| 811 | Exploitation agricole | | Ouest | Bac acier | Vétuste | 6 | 80 | | 271 | 38 | 39122 |  |
| 964 | Exploitation agricole | | Sud | Fibrociment | Satisfaisant | 20 | 100 | | 197 | 28 | 39113 |  |
| 964 | Exploitation agricole | | Sud | Fibrociment | Satisfaisant | 20 | 100 | | 130 | 19 | 21266 |  |

Tableau 18: Extrait de l'étude de recensement des toitures sur le plateau de la Leysse. (Etude Indiggo, synthèse Puygros, janvier 2011, p.6)

Centrale villageoise photovoltaïque du plateau de la Leysse - Grille d'analyse des sites

Echelle de cotation de 1 à 3

1 : insuffisant 2 : moyen 3 : satisfaisant

| | | La Thuile | | Curienne | | Puygros | | Thoiry | |
|---------------------------------------|---|--|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------|---|-----------|
| Qualité du site | Visibilité / fréquentation / effet vitrine | Depuis le lac | 3 | Depuis RD11 | 2 | Route communale | 1,5 | RD 206, de Puygros | 2,5 |
| | Potentiel bâtiments publics en m2 | Eglise 134 Salle des fêtes 150 Mairie 100 Opac vers église 110 Opac vers fêtes 100 Gîte communal 50 Future Mairie 50 | 3 | Salle des fêtes 140 Mairie 80 Bâtiment restaurant 50 Eglise 100 Ecole 100 Futurs garages communaux 120 | 2 | Eglise 240 Salle des fêtes 160 Futur parking église, cure 170 | 2 | Eglise 240 Mairie 40 Gîte 120 Ateliers municipaux 200 | 3 |
| | Total surfaces | 694 m2 | 3 | 590 m2 | 2 | 520 m2 | 2 | 600 m2 | 3 |
| | Potentiel de bâtiments privés | | 2 | | 3 | Grosse batisse chef lieu 220 Projet en cours sur extension bât agric ; autres bât potentiels à Arvey à 800m | 2 | | 3 |
| Potentiel d'amélioration des toitures | toit église et salle des fêtes à rénover, ardoises vétustes | 3 | potentiel de rénovation sur le privé | 3 | tuiles mécaniques rouges sur bâtiments privés | 2 | tuiles mécaniques rouges | 3 | |
| Productivité du site | Sensibilité du site / au climat (brouillard...) | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 |
| | Orientation toitures | De SE à SW | 3 | S à W | 2,5 | S SE | 3 | S à W | 2,5 |
| | Masques solaires lointains | | 2% | 3 | 2% | 3 | 4% | 3 | 5% |
| Critère techn. | Masques solaires proches | Trop tôt | | | | | | | |
| | Facilité de raccordement au réseau | 2 postes ; 260 kW | | 4 postes ; 800 kW | | 2 postes ; 410 kW | | 1 poste ; 250 kW | |
| Dynamique locale | Autres atouts (techniques, politiques...) | | | partenariat en cours sur le solaire | | | | | |
| | Implication des acteurs locaux (élus et habitants) | présence conseil municipal | 0 | conseil municipal engagé | 0 | | 0 | habitants intéressés | 0 |
| TOTAL DE POINTS | | | 20 | | 18,5 | | 16,5 | | 20 |

Figure 25: Grille d'évaluation des sites remplie lors de la réunion du 19 octobre 2011. (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)

Outre le caractère compétitif de l'exercice collectif, celui-ci marque un point de rupture en termes de critères d'évaluation des sites. Trois critères initiaux ont jusqu'ici encadré le processus de sélection : les motivations habitantes, les enjeux paysagers et architecturaux et l'intensité solaire. Or ces critères sont largement laissés de côté. Lors de la réunion, la grille de sélection du site solaire est construite autour de quatre familles de critères (resp. « qualité du site », « productibilité du site » « critères techniques » et « dynamique locale »). Parmi ces familles de critères, deux ne se voient pas attribuer de notes et ne sont ainsi pas discriminantes. Le manque de connaissance précise sur l'état du réseau électrique ne permet pas de hiérarchiser les sites. Pour ce qui est des dynamiques locales, les quatre communes étant représentées, il apparaît délicat d'opérer en présence de l'ensemble des acteurs une hiérarchisation des motivations. Il reste ainsi deux familles de critères. Or ces critères sont essentiellement réduits à des éléments extraits de l'étude de recensement des toitures du territoire. La « qualité » et la « productibilité du site » renvoient à des surfaces de toitures (publiques et privées), à leurs orientations et à la présence de masques (proches et lointains, brouillard). De plus, dans cette grille, les animateurs ne maintiennent que deux critères liés à des enjeux paysagers et architecturaux (*i.e.* le potentiel d'amélioration des toitures et la visibilité des sites depuis les axes routiers et sites touristiques) sans que ces derniers s'avèrent discriminants pour le choix du site.

Cet outil qui devait pacifier le processus de sélection d'un site produit des effets non recherchés. Tout d'abord **l'exploration relationnelle autour de la sélection d'un site, jusqu'alors ouverte à des enjeux multiples, est réduite à une comparaison de surfaces de toitures**. Ensuite, cet outil échoue à opérer une discrimination entre les sites : les deux premiers sites ont la même note, les autres notes sont proches. La sélection du site doit être menée différemment.

Lors des discussions à la fin de la réunion, les élus municipaux de Thoiry se retirent du processus. **Le choix du site de La Thuile s'avère clivant puisque détaché des critères initiaux de la démarche**. Le groupe qui a soutenu le choix de la commune de La Thuile est exclusivement composé d'élus qui ne disposent pas de garantie que les habitants de la commune s'engageront dans la démarche et seront moteurs de la constitution d'une coopérative énergétique. A côté d'eux, les habitants et élus des communes non sélectionnées se retirent du projet. Le choix d'un site opère une nouvelle restriction spatiale sans qu'un collectif soit stabilisé. L'objectif initial de RAEE de constituer une opération photovoltaïque collective sur un site concentré dans l'espace à partir d'une démarche participative sur un périmètre élargi est ici mis en échec.

A partir de cette réunion, **la mobilisation habitante chute et le développement sur le Plateau de la Leysse du projet photovoltaïque collectif se déroule dans un contexte conflictuel**. Le développement de l'opération sur le site de La Thuile, envisagé jusqu'alors sans l'appui d'études techniques, doit désormais être exploré à travers ses enjeux techniques (raccordement au réseau électrique) et sociaux (obtenir l'accord des propriétaires et organiser la société d'exploitation).

Section 2 : Du site aux toitures : un processus de mutualisation contrarié (janvier 2012 – octobre 2012)

1. Mise en place d'une méthodologie de mutualisation des toitures (janvier-février 2012)

Le choix du site de La Thuile est acté en Novembre 2011. L'objectif des animateurs de la démarche est alors de passer rapidement de deux comités (comité de pilotage, comité d'animation) à un collectif restreint d'habitants et d'élus en charge de la création de la coopérative et de la sélection des toitures. Une réunion publique est organisée en janvier 2012 pour initier cette transition. Celle-ci aborde deux points. Le premier point porte sur les statuts juridiques à adopter pour organiser le projet sur La Thuile. RAEE propose aux élus et habitants présents une alternative entre le modèle SCIC (société coopérative d'intérêt collectif) et le modèle SAS (société par action simplifiée)¹. Le modèle SAS laisse une grande liberté à ses membres pour mettre en place une gouvernance coopérative (*i.e.* un actionnaire = une voix) et une modalité de mise en réserve et de réinvestissement collectif des bénéfices (*i.e.* le minimum légal est de 5% mais peut être librement fixé à un taux supérieur). En revanche, les collectivités locales ne peuvent pas être actionnaires d'une SAS. Le modèle SCIC permet aux collectivités d'être actionnaires (jusqu'à 20%) et la gouvernance peut être coopérative. En revanche, le modèle présente des surcoûts : une SCIC doit forcément employer au moins un salarié et faire vérifier son budget par un commissaire aux comptes de manière annuelle.

L'ensemble des habitants présents s'accordent pour mettre en place une gouvernance coopérative ou semi-coopérative (*i.e.* le nombre de voix par actionnaire est plafonné) et pour réinvestir collectivement les bénéfices et limiter la distribution de dividendes. Or les collectivités locales ne souhaitent pas investir de capital dans le projet. A ce titre, le statut SAS est retenu pour le projet en ce qu'il représente moins de contraintes pour le collectif. Un premier groupe de travail rassemblant des élus municipaux et des habitants est constitué pour rédiger les statuts de la future société avec l'accompagnement de RAEE.

Le second point discuté lors de cette réunion de janvier 2012 concerne les modalités de sélection des toitures dans la perspective de construire un collectif de toitures. La discussion repart de l'étude de recensement de toitures à partir de laquelle le site de La Thuile a été retenu. Cette étude recense 39 bâtiments pour 1600m² de toitures favorablement orientées sur la commune de La Thuile. Toutefois ces toitures n'ont à ce stade pas été appréhendées autrement que comme des surfaces exposées au rayonnement solaire. Un second groupe de travail s'organise pour démarcher (en porte-à-porte et par

¹ Les modèles SAS et SCIC tels que discutés en 2011 au sein des collectifs centrales villageoises ont depuis été modifiés, notamment dans le prolongement de la loi TEPCV. Les points mis ici en avant portent sur les avantages et contraintes de ces statuts en 2011.

téléphone) les propriétaires de ces toitures afin de leur présenter le projet et évaluer leur motivation à louer leur toiture à une société locale de production d'énergie. Cette étape doit permettre de restreindre le nombre de toitures. A la lumière du résultat des démarches, le collectif fera appel à des expertises techniques pour les toitures (*i.e.* estimation des coûts d'installation de panneaux photovoltaïques et de leur rendement, estimation des coûts de raccordement au réseau) pour finaliser la sélection des toitures et stabiliser un modèle économique.

Sur la proposition de RAEE, le groupe de travail tente de réintroduire à ce stade un critère d'harmonisation paysagère et architecturale en proposant d'inclure dans la démarche des toitures en mauvais états qui pourraient être rénovées dans le cadre du projet photovoltaïque. Dans cette perspective, il est proposé que la future société prenne en charge des frais de réparation de toitures ou des frais d'isolations par le biais d'une avance du montant du loyer dû aux propriétaires desdites toitures¹. Les toitures en mauvais états ne doivent ainsi pas être écartées d'emblées en ce qu'elles représenteraient des surcoûts économiques pour le collectif. Néanmoins, **cette volonté initiale de faire exister des enjeux multiples et de maintenir des critères ouverts pour mener la sélection des toitures est remise en cause à travers le choix des outils utilisés.**

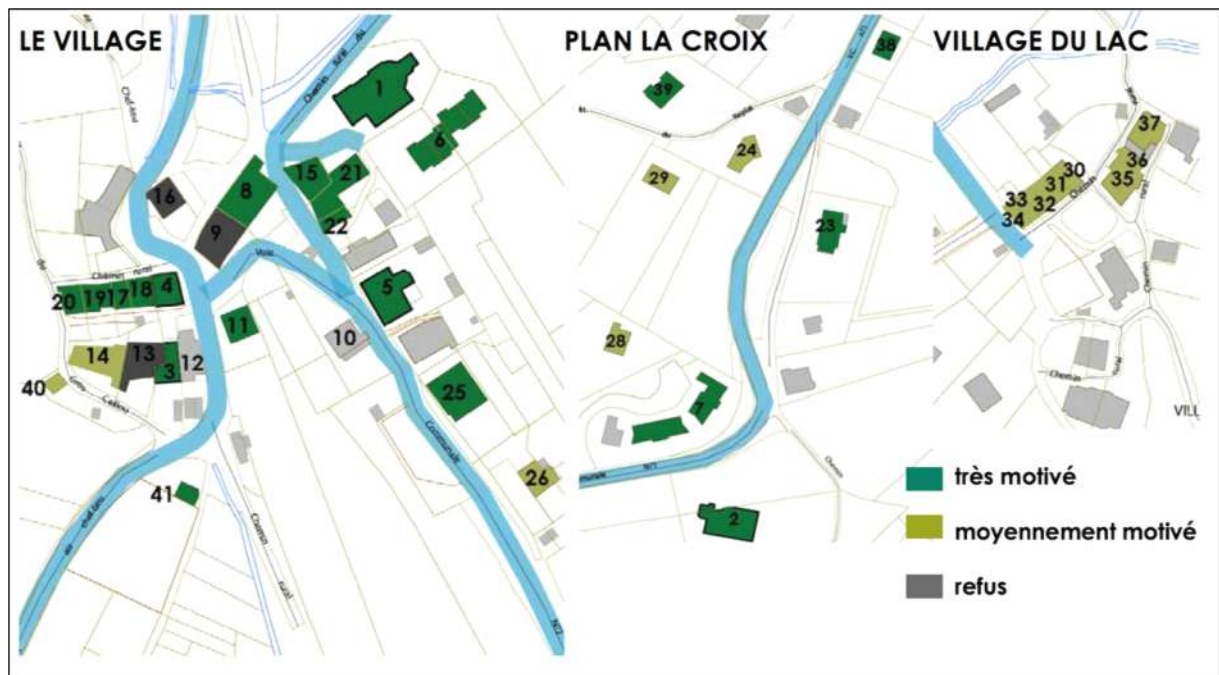
Dans les mois qui suivent la réunion de janvier 2012, le collectif restreint d'élus et d'habitants de La Thuile démarchent l'ensemble des propriétaires des toitures de la commune. Les résultats de ce démarchage sont intégrés dans le tableau de recensement de l'ensemble des toitures du territoire. Deux nouvelles colonnes sont ajoutées, relatives au degré de motivations des propriétaires pour intégrer la démarche et aux envies exprimées de mener des travaux de rénovation de la toiture.

Toutefois, cet outil peine à donner une existence collective à ces toitures. Ces dernières sont saisies à la lumière d'une somme de caractéristiques individuelles qui les distinguent plus qu'elles ne les rassemblent. Pour dépasser cet écueil, le collectif met en place des catégories de pertinence afin de constituer des sous-ensembles de toitures (les différentes teintes de vert dans le tableau ci-dessous). Ces sous-ensembles sont relatifs à des degrés de motivation des propriétaires pour mettre à disposition leur toiture. Sur la base de ces catégories, le collectif produit plusieurs cartes en mars 2012 afin de donner une existence spatialisée à ces sous-ensembles de toitures (voir Carte 8, p.244).

Ces cartes sont construites pour faire émerger une dimension collective de l'opération *via* l'identification de groupes prometteurs de toitures. Néanmoins elles tendent à laisser de côté plusieurs critères du processus de sélection (*i.e.* orientation et surface des toitures, enjeux de rénovation et d'harmonisation paysagère et architecturale, intensité solaire) pour résumer les toitures à des degrés

¹ "Il peut être envisagé dans le cadre du bail à passer entre le propriétaire du toit et la société, que la société prenne en charge les frais de réparation de la toiture, ou l'isolation à concurrence du montant du loyer" – Cf. Archives de RAEE – compte-rendu de la réunion du 07.02.12.

de motivation des propriétaires. Ce premier effort de spatialisation à travers ces nouveaux outils d'aide à la décision tend à discréditer l'approche qualitative jusqu'alors entreprise et à laisser de côté plusieurs enjeux au cœur du projet collectif.



Carte 8: Recensement des motivations des propriétaires de toitures de La Thuile (mars 2012) (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)

2. Mise à l'épreuve de la méthodologie de mutualisation (mars-juin 2012)

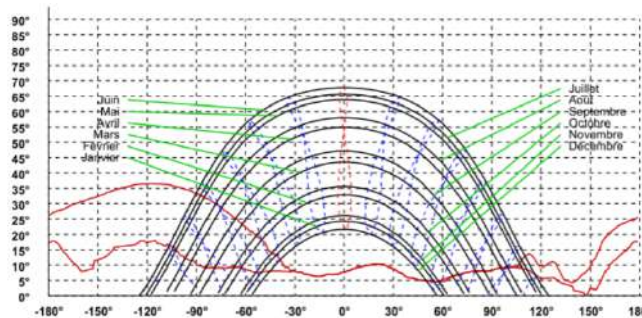
Sur la base de ces outils et des groupes de toitures identifiés, deux études sont commandées en mars 2012. La première étude est menée par un bureau d'étude technique et doit préciser si les toitures envisagées sont en mesure de supporter une installation photovoltaïque (e.g. état de la charpente, état de la couverture). Si c'est le cas, cette étude doit établir quels seraient les coûts attachés à chaque toiture et leurs perspectives de rentabilité. La seconde étude est menée par ERDF et doit préciser les coûts de raccordement voire de renforcement du réseau pour l'installation de panneaux photovoltaïques sur les toitures en question. Le collectif avance à ce stade à tâtons au sujet des enjeux de raccordement au réseau sans connaissance préalable précise de l'état du réseau sur la commune de La Thuile ni sur la méthodologie de travail au sein d'ERDF pour établir un devis pour un projet collectif sur plusieurs toitures¹.

¹"On pourra envisager ponctuellement de grouper les injections de toiture moyennes suivant certaines conditions, mais il ne sera pas possible d'avoir des branchements traversant les voiries publiques. Il y aura donc un grand nombre de points d'injection sur le réseau" – Cf. Archives de RAEE – compte-rendu de la réunion du 07.02.12.

L'étude menée par le bureau d'étude technique est rendue en juin 2012. Pour chaque toiture envisagée, le bureau d'étude modélise l'intégration des panneaux, la production d'électricité au regard de la course du soleil et des ombres portées et la balance économique de l'installation (coûts d'installations, charges d'exploitation, revenus à vingt ans) (voir Figure 26, p.246). Toutefois, la forme de cette étude fait une nouvelle fois pencher le processus de développement d'une opération solaire collective vers l'identification de qualités individuelles des toitures. L'étude propose alors de stabiliser une existence collective de ces toitures au sein du projet en agrégeant les coûts et les taux de retours sur investissements individuels de chaque toiture (voir Tableau 19, p.246). Elle tend à réduire le processus de sélection des toitures à une dimension économique unique où les enjeux qualitatifs de la démarche disparaissent (*e.g.* enjeu de rénovation des toitures, d'harmonisation architecturale et paysagère des toitures). Dans les jours qui suivent, ERDF transmet également le résultat de son étude réalisée sur le périmètre des toitures stabilisé en mars 2012. Cette étude répartie l'ensemble des toitures du projet au sein de trois zones du réseau électrique (voir Carte 9, p.247). Au sein de la zone « chef-lieu », le raccordement au réseau des toitures représente un coût moyen de 30 c€/Wc. En revanche, cette étude révèle des besoins de renforcements du réseau importants pour raccorder les toitures situées dans les deux zones éloignées du centre bourg (« Village-du-Lac » et « Plan-la-Croix ») pour un coût moyen de raccordement de 1,20 c€/Wc. Ces surcoûts importants sont liés d'un côté à la nécessité de construire de nouveaux postes de raccordement basse tension dans ces deux zones au regard des normes techniques de gestion du réseau pour ERDF et aux importants coûts d'enfouissement des lignes électriques entre ces toitures et les postes de raccordement (voir Carte 9, p.247). De plus la mise en application de la loi NOME supprime le taux de réfaction (voir Chapitre 4) et ces coûts sont intégralement à la charge de la centrale villageoise.

Les coûts de raccordement au réseau deviennent un critère majeur pour calculer la perspective de rentabilité de chaque toiture. L'identification de ces coûts pousse le collectif à écarter les toitures situées dans les deux zones excentrées afin de préserver la perspective de rentabilité économique du projet collectif dans son ensemble¹. La sélection des toitures s'organise désormais autour d'une logique exclusivement économique sur la base d'une comparaison des niveaux de rentabilité individuels de chaque toiture.

¹ « On est rentré dans des éléments super compliqués avec ERDF, les histoires de renforcement de réseau, les distances, on était dans le dur, on n'avait plus le droit de rêver sur les toitures, il ne fallait pas s'éloigner, plein de choses n'étaient plus faisable. On rentrait dans le très technique. » - Entretien avec l'architecte-paysagiste 13.04.15.

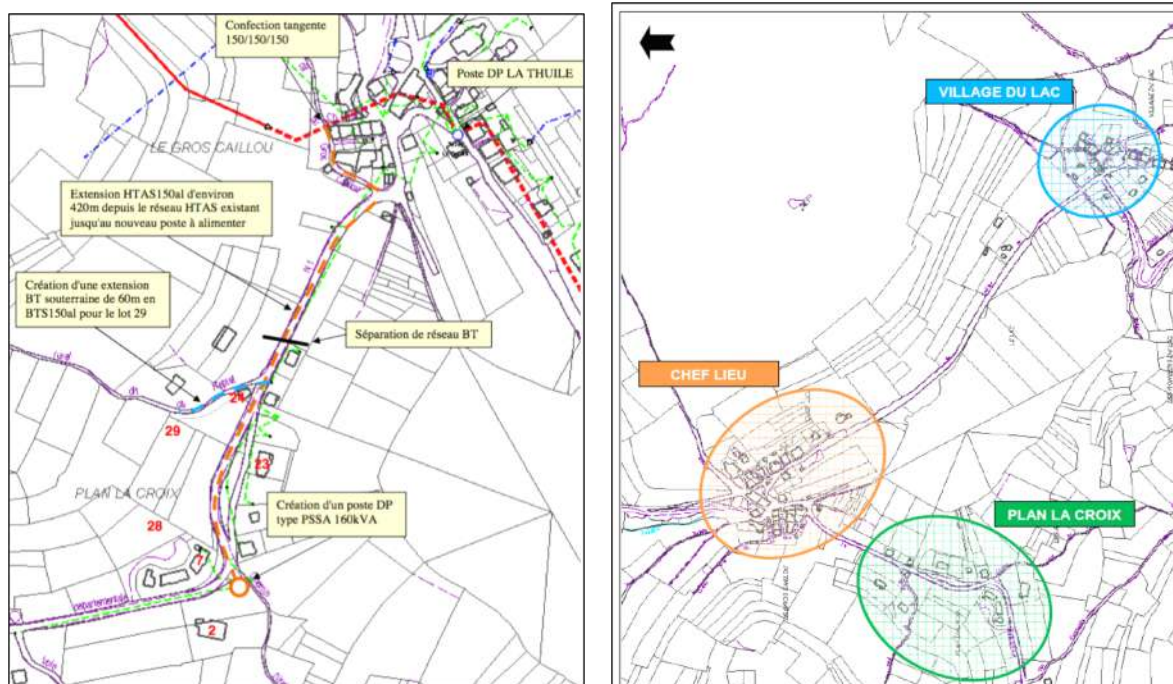


| | | | |
|---|----------------|-------------------|---|
| | Année 1 | Sur 20 ans | |
| Revenus | 3 168 € | 63 340 € | |
| Revenus bruts | 3 168 € | 63 340 € | |
| Charges d'exploitation | 635 € | 15 425 € | |
| Entretien/Maintenance | 309 € | 7 501 € | |
| Assurance multirisque | 200 € | 4 858 € | |
| Utilisation du réseau (TURPE) | 51 € | 1 245 € | |
| Gestion de projet | 75 € | 1 822 € | |
| Revenus bruts - charges d'exploitation | 3 093 € | 61 519 € | |
| | | | FOURNITURE ET POSE DE LA CENTRALE PV |
| | | | 7 409 € |
| | | | 2 346 € |
| | | | 2 011 € |
| | | | 970 € |
| | | | 8 545 € |
| | | | 21 281 € |
| | | | 2,10 €/Wc |
| | | | Suppression cheminée(s) |
| | | | 0 € |
| | | | Arrêts de neige |
| | | | 270 € |
| | | | Redressement/Traitement charpente |
| | | | 1 440 € |
| | | | Renforcement charpente |
| | | | 0 € |
| | | | Raccordement réseau |
| | | | 2 000 € |
| | | | 24 991 € |
| | | | 2,83 €/Wc |

Figure 26: Extraits du rapport du bureau d'étude technique contenant pour chaque toiture : (1) une modélisation de l'intégration des panneaux, (2) une modélisation de la productibilité par rapport à la course du soleil et (3) une modélisation économique – Source : Rapport Cythélia, Juin 2012.

| N° | Bâtiment | Type d'intégration | Surface PV (m²) | Puissance crête (kWc) | Production année 1 (kWh) | Productible spécifique année 1 (kWh/kWc/an) | Investissement PV en € | Investissement PV en €/Wc | Tarif d'achat (c€/kWh) | Revenu sur 20 ans | Charges d'exploitation sur 20 ans | Revenu / Investissement sur 20 ans | Charges d'exploitation / Investissement sur 20 ans |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------------------|--------------------------|---|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | Eglise | Modules cristallins intégrés au bâti | 182 | 26,0 | 26 561 | 1023 | 63 244 € | 2,44 | 20,35 | 108 067 € | 40 324 € | 171% | 64% |
| 5 | Ecole | Modules cristallins intégrés au bâti | 103 | 14,7 | 14 442 | 982 | 40 021 € | 2,72 | 27,23 | 78 622 € | 24 443 € | 196% | 61% |
| 6 | Immeuble vers église | Modules cristallins intégrés au bâti | 45 | 6,4 | 6 357 | 998 | 18 733 € | 2,94 | 37,06 | 47 101 € | 11 669 € | 251% | 62% |
| 8 | Gîte Maeva | Modules cristallins intégrés au bâti | 28 | 3,9 | 3 848 | 982 | 13 632 € | 3,48 | 37,06 | 28 512 € | 8 222 € | 209% | 60% |
| 15-21-22 | Propriétaires privés | Modules cristallins intégrés au bâti | 62 | 8,8 | 8 549 | 969 | 24 991 € | 2,83 | 37,06 | 63 340 € | 15 425 € | 253% | 62% |
| 4 | Future Mairie | Modules cristallins intégrés au bâti | 62 | 8,8 | 9 301 | 1055 | 24 769 € | 2,81 | 23,61 | 43 906 € | 15 366 € | 177% | 62% |
| 19-20 | Propriétaires privés | Modules cristallins intégrés au bâti | 117 | 16,7 | 17 479 | 1049 | 42 908 € | 2,58 | 32,42 | 113 294 € | 26 881 € | 264% | 63% |
| 18 | Propriétaire privé | Modules cristallins intégrés au bâti | 45 | 6,4 | 6 861 | 1077 | 18 275 € | 2,87 | 37,06 | 50 837 € | 11 547 € | 278% | 63% |
| 25 | Auberge | Modules cristallins intégrés au bâti | 62 | 8,8 | 8 815 | 999 | 24 613 € | 2,79 | 37,06 | 65 318 € | 15 324 € | 265% | 62% |
| 11 | Propriétaire privé | Modules cristallins intégrés au bâti | 48 | 6,9 | 7 320 | 1067 | 19 287 € | 2,81 | 37,06 | 54 234 € | 12 234 € | 281% | 63% |
| 26 | Propriétaire privé | Modules cristallins intégrés au bâti | 21 | 2,9 | 2 986 | 1016 | 9 177 € | 3,12 | 37,06 | 22 128 € | 6 198 € | 241% | 68% |
| 2 | Salle polyvalente | Modules cristallins intégrés au bâti | 125 | 17,9 | 19 208 | 1074 | 45 887 € | 2,57 | 20,35 | 78 151 € | 28 719 € | 170% | 63% |
| 41 | Ecole intercommunale | Modules cristallins intégrés au bâti | 125 | 17,9 | 16 460 | 920 | 42 255 € | 2,36 | 27,23 | 89 612 € | 27 748 € | 212% | 66% |
| 42 | Ateliers municipaux | Modules cristallins intégrés au bâti | 103 | 14,7 | 15 457 | 1051 | 34 486 € | 2,35 | 20,35 | 62 887 € | 22 963 € | 182% | 67% |
| 25_abri | Abri boule à côté de l'Auberge | Modules cristallins intégrés au bâti | 72 | 10,3 | 9 862 | 958 | 42 328 € | 4,11 | 20,35 | 40 123 € | 21 309 € | 95% | 50% |
| TOTAL | | Modules cristallins intégrés au bâti | 1200 | 171,0 | 173 506 | 1015 | 464 607 € | 2,72 | - | 946 132 € | 288 370 € | 204% | 62% |

Tableau 19: Tableau récapitulatif des résultats de l'étude de faisabilité de l'opération solaire à La Thuile - Source: Rapport Cythélia, Juin 2012.



Carte 9: Extraits du rapport ERDF contenant notamment (1) un zonage du réseau électrique local et (2) une liste des travaux à mener sur ce réseau pour le raccordement des toitures du projet sur La Thuile – Source : Rapport ERDF de juin 2012.

Le collectif avait jusqu'ici peiné à constituer et spatialiser un groupe de toitures en faisant exister les enjeux initiaux de la démarche (e.g. approche paysagère et architecturale, approche collective et coopérative). A défaut d'avoir réussi à stabiliser un collectif de toiture au regard de ces enjeux ou de s'être doté d'une capacité de retour à un stade préalable de sélection des toitures, **la spatialité du réseau électrique BT telle que révélée par ERDF devient désormais la dimension normative centrale du processus de sélection des toitures et de spatialisation de l'opération collective.**

3. Eclatement du collectif (juin-octobre 2012)

Outre la question du raccordement au réseau, la perspective rentabilité de chacune des toitures envisagées dans le cadre du projet collectif est directement liée à l'instrument des tarifs d'achat. Or le montant de ces tarifs d'achat est régulièrement révisé à la baisse depuis le moratoire de 2010. Dans ce contexte, la sélection des toitures et la construction du modèle économique du projet évolue tous les trois mois. Des toitures jusqu'ici rentables peuvent ne plus l'être lors de la publication de l'arrêté tarifaire suivant. La marge de manœuvre du collectif est progressivement réduite.

Dans le prolongement des études techniques de juin 2012, le collectif cherche désormais à sélectionner les toitures les plus rentables qui semblent être les seuls qui lui permettent de mettre au point une

opération susceptible d'intéresser des investisseurs locaux. Au regard de l'organisation du tarif d'achat pendant l'été 2012, les toitures résidentielles privées équipées d'installations de moins de 9 kWc sont les mieux valorisées (*i.e.* 34 c€/kW), largement devant les bâtiments publics pour une même puissance d'installation (*i.e.* 19 c€/kW).

Au moment de finaliser la sélection des toitures après l'ensemble des études techniques, le collectif se retrouve dans une posture qu'il n'avait pas anticipée. Par effet d'agrégation, les toitures résidentielles privées disposant des taux de rentabilité les plus importants s'avèrent compenser la moindre rentabilité d'autres toitures afin de construire une rentabilité collective. Dans le cadre d'une démarche qui n'a pas réussi à faire exister les enjeux collectifs initialement évoqués (*e.g.* enjeu de rénovation des toitures, d'harmonisation architecturale et paysagère des toitures) ces propriétaires ne comprennent pas pourquoi des opérations sur leurs toitures très rentables devraient financer des opérations sur des toitures aux moindres rentabilités. **L'intéressement économique autour du projet collectif se révèle peu maîtrisé et les propriétaires des toitures les plus rentables décident de quitter le cadre collectif à l'occasion d'une réunion en octobre 2012 pour réaliser des opérations à titre individuel.** Cette décision entraîne l'éclatement du processus de mutualisation des toitures qui ne peut résister au départ des toitures les plus rentables. Cette situation condamne le projet collectif en l'état.

4. Relance du projet et construction d'une rentabilité collective (février 2013 – avril 2015)

Le comité d'animation qui avait pendant un temps pris du recul pour laisser de la liberté d'action au collectif constitué par les habitants et les élus de La Thuile propose alors de tirer un bilan de cet échec et évaluer si d'éventuelles suites peuvent être données. Or, bien que le projet soit à l'arrêt, une partie des travaux engagés (*e.g.* rédaction préliminaire des statuts SAS de la société) et des études réalisées restent valables. Ce comité d'animation décide de décroquer le périmètre du projet et de relancer un processus de sélection de toitures sur l'ensemble des communes du territoire du Plateau de la Leysse. Pour encadrer ce processus, il décide d'organiser une réunion en février 2013 en conviant l'ensemble des habitants du territoire connus pour des engagements dans des associations locales, dans des causes environnementales militantes ou directement dans des entreprises développant les énergies renouvelables à partir des réseaux des partenaires (*i.e.* RAEE, PNR, ASDER, Chambéry Métropole). Cette réunion se déroule en février 2013 et réunit vingt-cinq personnes. Elle permet aux participants de discuter des raisons de l'échec du projet initial et de construire une nouvelle dynamique.

« Les gens ont mal compris le projet. Ils avaient compris le projet comme une dynamique individuelle et pas comme une création de centrale. Les gens voyaient la rentabilité (...) L'aspect

global du projet n'a pas été retenu : porter un projet commun » - propos d'une participante à la réunion du 13.02.2013 à Curienne.

« Un particulier a tout intérêt à partir seul. On ne va pas concurrencer (ndlr : du point de vue économique) un projet individuel. Les toits de la collectivité peuvent être une bonne cible dans une logique de territoire » - propos d'un participant à la réunion du 13.02.13 à Curienne¹

La nouvelle dynamique bénéficie d'une évolution du fonctionnement des tarifs d'achat pour le photovoltaïque. Le nouvel arrêté de janvier 2013 supprime la distinction au sein du tarif portant sur l'usage des bâtiments. Les toitures publiques obtiennent alors la même valorisation que les toitures résidentielles privées. Or l'engagement des élus à mettre à disposition les toitures des bâtiments municipaux apparaît beaucoup moins fluctuant que celui des propriétaires privés. Un engagement de vingt ans apparaît moins contraignant à contracter pour une collectivité en ce qu'elle sera moins soumise à des situations de vente du bien immobilier. De son côté, dans une situation de vente, le particulier qui loue sa toiture à la centrale villageoise devra également vendre le contrat qui lie la toiture à la société coopérative et les servitudes que ce contrat fixe. En cela, la mutualisation de toitures essentiellement publiques permet au collectif de s'engager dans une opération plus stable en ce qu'il est moins exposé à la défection de certains propriétaires de toitures.

Autour de cette nouvelle dynamique et d'un collectif renouvelé, de nouveaux groupes de travail sont organisés pour reprendre respectivement la rédaction des statuts de la SAS et la recherche de toitures adéquates sur l'ensemble du périmètre du territoire du Plateau de la Leysse. Certains membres moteurs de l'ancien collectif de La Thuile participent à ces groupes de travail et apportent leur expérience afin de progresser plus rapidement.

Sous l'action de ce nouveau collectif d'habitants et d'élus, les statuts de la SAS PERLE (Production d'Energies Renouvelables sur le Plateau de la Leysse) sont finalisés et signés en Mai 2013. Ces statuts fixent un modèle de gouvernance semi-coopératif. Un actionnaire possédant entre une et neuf actions disposent d'une voix tandis que ceux qui possèdent au moins dix actions ont deux voix².

En parallèle, le processus de recherche de nouvelles toitures, essentiellement publiques, se met en place pour tenter de saisir le tarif d'achat à un montant le plus élevé possible. Pour procéder à la sélection finale des toitures et à la construction du modèle économique, le collectif réutilise les outils et matrices préalablement mis en place pour la sélection des toitures sur la commune de La Thuile. Le processus de sélection des toitures est ainsi presque exclusivement guidé par des enjeux techniques et économiques.

¹ Les propos cités sont issus du compte-rendu rédigé par le chargé de mission de l'ASDER de la réunion du 15.02.2013 à Curienne, pp.3-4.

² Statuts de la SAS Centrales Villageoises PERLE, p.8.

La première opération PV qui est réalisée concerne finalement sept toitures sur deux communes (La Thuile et Puygros) pour une puissance cumulée de 57kWc (voir Figure 27, ci-dessous). Aucune des toitures équipées ne requiert des travaux de renforcement du réseau. Cette première opération est financée par la contribution d'environ quatre-vingt à un capital en fonds propres d'environ 65.000€ et un recours à un emprunt bancaire pour le reste de la somme (*i.e.* moins de 200.000€). La puissance de cette opération est bien inférieure aux ambitions initiales. Le collectif a en effet dû limiter la puissance de chaque installation à 9kWc (y compris sur les grandes toitures), le montant du tarif d'achat pour des opérations supérieures à 9kWc ne lui permettant pas de construire une rentabilité collective. L'ensemble de ces installations est raccordé au réseau au cours de l'automne 2014 et l'opération est officiellement inaugurée en avril 2015. **Cette inauguration consacre la réussite d'un collectif à se nourrir de la politique nationale du photovoltaïque pour construire une rentabilité collective à la fois publique et privée à travers la mutualisation de toitures.** Toutefois, au sein de cette rentabilité économique, le collectif ne parvient pas à faire exister les enjeux paysagers et architecturaux initialement au cœur de la démarche.

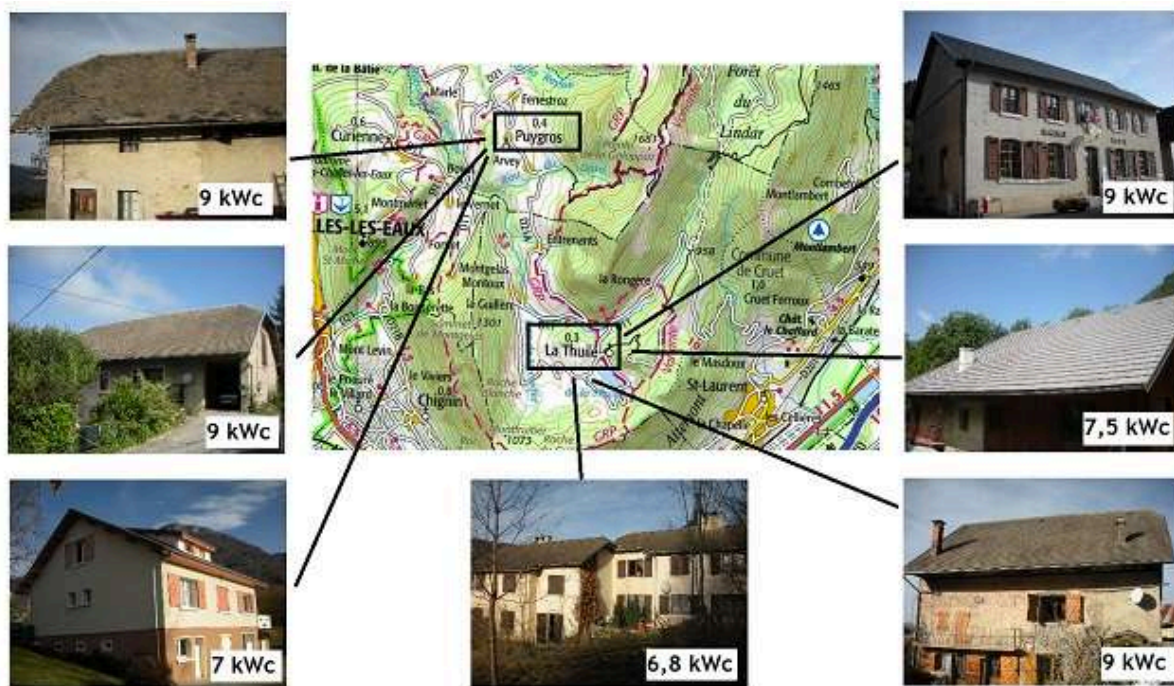


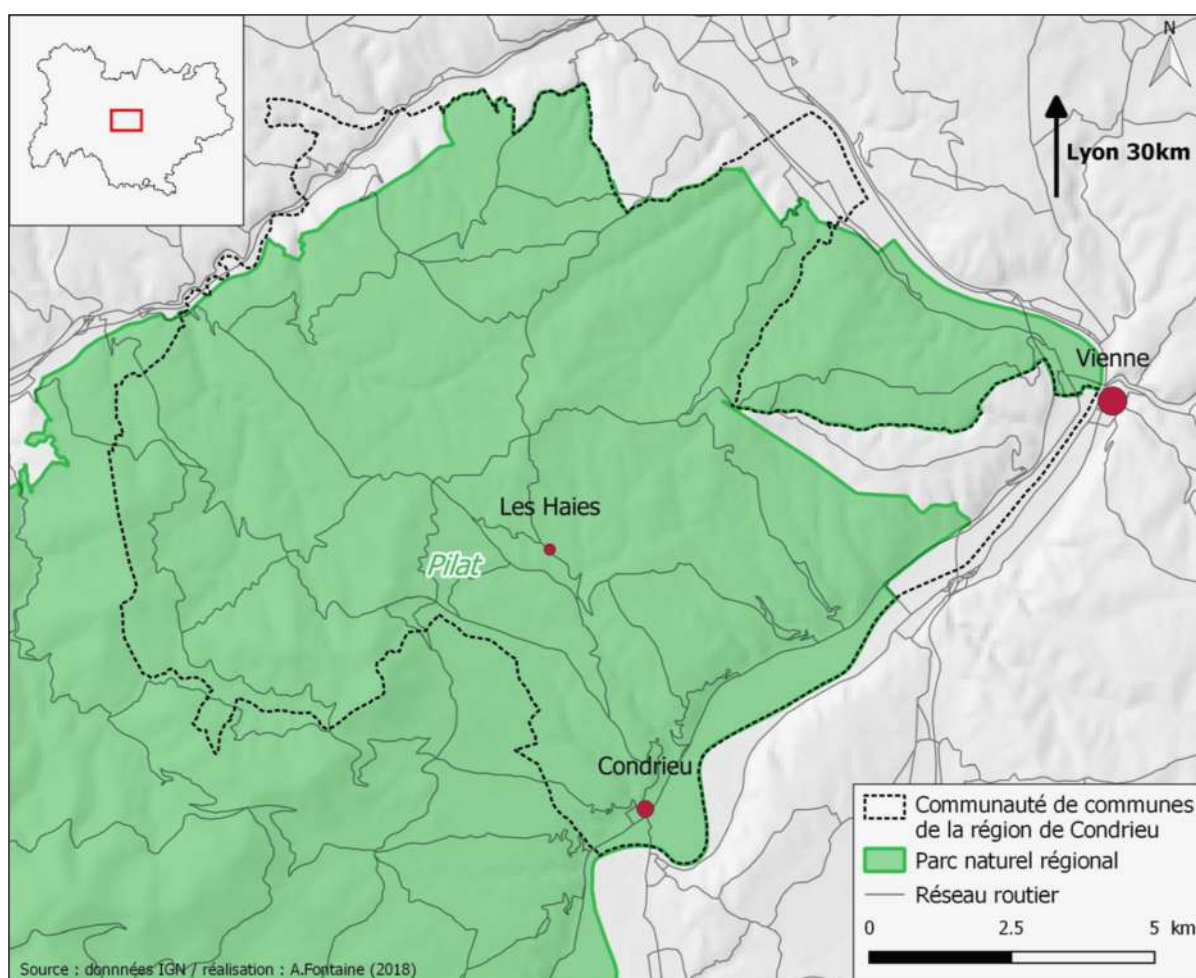
Figure 27: Toitures équipées dans le cadre du premier projet de la centrale villageoise SAS PERLE – Source: www.centralesvillageoises.fr

| Etapas de constitution des collectifs de toitures et d'investisseurs | | Méthodes et outils utilisés | Attachements discutés | Propositions relationnelles successives |
|--|---|---|---|---|
| Du territoire au site pilote | Réduction du territoire pilote à quatre communes | Carte de fréquentation des routes du territoire | Covisibilités entre le site et les espaces fréquentés du territoire | Le site du projet doit être visible afin d'opérer une démonstration. |
| | Ateliers-paysagers participatifs | Kits de prospection solaire et photomontages | Surfaces de toitures bien orientée et bien inclinées, avec des enjeux de rénovation | L'opération collective est pensée comme un projet paysager et architectural sur un groupe de toitures regroupées |
| | Réunion de sélection d'un site pilote unique | Tableau comparatif des sites solaires | Surfaces cumulées de toitures bien orientées | Le site solaire optimal est réduit à une somme de toitures bien orientées |
| Du site pilote au groupe de toitures | Démarchage des propriétaires et recensement des toitures | Tableau de toitures listant leurs caractéristiques individuelles et cartes de motivations | Orientation des toitures et engagement des propriétaires | Le projet collectif porte sur le regroupement de toitures saisies individuellement |
| | Etude du bureau d'étude technique et de ERDF | Zonage du village et devis de raccordement / tableau de rentabilités individuelles agrégées | Rentabilité individuelle des toitures au regard de l'organisation du réseau électrique, du tarif d'achat et de l'état de la toiture | La forte rentabilité individuelle de certaines toitures compense la moindre rentabilité des autres |
| Redémarrage du projet | Démarchage des propriétaires et études techniques complémentaires | Tableau de toitures listant des rentabilités individuelles | Rentabilité individuelle des toitures et engagement du propriétaire | Le collectif est organisé autour de toitures disposant des meilleures rentabilités individuelles sans ambition paysagère et architecturale d'ensemble |

Tableau 20: Résumé synthétique de l'analyse du cas de la centrale villageoise du Plateau de la Laysse

Chapitre 6 : Le cas de la centrale villageoise de la Région de Condrieu (2010 - 2014)

Le second projet de centrale villageoise que nous étudions ici émerge au sein du territoire du PNR du Pilat, au sud de Lyon et à l'est de Saint-Etienne¹. L'association RAEE et l'équipe du PNR se rencontrent en août 2010 pour préciser les contours de leur partenariat sur ce projet et choisir un territoire pilote pour lancer la démarche. Le choix s'arrête sur la communauté de commune de la région de Condrieu au nord du PNR (voir Carte 10, ci-dessous).



Carte 10: Situation du territoire de la région de Condrieu et de la commune des Haies

Ce choix repose sur deux arguments. Tout d'abord, la région de Condrieu est la seule communauté de commune au sein du PNR qui ne porte pas à l'été 2010 de projets de valorisation des énergies

¹ L'analyse présentée au cours de ce chapitre s'appuie essentiellement sur un rapport rédigé dans le cadre de l'ANR Colléner (Fontaine 2015).

renouvelables¹. Ensuite, ce choix constitue un clin d'œil en ce qu'il est déjà réputé pour son ensoleillement au titre de sa production viticole de qualité (*i.e.* Côte-Rôtie, Condrieu).

La communauté de commune de la région de Condrieu est un territoire qui regroupe onze municipalités sur une surface de 129 km² pour une population d'environ 17.000 habitants. C'est un territoire vallonné qui se situe entre les vallées du Rhône et du Gier. Il regroupe essentiellement des petites communes rurales, à l'exception de la ville de Condrieu (environ 3800 habitants) dont l'activité économique est marquée par l'influence et la proximité de Lyon.

Tout comme dans le cas précédemment présenté, la démarche dans le Pilat se construit initialement autour de deux comités. Un comité de pilotage, composé d'élus (du PNR, de la communauté de communes) et de chargés de mission (de RAEE, du PNR), est en charge des prises de décisions sur les grandes orientations du projet. Le second comité, composé de chargés de mission (*i.e.* du PNR du Pilat, d'HESPUL et de RAEE), est en charge de l'animation du projet dans le territoire et de l'accompagnement des acteurs locaux dans l'organisation d'un collectif et la sélection d'un site puis de toitures. L'élaboration des conventions de partenariat et l'organisation du fonctionnement de ces comités est stabilisée en avril 2011.

¹ En parallèle plusieurs communautés de communes au sein du PNR sont engagées dans des projets éoliens et dans des projets de chaufferie collective bois-énergie.

Section 1 : Du territoire au site : exploration d'enjeux multiples (avril 2011 – octobre 2011)

1. Mise en place d'une méthodologie par tâtonnements successifs (avril-juillet 2011)

Le lancement du processus d'animation territoriale s'effectue à l'occasion d'une série de réunions publiques entre les mois d'avril et juin 2011. Ces réunions se déroulent au sein de quatre communes de la région de Condrieu et réunissent à chaque fois une trentaine de participants. L'objectif du comité d'animation est tout d'abord d'introduire à l'occasion de ces réunions les enjeux techniques, paysagers, économiques et juridiques de la démarche. Ensuite, les membres de ce comité souhaitent, à travers la distribution de questionnaires aux participants, relever les taux de motivations des habitants au sein des différentes communes du territoire. En traitant au fur et à mesure les résultats de ces questionnaires, ils identifient quatre communes au sein desquelles les habitants et élus semblent les plus motivés (*i.e.* Condrieu, Echaldas, Les Haies, Longes).

A l'issue de ces réunions publiques, la première réunion du comité de pilotage porte sur l'établissement des critères qui doivent encadrer la sélection finale d'un site. Trois critères essentiels sont mis en avant : l'ensoleillement, la mobilisation locale (élus et habitants) et la faisabilité technico-économique. Un quatrième critère, relatif à l'intégration paysagère et architecturale des panneaux photovoltaïques, est débattu. Les élus du PNR soulignent l'obligation inscrite dans la charte du PNR de conserver une homogénéité visuelle des toitures du Pilat en tuiles rouges. Il est donc important que l'intégration des panneaux (d'une teinte bleue-noire) soit peu visible. En même temps, les chargés de mission de RAEE rappellent que les centrales villageoises ont vocation à être vues de manière à questionner les modalités du développement du photovoltaïque dans les territoires ruraux et susciter une nouvelle dynamique. Face à cette ambiguïté, le comité de territoire propose d'encadrer le processus de sélection d'un site par des études paysagères sur les quatre communes au sein desquelles ont été relevées les plus importantes dynamiques habitantes. Ces études sont prises en charge par une équipe du PNR du Pilat composée de plusieurs chargés de mission (resp. paysage, architecture et climat-énergie) ainsi que d'un stagiaire recruté à cette occasion.

Dans le cadre de ces études, l'équipe entend mettre en discussion l'ambiguïté d'une approche du paysage qui doit répondre à la fois à une logique de moindre impact au regard de certains enjeux du paysage réglementaire et à une logique de construction d'un nouveau paysage de l'énergie. Elle progresse pour cela par propositions méthodologiques exploratoires successives.

La première proposition prend la forme de questionnaires distribués aux participants des réunions publiques. A travers ces questionnaires, l'équipe du PNR entend interroger les habitants et élus motivés

par la démarche sur la pertinence des quatre communes envisagées. Ces derniers doivent évaluer la pertinence de chaque site en prenant en compte les contraintes liées au paysage réglementaire (la présence de lieux et bâtiments touristiques protégés, de toitures traditionnelles en tuile canal rouge¹), leurs propres sensibilités paysagères non encadrées par la charte (les covisibilités des toitures), l'ensoleillement, les surfaces de toitures disponibles et si possible la distance entre ces toitures et le réseau électrique². Ce questionnaire présente l'avantage de faire coexister des enjeux multiples dans le cadre du processus de sélection d'un site mais s'avère compliqué à remplir pour les participants (voir Figure 28, p.255). Toutefois les réponses des différents participants s'avèrent trop disparates et difficilement exploitables pour tenter d'objectiver un choix.

| Commune | Indice (0 : Aucune sensibilité, 5 : Danger) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ensoleillement. | | | | | ↔ |
| Bâtiments remarquables ou patrimoine soumis à réglementation (ici, une fontaine connue et une croix du 18 ^{ème}). | | ↔ | | | |
| Co-visibilité. (beaucoup de sentiers pédestres sur les hauteurs alentour) | | | | ↔ | |
| Nombre et disponibilité des toitures. (Une église et une vingtaine de maisons) | | | ↔ | | |
| % toitures publiques / privées. (La flèche indique ici que l'église est publique mais que tout le reste est privé) | | ↔ | | ↔ | |
| Possibilités raccordement réseau. (Des toitures se trouvent à plus de 2 kms, avec quelques toitures à 1 km) | | | | ↔ | ↔ |
| Indice final : | | | | | ↔ |

Figure 28: Grille d'évaluation participante des sites solaires dans le Pilat – Source: PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011.

Dans un second temps, l'équipe du PNR propose d'engager un travail de retranscription cartographique des covisibilités paysagères. A travers cette nouvelle proposition méthodologique, l'équipe du PNR entend faire coexister sur un même support des informations relatives aux contraintes du paysage réglementaire (e.g. les périmètres autour des bâtiments classés patrimoine historique) et d'autres sensibilités paysagères de manière à encadrer le processus de sélection du site. Pour construire ces cartes, le stagiaire de l'équipe passe plusieurs journées sur le terrain à relever les covisibilités.

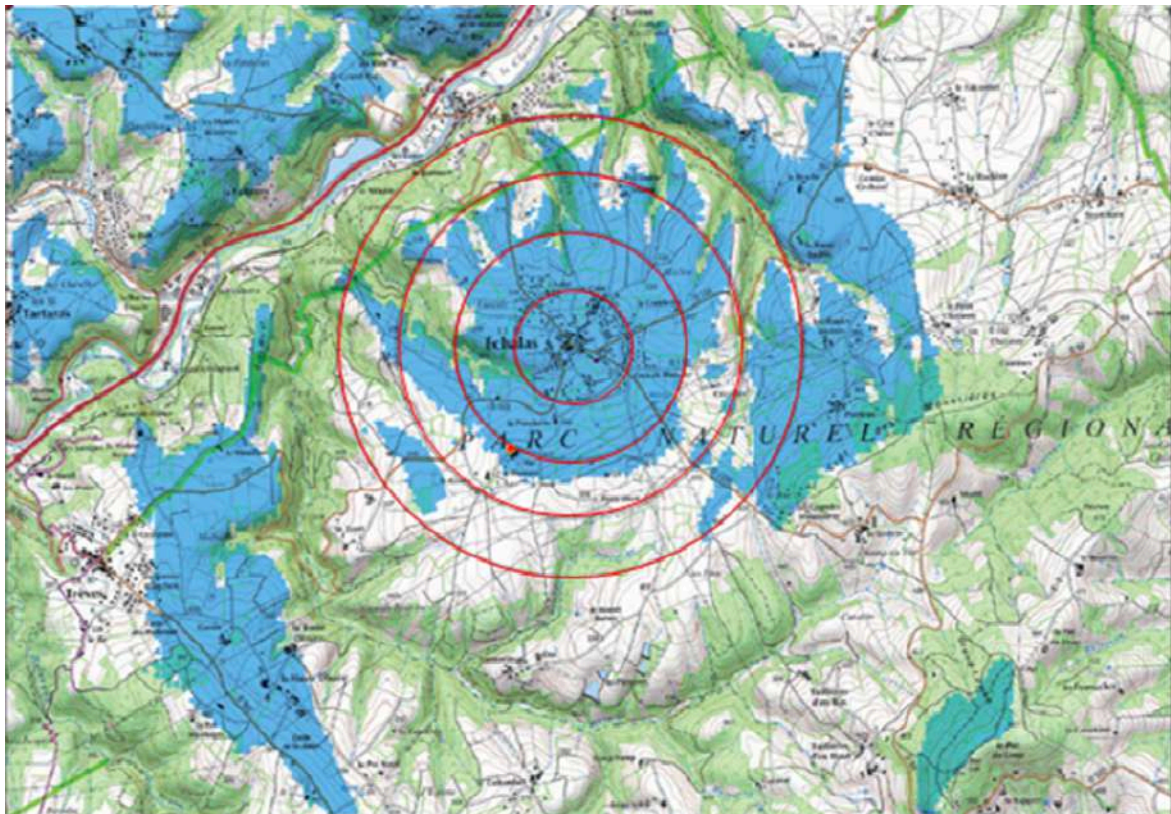
¹ Les tuiles canal rouges sont typiques du paysage des Monts du Pilat et à ce titre patrimonialisées et protégées par la charte du PNR – Entretien collectif avec l'équipe du PNR du Pilat du 24/04/2015.

² Bien que par ailleurs, le coût de raccordement au réseau d'une opération sur une toiture ne soit pas du tout proportionnel à la seule distance entre cette toiture et le poste de raccordement le plus proche.

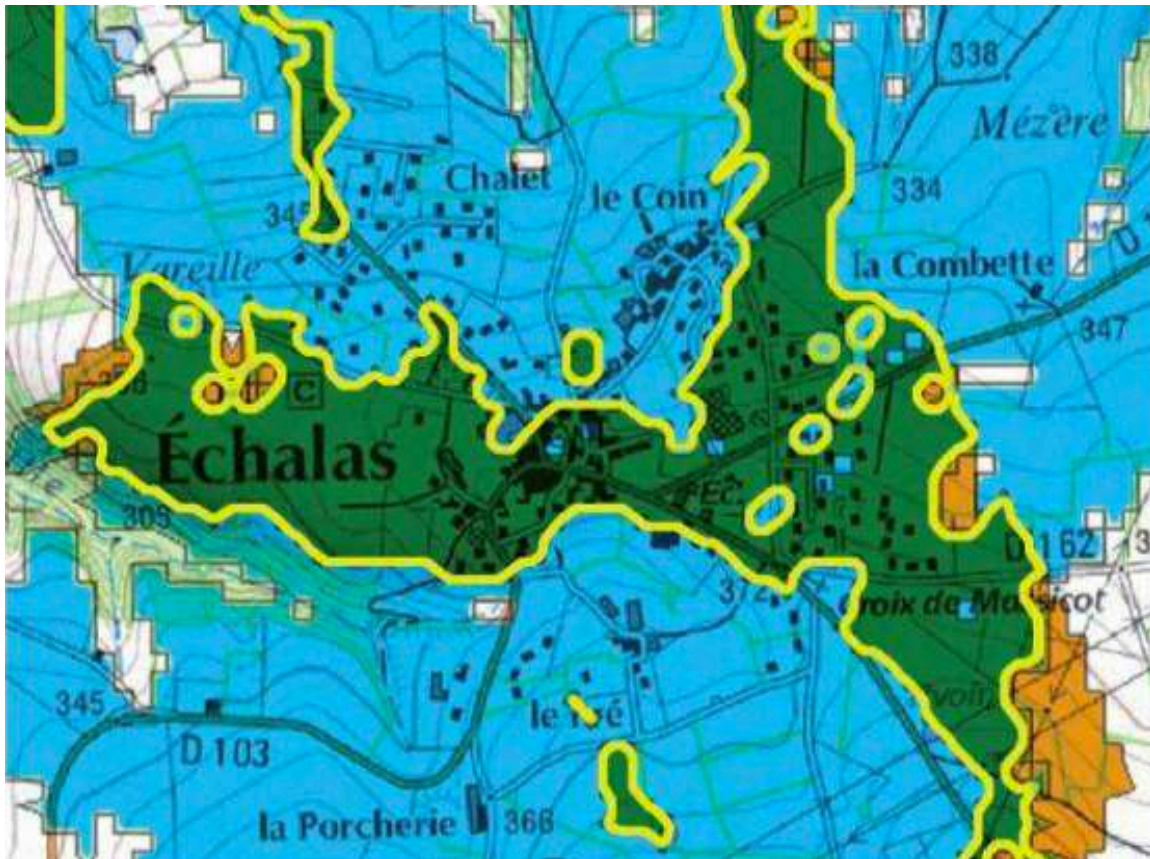
« On cherche toutes les zones depuis lesquelles au moins une des maisons du village est visible (voir Carte 11, p.256). De ces zones on calcule les covisibilités : on regarde les chemins, sentiers, points de vue, parkings de randonnées, petit patrimoine local, etc., et on regarde de nouveau les zones visibles de ces points. A partir de là, et en superposant toutes les couches on arrive à déterminer précisément les zones les plus sensibles d'une commune (voir Carte 12, p.257) » (PNR du Pilat, p.19).

A travers cette méthodologie, répliquée sur les quatre communes encore envisagées pour accueillir le projet solaire collectif, l'équipe du PNR parvient à mettre en évidence des zones de sensibilité paysagère sans pour autant les traduire comme des zones de non développement photovoltaïque. En cela, l'équipe du PNR se donne les moyens de faire exister la dimension paysagère dans la suite du processus sans la réduire à un statut de contrainte.

A l'occasion de ce tâtonnement méthodologique, le stagiaire du PNR s'est familiarisé puis formé à l'utilisation d'un logiciel de SIG. Celui-ci lui permet de superposer et visualiser simultanément des couches d'informations différentes pour procéder à la sélection d'un site. L'équipe du PNR décide par la suite de généraliser le recours au logiciel SIG pour construire des outils d'aides à la décision.



Carte 11: Ensemble des zones visibles (en bleu) depuis le village d'Echalas. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011.



Carte 12: Zones du village d'Échalas (en vert) les plus visibles depuis les points de vue environnants. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011.

2. Une sélection consensuelle d'un site (septembre-octobre 2011)

Suite à la décision du comité de pilotage de conduire la sélection d'un site pilote au regard de quatre critères (*i.e.* ensoleillement, motivations, faisabilité technico-économique, intégration paysagère), l'équipe du PNR du Pilat propose de comparer les quatre sites envisagés au regard de l'ensemble de ces facteurs. Pour cela l'équipe propose de produire des cartes en septembre 2011 recensant l'ensemble des données dont ils disposent à ce stade du processus pour chacun des quatre sites. Le critère d'ensoleillement peut être appréhendé à travers des données géo-référencées mises à disposition par Météo France. Ces données permettent notamment pour un périmètre restreint au sein duquel les intensités solaires sont similaires entre les extrémités nord et sud de comparer l'ensoleillement en termes de nombre d'heures d'exposition (voir Carte 13, p.259).

Les motivations habitantes et notamment la volonté des propriétaires de toitures (privées et publiques) à louer leur toiture à une future coopérative locale de production d'électricité sont connues à travers les questionnaires distribués à la fin des réunions publiques. Les enjeux d'intégration paysagère des panneaux ont été appréhendés par de premières cartes combinant des informations relatives aux covisibilités et au paysage réglementaire. La question de la faisabilité technico-économique apparaît, à

ce stade, la plus complexe à estimer. Tout d'abord les enjeux de raccordement voire de renforcement du réseau électrique ne peuvent être connus qu'une fois un devis de raccordement précis commandé auprès d'ERDF. Ensuite, le collectif ne peut se permettre de financer des études techniques sur l'ensemble des toitures des quatre communes envisagées. A ce stade, les données qui peuvent être connues sont relatives aux surfaces de toitures et à l'usage des bâtiments¹ de manière à estimer les montants de tarifs d'achat auxquelles elles seraient éligibles et enfin aux orientations de ces toitures relevées sur le terrain boussole à la main. La combinaison de ces informations peut permettre d'estimer à très gros trait le degré potentiel de rentabilité économique d'une toiture.

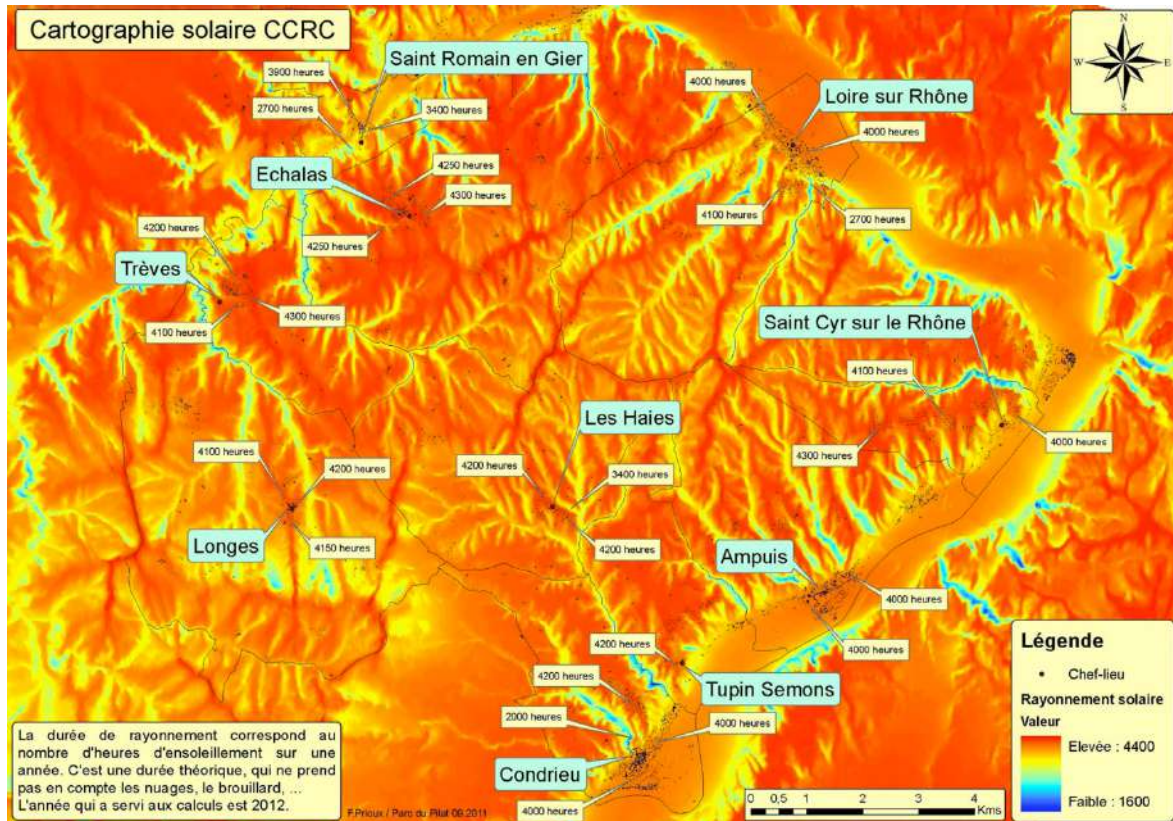
L'équipe du PNR tente dans un premier temps de produire une carte en superposant l'ensemble de ces données. Cette carte apparaît cependant difficilement lisible². L'équipe décide alors de distribuer les données sur plusieurs cartes. Les différentes cartes produites à cette occasion permettent de croiser sur un même fond cartographique et à une même échelle l'ensemble de ces informations. A titre d'exemple, les cartes produites pour le village de La Thuile proposent respectivement de croiser : (1) des informations relatives aux covisibilités et aux surfaces de toitures disponibles (voir Carte 14, p. 259), (2) des informations relatives aux orientations de toitures, à l'usage des bâtiments et à l'ensoleillement (voir Carte 15, p.260), (3) des informations relatives aux motivations des propriétaires de toitures et à l'usage des bâtiments en question (voir Carte 16, p.260).

Le recours à ces cartes permet d'adosser le processus de sélection d'un site à l'identification préalable de groupes de toitures prometteuses au regard de l'ensemble des enjeux et objectifs de la démarche. De plus, **ce recours permet de pacifier le processus de sélection en ce que certaines cartes remettent en cause de manière évidente la pertinence de certains sites.** C'est par exemple le cas du site de Condrieu dont une immense majorité des toitures sont au cœur du périmètre autour des bâtiments classés monuments historiques au sein duquel le collectif a décidé de ne pas lancer de projet photovoltaïque d'ampleur (voir Carte 17, p.261).

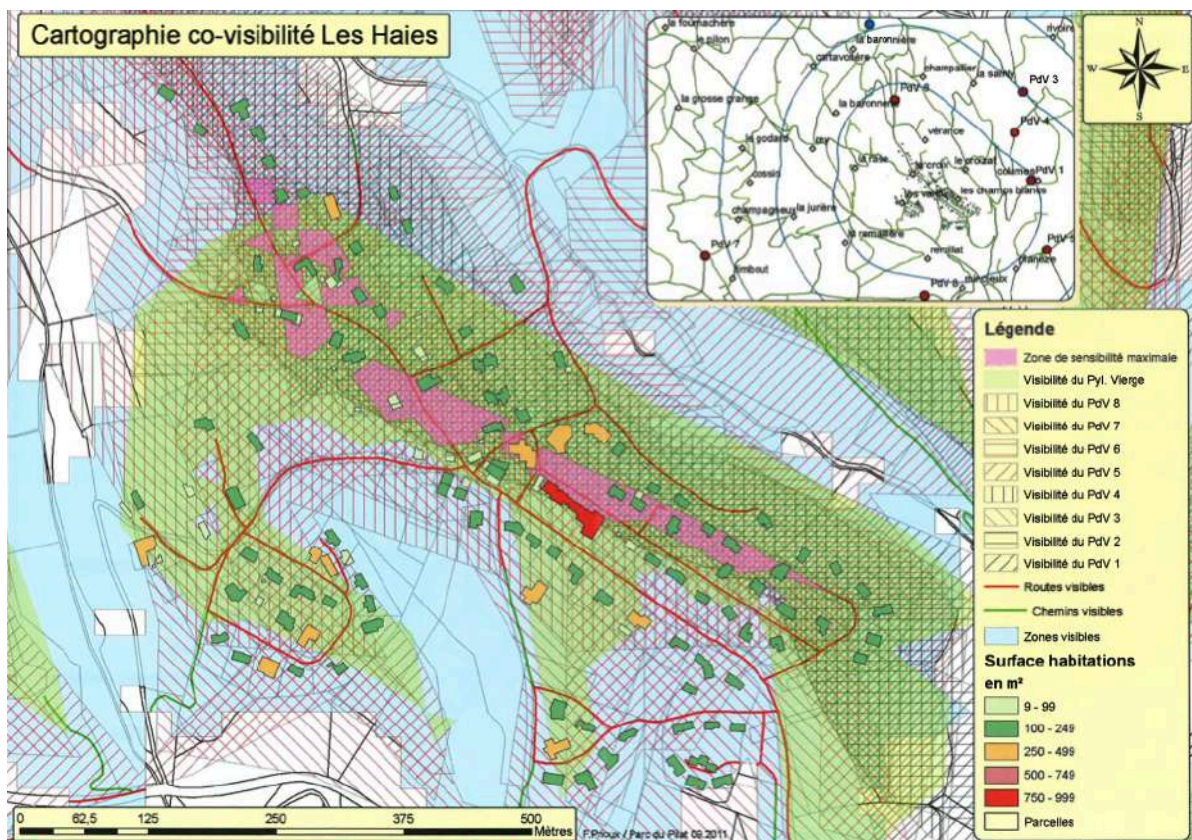
En octobre 2011, le comité d'animation soumet au comité pilotage le choix de la commune des Haies qui dans le cadre de la démarche d'animation territoriale autour de cartes a été identifié comme le meilleur site au regard des critères définis. En amont de ce comité de pilotage, des réunions plus spécifiques ont déjà été menées avec des habitants des Haies pour confirmer les motivations des propriétaires de toitures. **Ce choix est validé dans le plus grand consensus sans qu'il remette en cause la participation des habitants des autres communes et le site des Haies est retenu.**

¹ En septembre 2011 le tarif d'achat est organisé autour de catégories de puissance et de catégories d'usage des bâtiments (voir Chapitre 4).

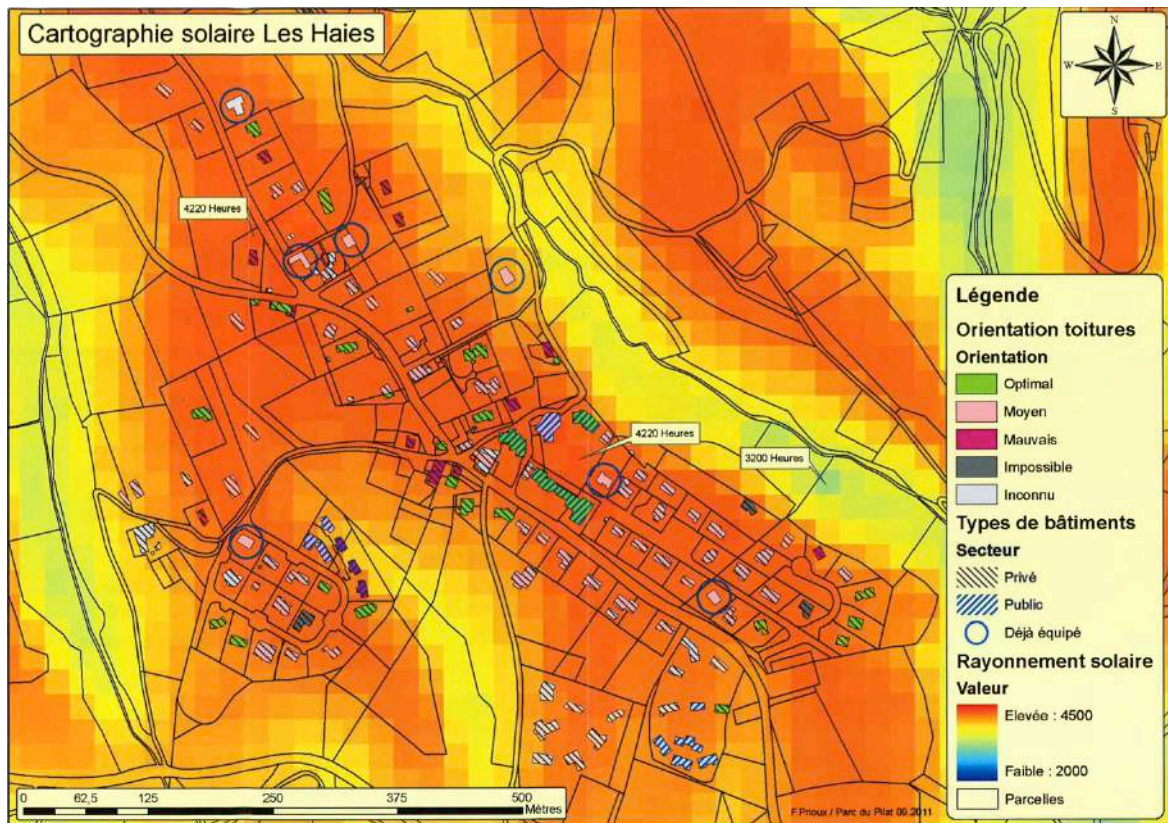
² « La carte où tout est superposé existe mais elle ne figure dans aucun rapport car elle n'est pas claire ». – Entretien avec ancien stagiaire du PNR du Pilat du 18.10.14



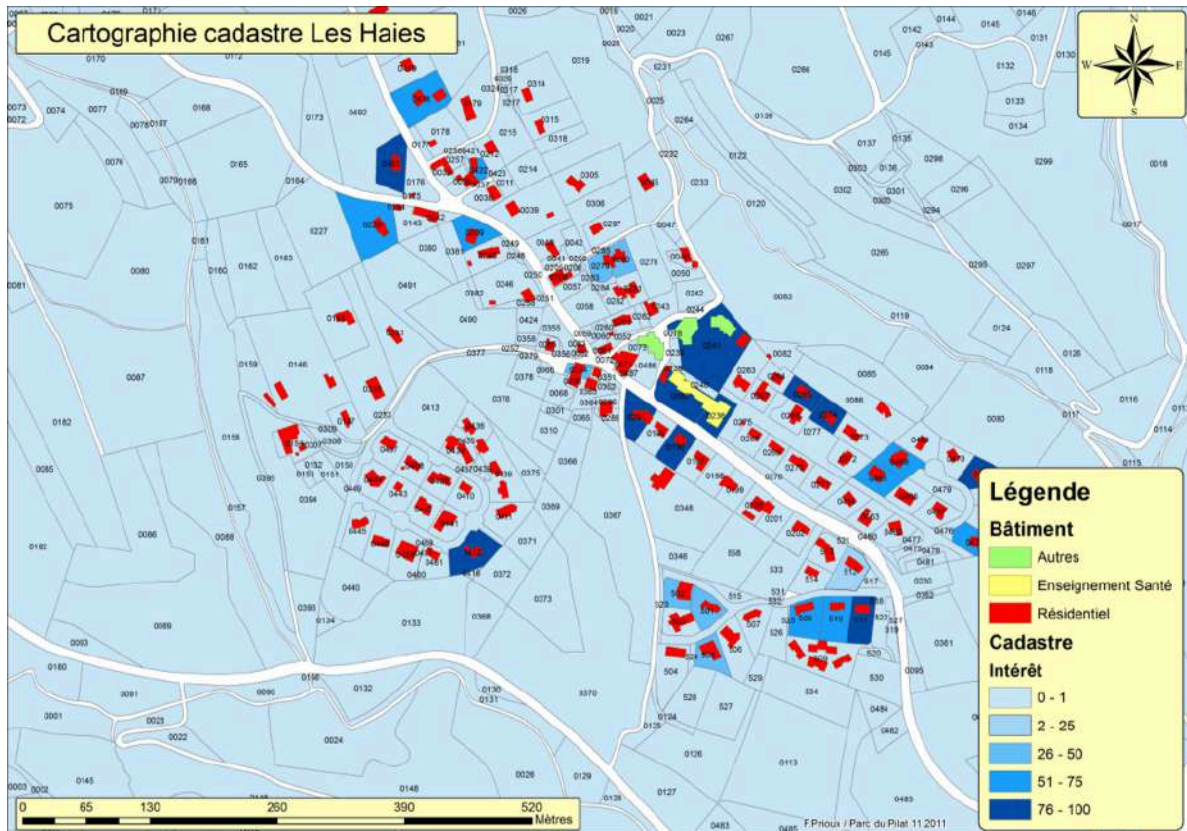
Carte 13: Ensoleillement du territoire de la région de Condrieu en nombres d'heures durant l'année 2012. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011.



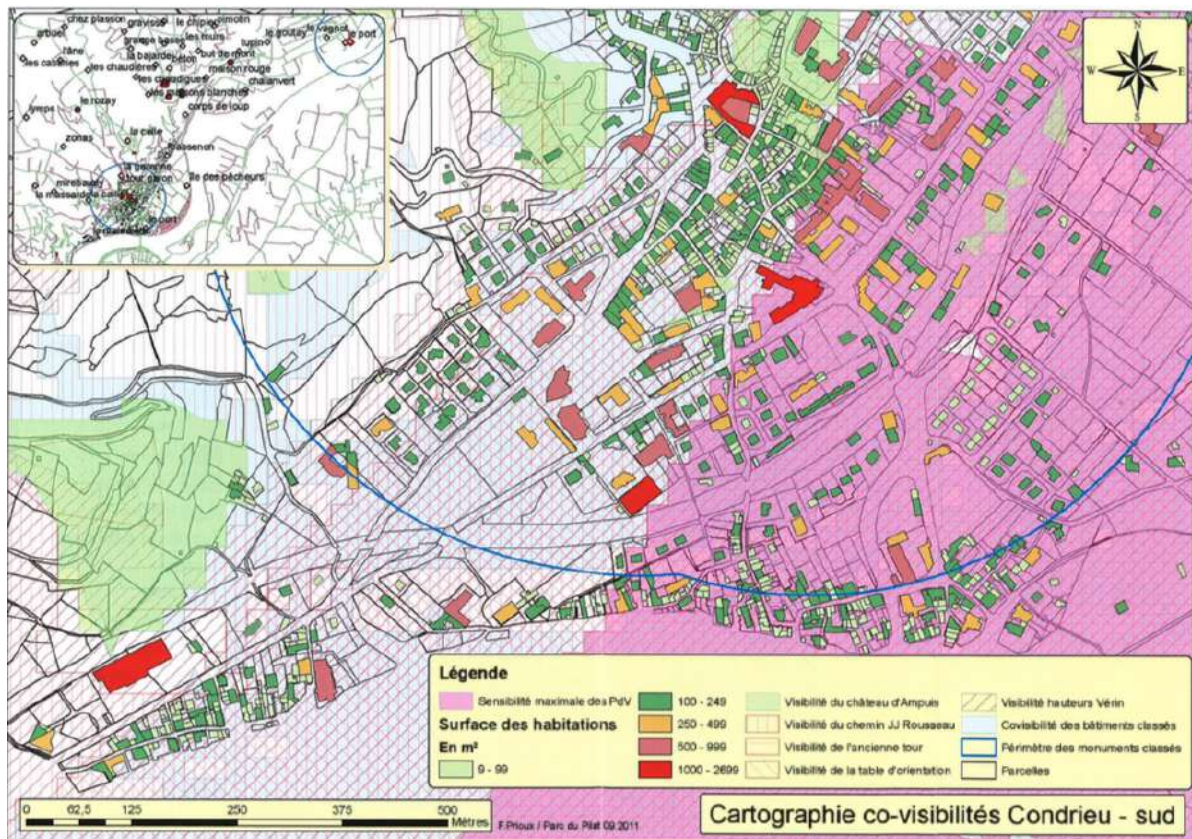
Carte 14: Covisibilités et surfaces de toitures sur la commune des Haies. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011.



Carte 15: Intensité solaire et orientation des toitures sur la commune des Haies. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011.



Carte 16: Motivation des propriétaires et usage des bâtiments sur la commune des Haies. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011.



Carte 17: Covisibilités et contraintes d'aménagement à Condrieu. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011.

Section 2 : Du site aux toitures : émergence d'un collectif robuste (novembre 2011 – juillet 2012)

Une nouvelle réunion publique dans le village des Haies est organisée en novembre 2011 pour que les deux comités (i.e. de pilotage et d'animation) passent le relais à un collectif d'habitants et d'élus locaux. Cette réunion publique réunit environ cinquante participants de l'ensemble du territoire de la région de Condrieu. Elle porte en premier lieu sur le choix du statut juridique pour la coopérative¹. La priorité est donnée au statut SCIC si les collectivités locales souhaitent participer au capital de l'opération. Toutefois ce n'est pas le cas et un collectif d'habitants et d'élus se structure pour travailler sur la rédaction des baux de la SAS. Ces habitants sont essentiellement des retraités déjà engagés par ailleurs dans des associations ou des causes militantes à l'échelle du territoire mais peu familiers avec les questions d'énergie. En parallèle, l'équipe du PNR propose de réaliser de nouvelles études pour accompagner ce collectif dans la sélection des toitures.

1. Constitution de groupes de toitures prometteurs (novembre 2011-mars 2012)

La sélection du site de La Thuile pour accueillir la centrale villageoise de la Région de Condrieu a été organisée autour de l'identification de groupes de toitures prometteurs au regard de l'intensité solaire, de sensibilités paysagères et d'enjeux technico-économiques peu précis. Le collectif doit désormais procéder au sein de ces groupes à la sélection finale des toitures. L'équipe du PNR propose de procéder en deux temps : tout d'abord, construire des scénarios d'intégrations paysagères et architecturales pour affiner la sélection des toitures puis lancer des études techniques (bureau d'étude technique, ERDF) sur ce périmètre restreint de toitures.

C'est l'architecte-paysagiste du PNR du Pilat qui intervient dans un premier temps. De manière à inscrire sa contribution dans le prolongement des travaux déjà menés et d'en conserver les acquis, elle décide de repartir de l'une des cartes déjà construite. La carte des sensibilités paysagères lui apparaît trop chargée. Toutefois la ligne de sensibilité paysagère maximale (en rose sur la Carte 14, p.259) suit largement la ligne des motivations des propriétaires à mettre à disposition leurs toitures (voir Carte 16, p.260) qu'elle juge plus lisible. Equipée de cette seconde carte, l'architecte entame un travail de terrain pour construire plusieurs propositions d'intégration paysagère et architecturale des panneaux sur les toitures préalablement identifiées.

¹ Sur le même modèle que les réunions dans le Plateau de la Leysse, RAEE présente aux participants l'alternative entre SCIC et SAS et laisse ces derniers prendre une décision.

Dans un premier temps, elle s'assure sur place que les toitures prometteuses ne sont pas équipées de tuiles rouges canal protégées par la charte du PNR. Elle réalise ensuite des croquis d'intégration architecturale des panneaux sur les principales toitures (voir Figure 29, ci-dessous). Dans un dernier temps, elle se positionne sur les principaux points de vue du village pour construire deux scénarios d'intégration des panneaux dans le paysage de manière à discuter d'options possibles.

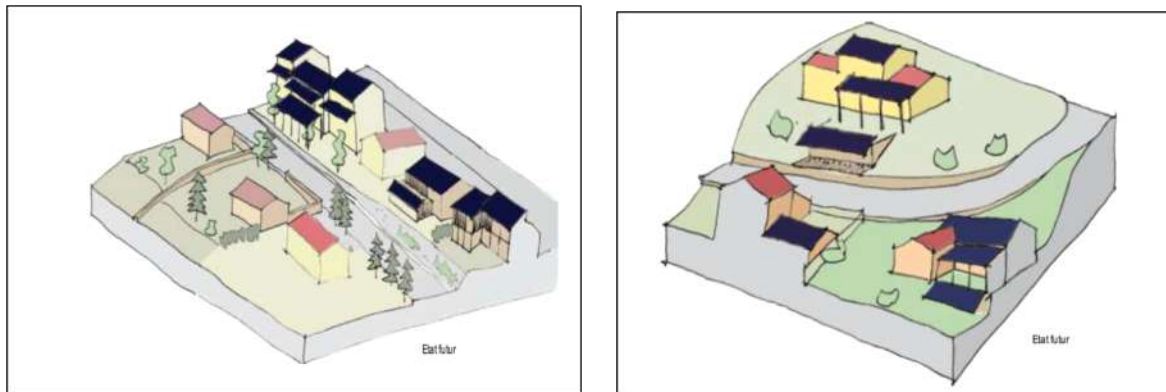


Figure 29: Croquis d'intégration architecturale des panneaux de la centrale villageoise sur la commune des Haies
 - Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012)

« Ce que j'avais envie de montrer au-delà de faire du projet à l'échelle de la silhouette du bourg, on peut faire du projet avec du PV sur un bâtiment, et c'est là que d'un point de vue architectural ça devient intéressant. Sur un bâtiment neuf, quand on crée une terrasse ou sur un bâtiment public, le PV peut devenir un élément de projet. Ici il sert d'avent qui fait une protection solaire. Sur le projet des Haies ça a permis de suggérer de faire le préau (ndlr : construit à l'occasion du projet entre l'école et la mairie). Après j'en conviens que c'est compliqué parce que je ne pense pas que c'est éligible au tarif d'achat (ndlr : en désignant ses croquis) ce qui est dommage puisque cela freine l'innovation architecturale » - Entretien avec l'architecte-paysagiste du PNR du Pilat du 24.04.15

Le premier scénario est constitué de deux groupes de toitures avec d'un côté les bâtiments municipaux (*i.e.* salle des fêtes, mairie, école) et de l'autre un lotissement des années 2000 comprenant quatorze maisons individuelles avec des toitures récentes (voir Figure 30, p.264).

Le second scénario met en avant la silhouette du bourg et la ligne de faîtage en alignant discrètement des panneaux le long des secteurs les plus visibles du village (voir Figure 31, p.265). Ce second scénario intègre les toitures des bâtiments publics du centre du village et des lotissements des années 1970 et 1980 qui regroupent environ vingt maisons individuelles. Ce second scénario permet d'inclure les

toitures de propriétaires qui ont émis l'intention de refaire leur toiture à l'occasion d'un éventuel projet photovoltaïque collectif (charpente et/ou isolation thermique).

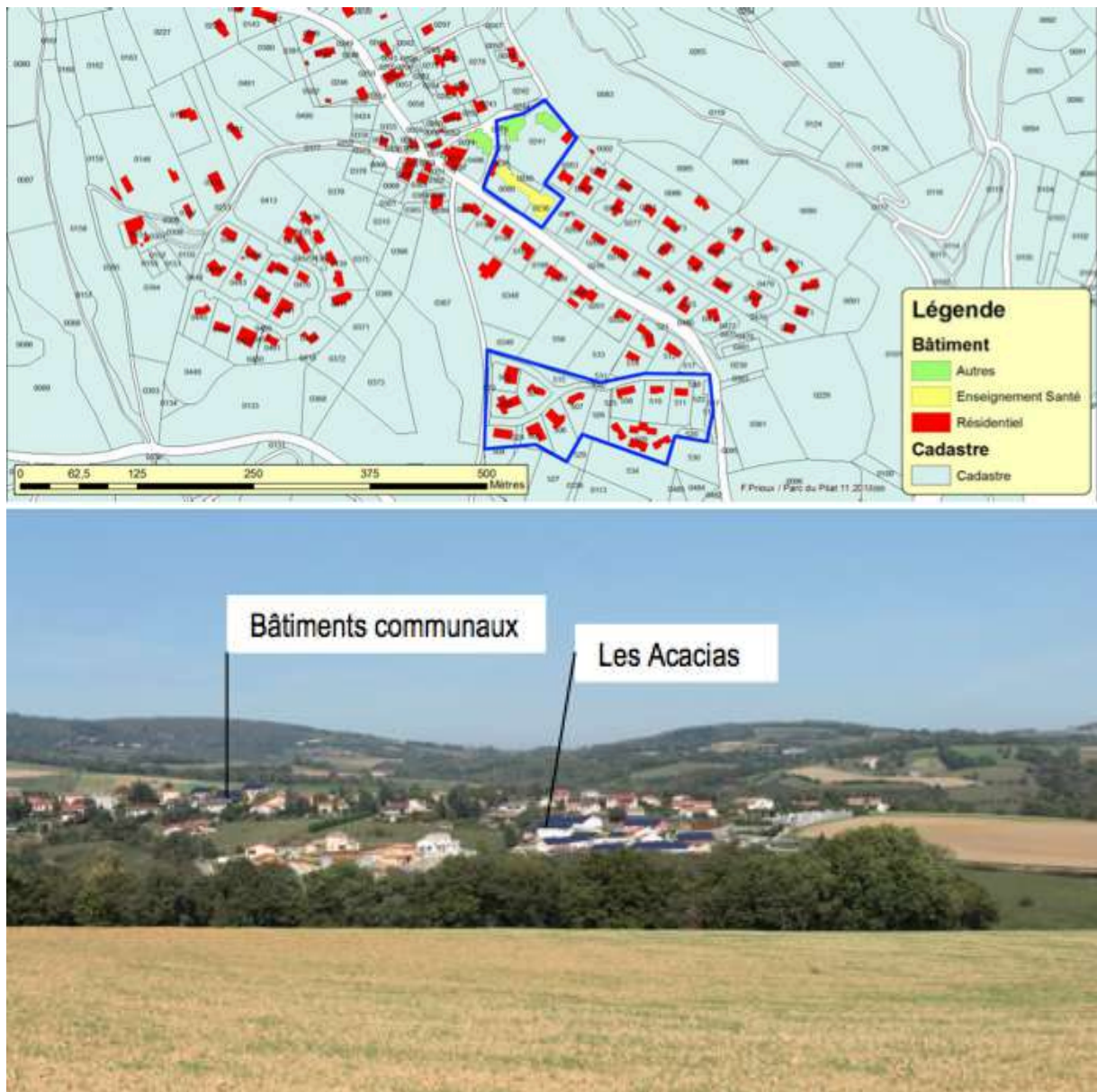


Figure 30: Scénario d'intégration des panneaux n°1 en deux groupes de toitures. Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012)



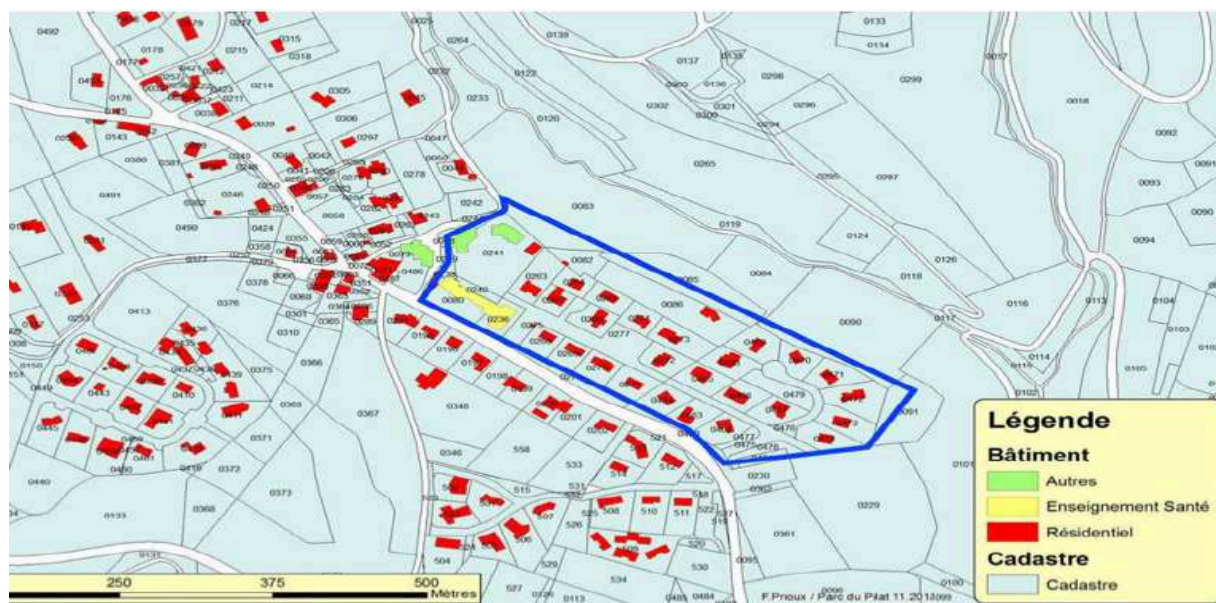


Figure 31: Scénario d'intégration n°2 selon une silhouette le long du bourg. Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012)

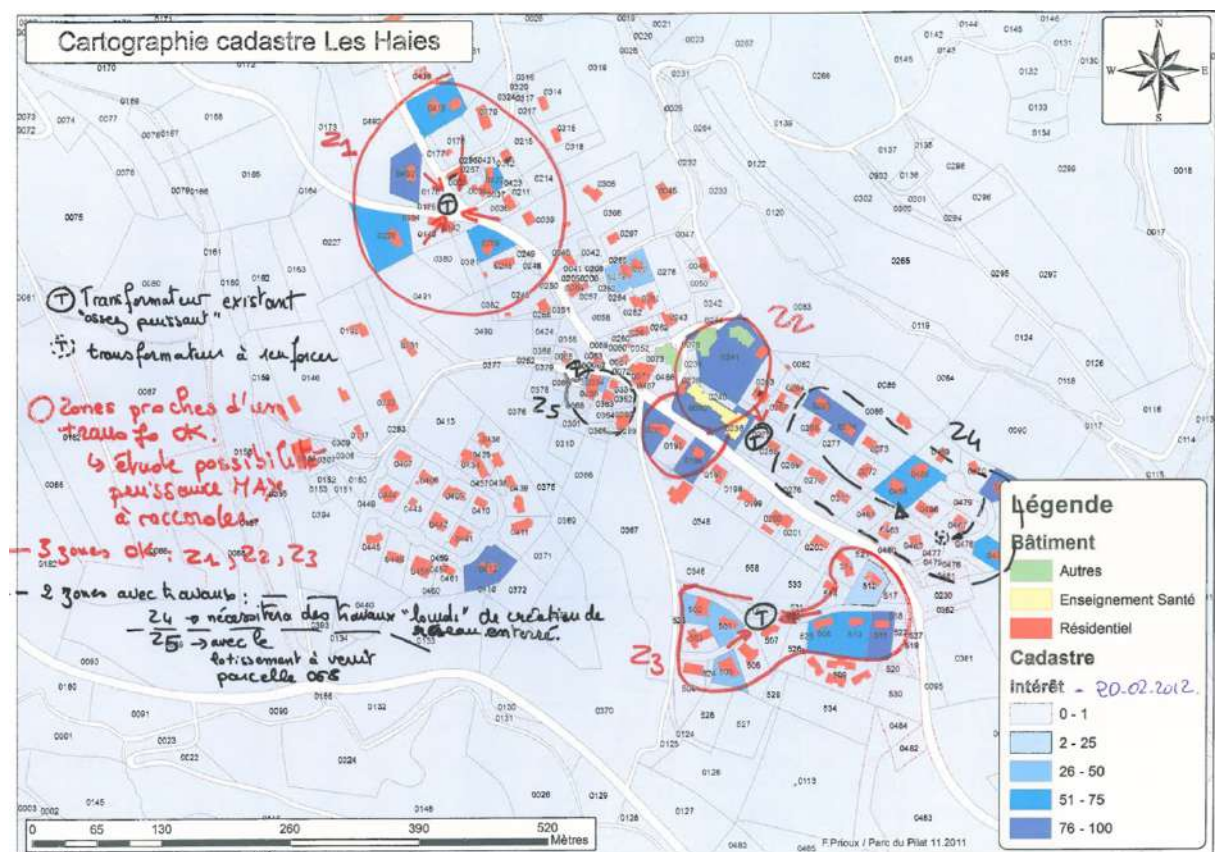
Lors de la présentation des scénarios en réunion publique début mars 2012, les différents chargés de mission présents soulignent que la priorité affichée n'est pas de maximiser une rentabilité économique mais également d'incorporer dans la démarche des enjeux connexes. En cela, travailler sur des toitures anciennes permet de greffer au projet photovoltaïque des enjeux de rénovation que les toitures récentes ne présentent pas. Le scénario numéro deux est ainsi retenu, une nouvelle fois de manière consensuelle. Toutefois à ce stade, le collectif manque encore d'informations précises sur les enjeux techniques d'une installation photovoltaïque sur ces toitures et sur les enjeux du raccordement au réseau électrique.

2. Eclatement des groupes prometteurs de toitures (mars-avril 2012)

Dans les jours qui suivent la sélection du scénario d'intégration architecturale et paysagère des panneaux, et donc de la réduction du nombre de toitures envisagées, une rencontre sur le terrain entre ERDF, RAEE et les habitants et élus impliqués dans la démarche. Les participants de cette réunion parcourent les zones des groupes de toitures retenus et tentent d'estimer si le réseau a besoin d'être renforcé ou non. Cette estimation peu précise se fait au regard des capacités des postes de

raccordement et d'une estimation de la puissances et du nombre d'installations connectés à ces postes de raccordement¹.

Cette réunion consacre une première rencontre entre deux logiques différentes de constitution de groupes de toitures. Les techniciens ERDF estiment visuellement les distances entre les toitures et les postes de raccordement existants et à travers ces estimations proposent des zones de raccordement (dans un rayon autour d'un poste) (voir Carte 18, p.266). Les toitures au sein de ces zones partagent un même point de raccordement et rentrent dans un même calcul de seuil à partir duquel un renforcement du réseau doit être effectué. Or ces zones de raccordement au réseau ne coïncident pas avec les groupes de toitures qui ont émergés du travail de l'architecte-paysagiste. De prime abord, l'équipe d'ERDF distribue les toitures sélectionnées par le collectif dans cinq zones. Trois groupes de toitures sont proches d'un transformateur existant « assez puissant » (*i.e.* les toitures du centre ville, les toitures du lotissement récent, les toitures au Nord du centre-bourg) et deux groupes de toitures nécessiteraient d'importants travaux de renforcement du transformateur et de création du réseau enterré (*i.e.* les toitures au sein des lotissements des années 1970 et 1980 du centre-bourg).



Carte 18: Zones de raccordement au réseau proposées par ERDF lors de la rencontre du 22 mars 2012 sur la commune des Haies. Source: Archives de RAEE.

¹ Les données relatives aux consommations électriques, et donc le calcul des capacités restantes du réseau, doivent rester confidentielles. Ce n'est qu'en effectuant une demande de raccordement officielle sur un périmètre de toiture précis que le collectif peut obtenir un calcul précis des coûts de raccordement et des besoins de renforcement du réseau.

Les indications recueillies lors de cette réunion sont retranscrites sur un document qui fait apparaître le résultat d'une partie des démarches jusqu'ici entreprises. Ce document fait exister simultanément l'enjeu de raccordement au réseau à côté de l'ensemble des autres enjeux abordés dans le cadre de la démarche sans pour autant qu'il prime sur les autres. En cela, **cette carte constitue un outil qui permet de contrôler la puissance normative du réseau électrique BT et de sa gestion par ERDF sur l'organisation du projet photovoltaïque collectif dont ne disposait pas les acteurs du projet sur le Plateau de la Leysse.** La poursuite du processus de sélection des toitures ne se réorganise pas subitement autour d'un enjeu de raccordement au réseau qui deviendrait central.

Toutefois l'étude menée par ERDF et remise en Avril 2012, qui résulte non plus d'une seule visite de terrain, mais de calculs informatiques *via* l'outil informatique de calcul d'ERDF, fait apparaître des besoins de renforcement du réseau plus importants qu'initialement annoncés. Cette étude reprend les démarches qui avaient été entreprises lors de la réunion sur site : elle opère par zonage et par propositions de regroupements de toitures en fonction de la spatialité du réseau électrique local. Chaque groupe de toiture correspond à un poste de raccordement existant (voir Carte 19, ci-dessous).



Carte 19: Propositions de zonages et de groupes de toitures au regard de la spatialité du réseau par ERDF. Source: Etude ERDF d'avril 2012.

Comme cela avait été initialement anticipé, le projet photovoltaïque sur les groupes de toitures au sein des deux lotissements récents ne nécessite pas de renforcement de réseau. Le raccordement de respectivement quatre et six toitures dans les zones « nord » et « sud » est abordable pour le collectif (resp. 13 et 20 k€). En revanche, cette étude met en avant d'importants besoins de renforcement et des factures beaucoup plus importantes pour les trois autres zones (*i.e.* « agricole », « centre », et « est ») (resp. 47, 48 et 77 k€)¹.

Au regard de l'ampleur de ces coûts de raccordement/renforcement, de nombreuses toitures ne peuvent plus être intégrées dans le projet collectif. Or le retrait de certaines toitures fait peser le risque d'un retrait de leurs propriétaires et donc d'éclatement du collectif. L'étude ERDF fait surgir la question de la différence du poids économique individuel de chaque toiture dans un processus qui avait jusqu'ici essentiellement cherché à explorer des enjeux collectifs et à construire une homogénéité de projet (*e.g.* intégration paysagère, dynamiques habitantes, projet architectural).

3. Une volonté de « faire collectif » qui prime (mars-juillet 2012)

En parallèle du processus de sélection de toitures, un groupe travaille sur la création de la coopérative et la rédaction des statuts de la société de production d'électricité. Ce groupe est composé d'une petite dizaine d'habitants venant de plusieurs communes de la région de Condrieu. Il est accompagné par RAEE dans le montage et l'écriture des statuts de la SAS. Dans cet accompagnement, RAEE cherche à montrer l'ensemble des possibles de ce format juridique, d'indiquer ce qui n'est juridiquement pas possible, et de souligner le sens politique de certains choix. En revanche c'est au collectif lui-même d'avancer dans ce travail et de procéder aux décisions (*e.g.* montant de l'action, format de gouvernance).

C'est dans un premier temps, lors de réunions hebdomadaires entre Mars 2012 et Juillet 2012, que les statuts de la société sont mis en débat et rédigés collectivement. Les membres de ce collectif sont pour la plupart engagés dans le monde associatif et pour certains avec des charges politiques. Ils sont avant tout animés par l'envie commune de « faire un projet collectif ». Cette envie commune est renforcée au cours du long travail de rédaction des statuts.

« La rédaction des statuts c'est une manière de faire, on se rencontre, on partage. C'est une pratique du milieu associatif sauf que là on est une société privée. Ce qui fait la richesse de notre

¹ Ainsi le poste de raccordement proche du groupe de toitures publiques au centre du village qui semblait assez puissant, apparaît finalement ne pas l'être au regard du logiciel de calcul d'ERDF. Au regard du fonctionnement du logiciel et de la loi, ERDF ne peut cependant pas dire aux porteurs de projet si le besoin de renforcement se justifie pour un dépassement théorique d'une petite ou d'une grande quantité de kWh. Ce fonctionnement ne propose ainsi pas au collectif de moduler la puissance du projet pour maximiser l'utilisation du réseau sans dépasser le seuil à partir duquel celui-ci doit être renforcé.

groupe c'est tout ce qu'on s'est coltiné. On a appris ensemble. C'est à chaque fois des réunions qui ont finies très tard, de quatre heures minimum, et qu'il faut recommencer, en respectant le calendrier et les échéances » - Entretien avec le président de la SAS Centrale villageoise de la région de Condrieu du 03.04.15

Au cours de ce processus de rédaction, les choix effectués portent sur la construction d'un projet collectif qui soit le plus inclusif possible. Ainsi le collectif décide de fixer à 50€ le montant de l'action afin d'ouvrir la participation au plus grand nombre¹ et d'instaurer un modèle de gouvernance coopératif.

« La gouvernance quel que soit le nombre d'action c'est une voix. On voulait que ça reste citoyen. On était tous d'accord. Si on veut que les citoyens s'engagent il faut les voir comme des acteurs responsables » - Entretien avec le président de la SAS Centrale villageoise de la région de Condrieu du 03.04.15

Autour de ces positions, le collectif se construit autour de principes inclusifs et coopératifs et se donne les moyens de contrôler l'intéressement économique lié au projet PV. Le travail de ce collectif autour de la rédaction des statuts de la société s'avère jouer un rôle important pour conserver la dynamique collective au moment où les toitures commencent à être appréhendées à l'aune de degrés de rentabilités individuelles.

¹ « 50€ qu'est ce que ça veut dire ? J'en suis l'instigateur. Dans mon esprit si on veut que ça marche et que des petits citoyens participent avec une somme modique. 100€ c'est un dixième de SMIC. 50€ c'est une dépense possible et réalisable. Et puis il y a aussi l'idée de pouvoir offrir des actions à des enfants » - Entretien avec le président de la SAS Centrale villageoise de la région de Condrieu du 03.04.15. Le collectif est le seul parmi les huit opérations pilotes à l'échelle de la région Rhône-Alpes à faire ce choix. Les autres collectifs fixent le montant de l'action à 100€.

Section 2 : Au-delà de la construction d'une rentabilité collective (juillet 2012 – octobre 2014)

1. Un intéressement économique maîtrisé (juillet-décembre 2012)

En parallèle de l'étude ERDF, une seconde étude a été commandée en mars 2012 à un bureau d'étude technique pour étudier l'état des toitures du scénario architectural et paysager retenu et modéliser l'intégration des panneaux et la production d'électricité sur ces toitures. Pour cela, le bureau d'étude repart des croquis réalisés par l'architecte-paysagiste du PNR du Pilat mais tente de traduire certaines propositions pour les faire correspondre aux critères d'éligibilité de l'instrument des tarifs d'achat (e.g. les brises soleil en panneaux photovoltaïques ne sont pas éligibles au tarif d'achat).

Le résultat de cette étude est présenté en juillet 2012 alors que le résultat de l'étude ERDF est déjà connu et que certaines toitures ont d'ores et déjà été écartées. Néanmoins la forme du rendu dote le collectif d'une capacité accrue de maîtrise de l'intéressement économique de l'opération. Comme l'étude menée sur le Plateau de la Leysse, le bureau d'étude propose tout d'abord des modélisations toiture par toiture de l'intégration des panneaux (voir Figure 32, p.271) et de leur production (voir Figure 33, p.271).

Le bureau d'étude propose ensuite de faire exister collectivement ces toitures à travers un tableau qui résume les empreintes économiques individuelles des toitures étudiées. Il propose cependant de construire une dimension collective en soulignant ce qui est de l'ordre de l'investissement commun plutôt que des bénéfices communs (voir Tableau 21, p.272). Le tableau met en avant deux scénarios de sélection de toitures différents selon deux logiques. La première logique consiste à maximiser la taille des installations selon la surface des toitures. La seconde consiste à ajuster la taille des installations en fonction des catégories du tarif d'achat¹. Ce choix de représentation fait que chaque toiture n'est pas résumée à une option de rentabilité économique individuelle mais à un rapport entre l'investissement et la production électrique (en €/HT/Wc). **Cet outil permet d'ouvrir une discussion au sein du collectif sur ce que le tarif d'achat permet de faire sans penser uniquement en terme d'optimisation économique.** Lorsqu'il est ainsi saisi collectivement, l'instrument du tarif d'achat prend une dimension habilitante pour le collectif.

¹ Le tarif d'achat est en juillet 2012 organisé selon différentes catégories de puissance, d'usage des bâtiments et d'intégration des panneaux. La catégorie 0-9 kWc pour les toitures de bâtiments à usage résidentiel correspond alors à un tarif d'environ 35 c€/kWh. Les toitures résidentielles entre 9 et 36 kWc sont éligibles à un tarif de 31 c€/kWh. La toiture de l'école n'est éligible qu'à un tarif de 24 c€/kWh. Celle de la mairie et du bâtiment agricole à un tarif de 21 c€/kWh pour des opérations de moins de 9 kWc ou de 10 c€/kWh pour des opérations de plus de 9 kWc (voir Chapitre 4).

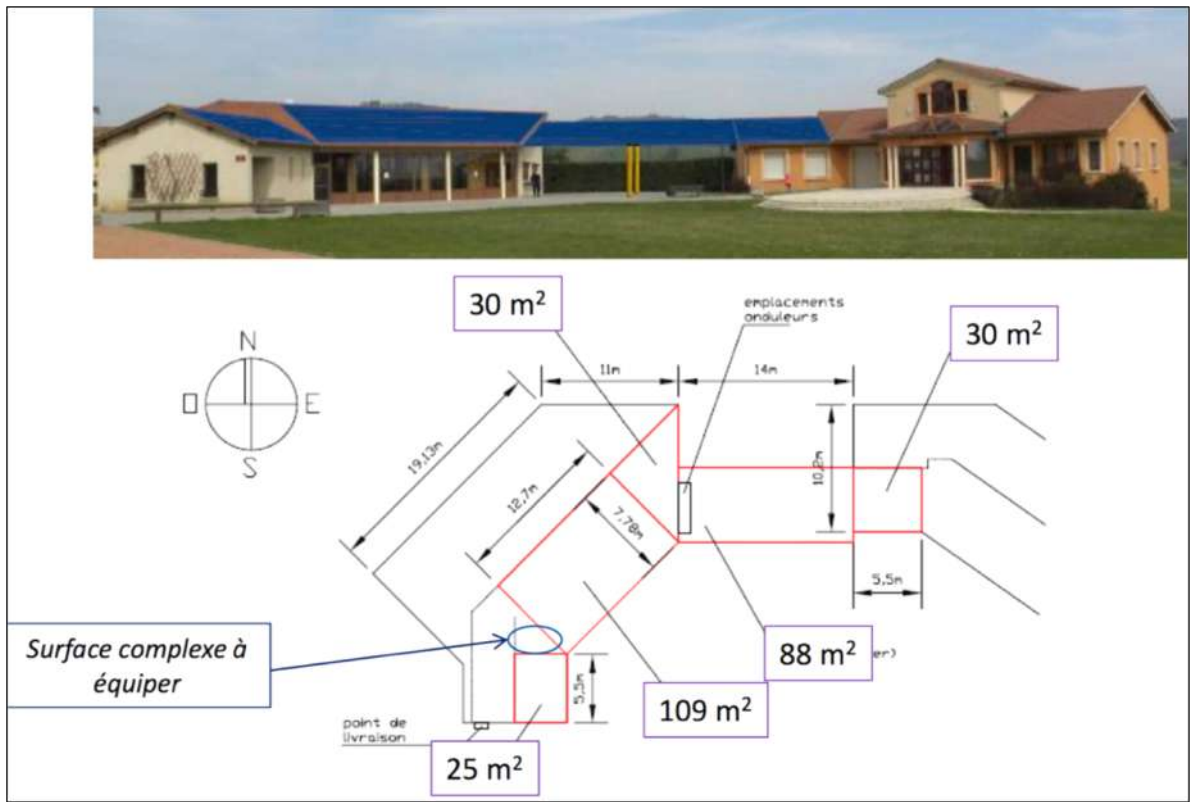


Figure 32: Proposition d'intégration des panneaux solaires sur la mairie et la salle polyvalente des Haies. Source : Etude Kalice (Juillet 2012)

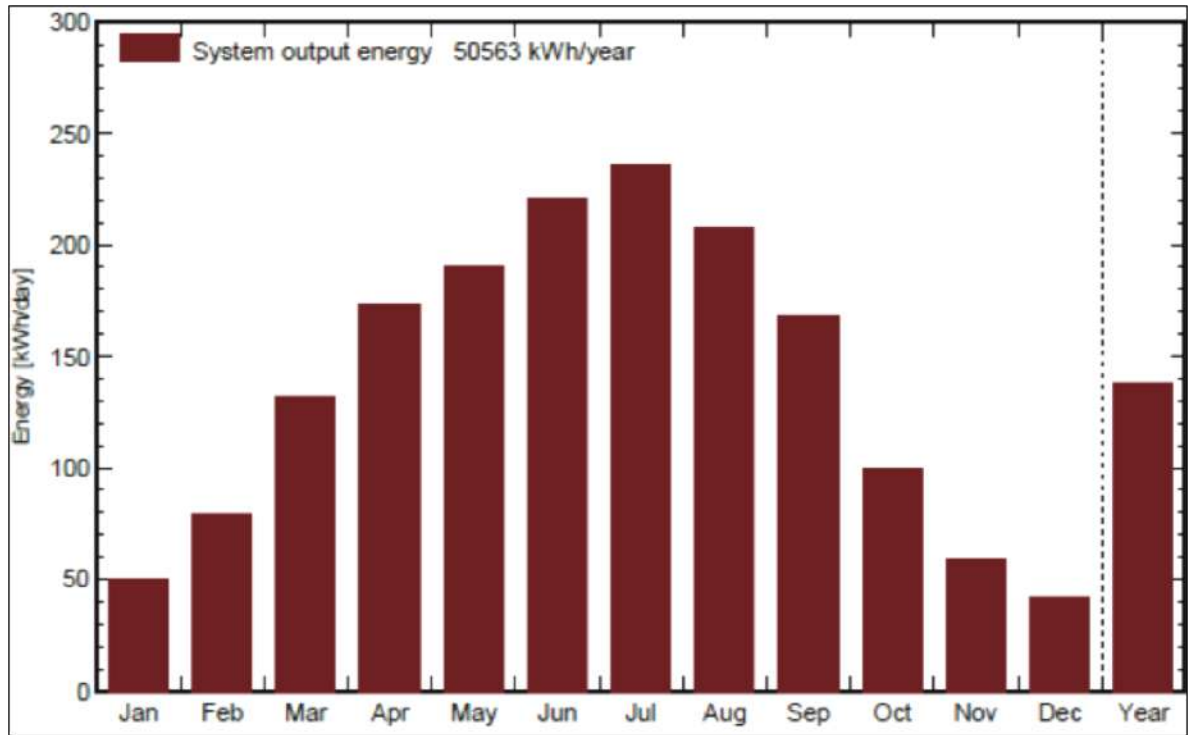


Figure 33: Modélisation de la productivité annuelle des panneaux sur la mairie des Haies. Source : Etude Kalice (Juillet 2012)

| | scénario | Puissance (KW) | Productivité (KWh/KWc) | Production annuelle (KWh) | Investissement (€HT) | |
|-------------------------|----------|----------------|------------------------|---------------------------|----------------------|------------|
| | | | | | en €HT | en €HT/Wc |
| Bat Agricole | 1 et 2 | 48 | 1 000 | 47 700 | 108 300 € | 2,3 |
| Ecole "maxi" | 1 | 50 | 1 045 | 50 580 | 147 400 € | 3,0 |
| Ecole "36 KWc" | 2 | 36 | 1 045 | 37 620 | 92 200 € | 2,6 |
| Mairie Salle Po 1 | 1 | 36,8 | 1 031 | 37 940 | 93 900 € | 2,6 |
| Mairie Salle Po 2 | 2 | 29,6 | 1 043 | 30 881 | 78 600 € | 2,7 |
| OPAC | 1 et 2 | 14,4 | 1 035 | 14 905 | 48 800 € | 3,4 |
| Maison parcelle 196 | 1 et 2 | 8,8 | 1 039 | 9 140 | 29 100 € | 3,3 |
| Maison parcelle 291 | 1 et 2 | 9 | 1 040 | 9 415 | 28 800 € | 3,2 |
| Maison parcelle 508 | 1 et 2 | 9 | 1 035 | 9 315 | 28 800 € | 3,2 |
| Total scénario 1 | | 176 | 1 017 | 178 995 | 485 100 € | 2,8 |
| Total scénario 2 | | 155 | 1 027 | 158 976 | 414 600 € | 2,7 |

Tableau 21: Matrice synthétisant les options de sélection de toitures. Source : Etude Kalice (Juillet 2012)

Ces scénarios permettent d'avancer dans la sélection des toitures sans faire de la perspective de rentabilité une dimension centrale de la démarche. Toutefois le collectif a besoin de considérer les rentabilités individuelles des toitures pour estimer l'investissement qu'il est en mesure d'effectuer. A travers cette simulation, les bâtiments publics au centre du village (*i.e.* mairie et salle polyvalente, école) revêtent une importance particulière au regard des objectifs du projet collectif. Ces bâtiments sont au cœur de la zone paysagère et architecturale sensible et les options d'intégration des panneaux choisies sont les plus innovantes (voir Figure 32, p.271). Le collectif propose notamment de financer grâce au projet photovoltaïque la construction d'un préau entre la mairie et la salle polyvalente. Celui-ci accueillerait des panneaux solaires et accentuerait l'effet d'homogénéité de leur intégration. La toiture de ce préau constituerait à la fois un support optimal pour le projet solaire collectif et un nouvel équipement jusqu'ici manquant dans la commune (*e.g.* pour l'école à proximité immédiate, pour les manifestations diverses par temps de pluie). Toutefois ces toitures publiques sont éligibles à un tarif d'achat inférieur à celui des autres toitures et tendent à réduire de manière importante la rentabilité totale de l'opération collective. Pour inclure ces toitures publiques, le collectif tente d'inclure des projets de 9 kWc sur des toitures résidentielles dont la forte rentabilité permettrait de compenser la moindre rentabilité des toitures publiques.

2. Une puissance revue à la baisse (janvier 2013-avril 2013)

La recherche de ces toitures se poursuit et en parallèle le collectif met en place l'appel à épargne local. Toutefois ce processus est long et dans le même temps le montant des tarifs d'achat poursuit sa baisse. Or plus ce montant baisse, plus le collectif doit trouver de nouvelles toitures très rentables pour financer l'équipement des toitures publiques du centre-bourg.

Une réunion est organisée entre le collectif et les propriétaires afin de figer leur accord pour la location des toitures en avril 2013. A cette occasion, le périmètre de toitures définitifs est de nouveau mis en discussion. Suite à un nouvel arrêté tarifaire (Arrêté du 7 janvier 2013), les toitures publiques sont désormais aussi bien valorisées que les toitures résidentielles privées et les modélisations économiques du projet collectif changent. Toutefois le montant du tarif d'achat baisse de manière générale et le collectif doit toujours inclure de nouvelles opérations de 9 kWc pour réussir à amortir les surcoûts de l'opération sur les toitures publiques. De nouvelles toitures sont proposées. Ces dernières n'ont pas la même charge d'existence collective (paysagère, architecturale, issues d'un processus de sélection et de décision collectif) mais sont dotées d'une perspective de rentabilité élevée. Toutefois elles permettent d'équilibrer la balance économique générale de l'opération.

A l'issue de ce nouveau tour de table des propriétaires, un nouveau périmètre de toiture est construit (voir Tableau 22, p.273). Des études techniques complémentaires sont commandées pour les nouvelles toitures. L'objectif du collectif est alors d'accélérer la démarche afin de figer le tarif le plus rapidement possible avant les prochaines baisses de son montant.

| Parcelle | Propriétaire | Statut propriétaire | Puissance minimale possible | Variante : Puissance max |
|--------------|--|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 216 | M JULLIEN | privé | 9 (à vérifier) | |
| 265 | Monique JANET | privé | 9 | |
| 196 | Roselyne et Serge PERIER | privé | 9 | |
| 291 | Yves BOURGET | privé | 9 | |
| 510 | F COELHO | privé | 9 | |
| 509 | OPAC | public | 7 | 14 |
| 236 | école | public | 9 | |
| 80 | école | public | 9 | |
| 71 | Patrick JULLIEN (exploitation agri) | privé | 9 | 47 |
| 241 | salle polyvalente / mairie | public | 36 | 30 |
| 290 | Grange M Mercier | privé | 6 | |
| Total | | | 121 | 151 |

Tableau 22 : Synthèse des scénarios de sélection de toitures sur la commune des Haies. Source: Archives RAEE (avril 2013)

Le projet de centrale villageoise sur la commune des Haies est en avance par rapport aux autres projets rhônalpins. A ce titre, au moment de finaliser la sélection du périmètre de toitures et lancer les travaux, le collectif découvre et se heurte à plusieurs barrières administratives non anticipées (*e.g.* régimes de l'Offre au Public de Titres Financiers pour l'appel à épargne, limites du nombre de nouveaux actionnaires par exercice annuel, difficulté des banques et des assurances à comprendre l'opération PV collective et chiffrer leurs risques)¹.

Les contraintes rencontrées par le collectif, découvertes chemin faisant et qui s'accumulent, ralentissent l'émergence du projet. Face à la baisse du montant du tarif d'achat, le collectif réduit progressivement la puissance du projet envisagé pour ne conserver plus que des opérations de 9 kWc éligibles au tarif le plus élevé et l'opération symbolique au centre bourg sur les toitures publiques. Le projet passe ainsi d'une puissance envisagée de 170 kWc en Juillet 2012, réduit à 120 kWc en Avril 2013, à un projet présenté lors de la première assemblée générale de la SAS en Février 2014 de 76kWc. Ce projet s'appuie sur 166 actionnaires, dont deux clubs CIGALES² et la société SEM Soleil³. Les actionnaires de la SAS sont majoritairement issues du territoire du PNR du Pilat (67%). Les panneaux sont installés et raccordés au réseau progressivement pendant l'été 2014 par des entreprises locales. La centrale villageoise de la région de Condrieu est inaugurée en Octobre 2014.

Le groupe de toitures finalement choisi est concentré sur le centre-bourg des Haies à l'exception d'une toiture distante d'un kilomètre, issue des démarches d'Avril 2013 (voir Figure 34, p.275). Parmi les huit toitures équipées, la moitié sont des toitures publiques (*i.e.* mairie et salle polyvalente reliées par un préau, école) et l'autre moitié sont des toitures privées. Les toitures privées sont équipées d'installations de 9 kWc ou plus petites bénéficiant du meilleur tarif d'achat. L'école municipale, à cheval sur deux parcelles cadastrales différentes est équipée de deux installations légèrement inférieures à 9 kWc bénéficiant du meilleur tarif. Enfin les toitures de la mairie et de la salle polyvalente, reliées par un préau, sont équipées d'installations de respectivement 14 et 17 kWc d'une moindre rentabilité économique mais incarnant des enjeux importants de la démarche collective sur le lieu le plus visible du village.

Cette inauguration consacre la réussite d'un collectif à se saisir de la politique nationale non seulement pour construire une rentabilité économique à la fois publique et privée mais en plus de cela à faire

¹ Ces enjeux juridico-administratifs qui freinent le développement des projets de production d'énergies renouvelables collectifs sont au cœur du rapport rédigé par Noémie Poize au nom de RAEE pour l'ADEME (Poize 2015). Nous laissons ici cette dimension de côté bien qu'elle puisse pleinement être appréhendée dans le cadre de notre analyse en terme de propositions relationnelles sur les manières de construire un projet et la ressource énergétique solaire.

² Un club CIGALES (Club d'investisseurs pour une gestion alternative et locale de l'épargne solidaire) est constitué de 5 à 20 personnes qui mettent de l'épargne en commun, l'investissent en capital-risque et la gèrent collectivement. Les CIGALES sont au service de la création et du développement de petites entreprises locales et collectives (Source : www.cigales.asso.fr).

³ La SEM SOLEIL est une société constituée par le SIEL (syndicat intercommunal d'énergie de la Loire) afin d'investir dans des projets de production d'énergie renouvelable et notamment des projets photovoltaïques.

exister au sein de cette rentabilité des enjeux collectifs non valorisés par la politique nationale (*i.e.* innovation architecturale et paysagère, financement d'un équipement public grâce aux bénéfices du photovoltaïque).



Figure 34: Répartition des toitures de la première opération photovoltaïque collective installée sur le village des Haies. Source: www.centralesvillageoises.fr

| Etapas de constitution des collectifs de toitures et d'investisseurs | | Méthodes et outils utilisés | Attachements discutés | Propositions relationnelles successives |
|---|--|--|--|--|
| Du territoire au site pilote | Recensement de sites à l'échelle du territoire | Formulaires de motivations et de sensibilités paysagères | Motivations habitantes, surfaces de toitures bien orientées, paysage réglementaire, sensibilités paysagères | Un bon site pour le projet PV collectif est distant des éléments patrimonialisés mais se voit. |
| | Sélection du site pilote | Cartes juxtaposables | Motivations des propriétaires, covisibilités, paysage réglementaire, intensité solaire, nature des toitures, catégories du tarif d'achat | Un bon site pour le projet PV dispose de groupes de toitures qui présentent simultanément toutes les qualités mises en avant par le collectif (paysagère, ensoleillement, motivation, faisabilité technico-économique) |
| Du site pilote au groupe de toitures | Travail d'intégration architecturale et paysagère des panneaux | Scénarios d'intégration avec croquis architecturaux et photomontages | Qualités individuelles multiples des toitures, projet architectural et paysager d'ensemble | La bonne toiture présente des qualités individuelles et des qualités d'homogénéité au sein d'un groupe |
| | Devis de raccordement et de renforcement au réseau électrique | Carte de zonage superposées aux cartes préalablement construites / devis | Qualités électriques en plus des autres qualités individuelles des toitures | La bonne toiture présente en plus des qualités précédentes des qualités électriques |
| | Etude de faisabilité technico-économique | Tableaux agrégeant des toitures | Le groupe de toiture renvoie à une somme de coûts et de rendements électriques individuels | L'opération associée à la fois des toitures très rentables et des toitures au cœur du projet architectural et paysager |
| | Sélection finale des toitures | Tableaux agrégeant des toitures remis à jour | Rentabilités individuelles des toitures et projet paysager et architectural | La rentabilité de certaines toitures finance les surcoûts du projet paysager et architectural |

Tableau 23: Résumé synthétique de l'analyse du cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu

Section 3 : Synthèse intermédiaire de l'analyse des cas

Au début de la dernière partie de cette thèse, notre analyse s'est organisée autour de la mise à l'épreuve d'une nouvelle hypothèse (H4). Celle-ci repose sur l'idée que dans un contexte réglementaire et législatif qui leur est peu favorable, les acteurs des centrales villageoises tentent de naviguer au sein de la politique nationale du PV pour faire émerger des propositions relationnelles alternatives pour construire la ressource et sa soutenabilité. A l'issue de ces chapitres, notre analyse de deux cas de centrales villageoises nous permet de pointer plusieurs résultats intermédiaires et les questions qu'ils soulèvent.

Tout d'abord il apparaît que les deux collectifs dont nous avons suivi l'émergence ambitionnent de déconstruire la figure de l'investisseur-propriétaire individuel et de proposer une voie de développement du photovoltaïque et de construction de la ressource énergétique solaire alternative. Toutefois, bien que ces deux collectifs soient initialement animés par la même ambition, ils tendent à obtenir des résultats différents. Le collectif dans le PNR du Massif des Bauges parvient, après un premier échec, à faire émerger un projet solaire collectif et coopératif autour de la construction d'une rentabilité économique collective à la fois publique et privée. Ce collectif ne parvient néanmoins pas à faire exister d'autres enjeux de la démarche (*e.g.* travail d'intégration architecturale et paysagère des panneaux). De l'autre côté, le collectif dans le PNR du Pilat fait émerger un projet solaire collectif et coopératif qui ne se réduit pas à la seule construction d'une rentabilité économique collective. Ce second collectif parvient à faire exister au sein de cette rentabilité des enjeux non valorisés par la politique nationale. En cela, **les efforts de ces deux collectifs pour construire une proposition relationnelle alternative tendent à faire émerger des modes d'existences relationnels de la ressource assez différents.**

Au-delà de cette première remarque, nous avons souligné au cours de l'analyse que le mode d'existence de la ressource était constamment en balance, incertain. En fonction de la capacité des collectifs d'investisseurs et de propriétaires de toitures à faire croître ou décroître un collectif de toiture, la manière d'aborder la ressource change régulièrement : de manière collective à la lumière de qualités multiples (*e.g.* paysagères, architecturales, économiques), de manière collective autour de qualités uniquement économiques ou de manière individuelle. Dans un contexte juridique et réglementaire qui évolue constamment, les collectifs sont amenés à « courir après le tarif » et à se réinventer constamment. **Le mode d'existence de la ressource semble être en jeu au fil de ce processus permanent de réinvention du collectif.**

Notre entrée analytique sur le rôle des méthodologies et des outils inventés par les acteurs pour construire simultanément un collectif d'humains et un collectif de toitures nous a permis d'identifier des moments problématiques au fil desquels le devenir de ces collectifs est en jeu (*e.g.* sélection d'un

site pilote, sélection ou retrait de toitures). Ce devenir s'exprime notamment par l'évolution de la proposition relationnelle que le collectif porte pour construire le projet solaire collectif et la ressource énergétique (voir Tableau 20 et Tableau 23, pp.251 et 276). **Cette évolution dépend alors de la manière dont les acteurs proposent, à travers les outils qu'ils conçoivent, de saisir certaines matérialités (e.g. le paysage, les toitures, le réseau électrique) et de négocier des attachements (e.g. de propriété).** Cette négociation porte notamment sur le fait de regrouper des toitures aux qualités individuelles très hétérogènes, de les faire co-exister en maintenant leurs qualités individuelles (e.g. leur rentabilité) tout en construisant des qualités collectives (e.g. un projet architectural et paysager). **Le devenir de la ressource et de ses qualités, notamment sa qualité de soutenabilité, semble alors dépendre de ce travail de négociation des attachements et de la capacité des acteurs à gérer une tension permanente entre l'« individuel » et le « collectif ».**

A partir de ces résultats intermédiaires, nous proposons dans un dernier chapitre conclusif de développer plusieurs points de discussion pour saisir les enjeux de la contribution de ces collectifs coopératifs de production d'électricité à la construction d'une transition énergétique soutenable.

Chapitre 7 : Trajectoires d'individuation de la ressource et construction d'une transition énergétique soutenable

Au fil des premiers chapitres de cette troisième partie, nous avons analysé les trajectoires discontinues d'émergence de deux collectifs solaires coopératifs dans un contexte juridique et réglementaire qui leur est peu favorable. Dans ce contexte qui leur impose de nombreuses épreuves (*i.e.* constituer un groupe de toiture, construire une rentabilité collective, connecter au réseau électrique les opérations photovoltaïques sur ces toitures), ces collectifs doivent constamment se réinventer pour faire aboutir leurs projets. Dans les deux cas étudiés, ils doivent notamment réduire leurs ambitions quantitatives (*i.e.* des projets initiaux entre 100 et 250kWc qui aboutissent respectivement à des opérations de 57 et 76kWc sur 7 et 8 toitures). Toutefois au sein d'une politique nationale du photovoltaïque qui les contraint de la même façon, ces deux collectifs construisent des méthodologies et des outils différents. Ces derniers les dotent de capacités d'adaptation différentes et les amènent à adopter différentes stratégies pour naviguer au sein de la rentabilité que la politique nationale leur permet de construire pour construire la ressource.

Dans le prolongement de ces résultats intermédiaires, nous proposons de soulever plusieurs points de discussion pour souligner les formes de contribution de ces collectifs coopératifs à la construction d'une transition énergétique soutenable et identifier des conditions pour leur essor. Une série de question retient à ce stade notre attention : (1) quels sont les outils et méthodes qui permettent aux collectifs de plus facilement émerger au sein d'un contexte réglementaire qui leur est peu favorable ? Pour ces collectifs, quels sont les compétences en jeu à travers ces outils et méthodes ? (2) qu'est-ce qui est en jeu à travers ces processus de mutualisation de toitures ? quelles trajectoires d'individuation de la ressource émergent ? est-ce que ces collectifs parviennent à faire de la ressource énergétique solaire un commun ? si c'est le cas, qu'est-ce que le terme de commun désigne ?

Dans la perspective de répondre à ces questions, ce chapitre conclusif est organisé autour de quatre points de discussion. Le premier point porte sur la manière dont ces collectifs construisent des stratégies d'adaptation pour tenter de maintenir leurs ambitions collectives initiales dans un contexte qui leur est peu favorable. Le second point porte sur les trajectoires discontinues d'émergence de ces collectifs solaires coopératifs et la manière dont ils sont informés par l'espace d'hésitation rhônalpin et l'informent en retour. Le troisième point porte sur la légitimité de ces collectifs et les formes de leur contribution à la construction d'une transition énergétique soutenable. Dans un dernier point, nous soulignons que ces collectifs construisent du commun en ce qu'ils parviennent à ouvrir certaines configurations héritées et structurent de nouvelles formes d'action collective autour de la ressource.

Stratégies d'adaptation des collectifs coopératifs solaires dans un contexte peu coopératif

Notre premier point de discussion s'intéresse spécifiquement aux stratégies d'adaptation que les deux collectifs coopératifs étudiés adoptent pendant la période 2010-2015 pour réussir à faire aboutir leurs projets dans un contexte qualifié ci-dessus de peu coopératif. Nous entendons par cela un contexte règlementaire qui soulève de nombreuses difficultés supplémentaires pour les collectifs coopératifs solaires en comparaison aux projets individuels (*e.g.* difficulté de constituer une rentabilité collective, difficulté à organiser le financement participatif, non éligibilité aux crédits d'impôts). Comment est-ce que ces collectifs parviennent, ou ne parviennent pas, à mener à bien leurs projets photovoltaïques tout en maintenant leurs ambitions collectives ?

Pour répondre à cette question, nous proposons ici d'étudier de nouveau les outils et méthodes que ces collectifs construisent chemin faisant pour sélectionner des toitures à la lumière de leurs qualités hétérogènes et proposer de les intégrer dans le projet.

1. Penser les collectifs émergents comme des multiplicités

Au cours de l'émergence des projets photovoltaïques des centrales villageoises du Plateau de la Leyse et de la région de Condrieu, les collectifs sont constamment en train d'ajuster leur sélection de toitures. Le périmètre final de toitures qu'ils doivent choisir doit pouvoir simultanément être raccordé au réseau et permettre de construire une rentabilité économique collective. Toutefois, les ambitions collectives affichées poussent initialement ces collectifs à ne pas réduire les toitures à leur dimension économique mais à les appréhender à l'aune de qualités hétérogènes (*e.g.* architecturales, paysagères). Dans la perspective d'analyser les stratégies d'adaptation de ces collectifs dans un contexte contraignant, nous proposons ici d'analyser comment ils arrivent, ou n'arrivent pas, à faire exister tout au long du processus de constitution du collectif et notamment de mutualisation des toitures les qualités hétérogènes des toitures. Pour cela, nous proposons d'appréhender les collectifs « centrales villageoises » comme des multiplicités constamment animées par des dynamiques de croissance (*e.g.* trouver de nouveaux investisseurs et propriétaires de toitures pour étendre l'ampleur du collectif) et de décroissance (*e.g.* réduire le nombre de toitures sans exclure les propriétaires et réduire le nombre d'investisseurs potentiels pour contracter le collectif sans le faire éclater)¹².

¹ L'analyse présentée au cours de cette première section s'appuie en partie sur un article préalablement rédigé (Fontaine et Labussière, à paraître).

² Les termes de « croissance » et « décroissance » utilisés au cours de ce premier point de discussion ne sont à ce titre pas utilisés dans leur acception au sein des sciences économiques.

Cette proposition de saisir les collectifs solaires coopératifs comme des multiplicités nous amène à retourner vers la philosophie et des propositions théoriques d'appréhension du multiple. Dans le prolongement de notre cadre conceptuel relationnel, ces propositions valorisent l'idée de relation pour analyser l'évolution de capacités d'action (Deleuze et Guattari, DeLanda). Elles proposent plus spécifiquement de caractériser la multiplicité à travers le concept d'agencement (déjà discuté au cours du chapitre 2).

Le concept d'agencement tel que nous le mobilisons émerge initialement des travaux en philosophie de Gilles Deleuze et Félix Guattari. Ce premier définit l'agencement comme « *une multiplicité qui comporte beaucoup de termes hétérogènes, et qui établit des liaisons, des relations entre eux (...) Aussi la seule unité de l'agencement est de co-fonctionnement : c'est une symbiose* » (Deleuze et Parnet 1996, p.84). Le terme de « multiplicité » renvoie à deux réalités qui animent les agencements : « *l'une qualitative et de fusion, continue ; l'autre, numérique et homogène, discrète* » (Deleuze et Guattari 1980, p.604). Dans cette définition, la multiplicité « qualitative et de fusion » est présentée comme faites de relations non-métriques, structurées par des dimensions. L'agencement de multiplicité « qualitatif et de fusion » change d'intensité lorsque les relations qui le compose sont modifiées, lorsque la multiplicité est divisée : « *on divisera par exemple le mouvement en galop, trot et pas, mais de telle manière que le divisé change de nature à chaque moment de la division, sans qu'un de ces moments entre dans la composition de l'autre* » (*Ibid.*, p.603). De l'autre côté, la multiplicité « numérique et homogène » est faite de relations métriques, elle est structurée par des directions. C'est une totalité qui préexiste à ses parties et ne change pas de nature lorsqu'elle est divisée (*Ibid.*, p.604).

La pensée de l'agencement chez Deleuze et Guattari permet de développer une nouvelle lecture du social au sein d'un débat qui anime la philosophie depuis plusieurs siècles. Ce débat oppose de manière classique les approches atomistiques aux approches holistiques. Pour les défenseurs d'une vision atomistique (ou réductionniste), les propriétés d'un système s'expliquent par les propriétés de ses parties composantes¹. A l'opposé, les holistes estiment que tout système possède des propriétés irréductibles qui dépassent les seules propriétés des parties. Dans leurs écrits, Deleuze et Guattari multiplient les exemples qui invitent à ne jamais séparer un tout de ses parties pour penser la tension permanente qui les relie et envisager différents modes d'existences de la multiplicité. Nous proposons ici de revenir sur l'un de ces exemples.

¹ Au sein de la recherche française, le sociologue français Raymond Boudon s'inscrit par exemple dans le courant de l'individualisme méthodologique dans le cadre duquel il défend que tout phénomène social s'explique avant tout comme le résultat de l'agrégation d'actions individuelles (Boudon 1979, Boudon et Bourricaud 1982). Il propose d'expliquer le système en l'analysant à l'échelle de son plus petit dénominateur.

Dans le texte « *un seul ou plusieurs loups* », Deleuze et Guattari proposent deux illustrations de l'expression de la multiplicité dans deux exemples de collectifs : la masse du peuple au sein de l'état fasciste tel qu'analysé par Hannah Arendt et la meute de loups (*Ibid.*, p.41). La masse est présentée comme une multiplicité « numérique et homogène ». Elle est constituée d'un très grand nombre d'individus réunie autour d'une direction hiérarchique unique et d'un territoire qu'ils ne peuvent pas aisément remettre en question (*Ibid.*, p.46). Au sein de la masse, l'individu peine à s'affirmer, il n'est jamais en bordure, il est noyé dans le nombre. La masse est une multiplicité peu souple qui crée de l'homogénéité. L'individu disparaît derrière le groupe. De l'autre côté, la meute est présentée comme une multiplicité « qualitative et de fusion ». Elle se caractérise par un nombre réduit de membres. Au sein de ce groupe, la hiérarchie peut être remise en cause à tout moment, le chef remet tout en cause à chaque coup (*Ibid.*, p.46). La meute est une multiplicité au sein de laquelle l'individu loup peut conserver son existence individuelle solitaire même s'il vit avec les autres. En cela, la meute est un collectif souple au sein duquel se maintient de l'hétérogénéité.

Dans le prolongement de cette pensée, le philosophe américain Manuel DeLanda estime que la « multiplicité constitue pour Deleuze la structure d'un espace de possibilités » (DeLanda 2002, DeLanda 2009 p.138). Il suggère ainsi que le déroulement de l'action, l'émergence de relations et de qualités au sein d'un collectif dépend de la manière dont vient à exister la multiplicité. Toutefois les exemples développés chez Deleuze et Guattari ne rentrent pas spécifiquement dans le détail des enjeux de gestion de la multiplicité dans des phases de croissance ou de décroissance d'un collectif.

C'est dans cette perspective que nous proposons par la suite de caractériser les dynamiques de croissance et de décroissance non linéaires qui parcourent les collectifs (d'investisseurs, de propriétaires et de toitures hétérogènes). Cette caractérisation interroge spécifiquement la manière dont les collectifs parviennent ou non à maintenir leur identité et leurs ambitions collectives, et *in fine* l'émergence de qualités et de trajectoires d'individuation de la ressource au fil des recompositions de ces collectifs.

A travers notre proposition de caractérisation des dynamiques d'adaptation des collectifs dans un contexte peu favorable à leur émergence, notre ambition est d'analyser les opérations pratiques au fil desquels l'évolution des collectifs saisis comme des multiplicités est en jeu et de caractériser de manière plus fine les dynamiques relationnelles à l'œuvre.

Pour avancer dans cette direction, nous mettons en avant deux paires de notion : « agréger » et « détacher » désignent les actions qui encadrent la croissance et la réduction d'un agencement basé sur des relations non-métriques et des dimensions ; « granuler » et « retrancher » forment les opérations équivalentes autour de relations métriques et de directions. Ces notions désignent la

manière dont les acteurs engagés dans le collectif proposent de mutualiser des toitures en augmentant ou diminuant le nombre des toitures au regard de leurs qualités hétérogènes.

La notion d' « agrégat » telle que discutée dans la philosophie (Deleuze et Guattari 1980) désigne elle-même une approche relationnelle spécifique des liens entre individus et collectifs. Elle décrit la création d'une nouvelle entité au sein de laquelle les entités qui la constituent et l'hétérogène continuent d'exister. Nous proposons de constituer ici le terme « granuler » comme la notion qui désigne une modalité alternative pour créer un collectif. Le terme désigne de manière générale le fait de concasser des roches de tailles et de caractéristiques variées de manière à obtenir un nouveau matériau de construction au grain similaire (e.g. notamment du gravier). Dans le prolongement du sens général du terme, la notion « granuler » désigne l'action par laquelle un collectif est constitué sans que les individus qui composent le collectif et l'hétérogène continuent d'exister. Granuler c'est constituer un collectif en créant de l'homogénéité.

Ces notions s'inscrivent dans des courants de pensée philosophique différents. La notion « agréger », qui s'inscrit dans le courant jusqu'ici discuté, tend à saisir la construction des collectifs en conférant un privilège ontologique à la relation (Debaise 2006, Simondon 1958, 1995). La notion « granuler » tend plutôt à saisir cette construction à l'aune d'un privilège ontologique à des individus préexistants à une relation.

Derrière ces différences d'inscription philosophique, ce couple de notion appelle à saisir les dynamiques de croissance et de décroissance qui animent un collectif différemment. L'agrégation est une opération de juxtaposition d'éléments qui conservent leur hétérogénéité. En cela, agréger est une opération différente d'additionner, d'assembler, d'unir, de joindre : agréger permet de construire un collectif tout en maintenant des capacités de retour à des stades préalables d'existence en ce que les individus (e.g. les acteurs, la matérialité) qui constituent ce collectif ne perdent pas leurs qualités hétérogènes. L'opération alternative « granuler » en ce qu'elle procède à la constitution d'un collectif par la constitution d'un homogène ne permet pas de maintenir des capacités de retour à des stades préalables d'existence. Or ces capacités de retour en arrière jouent un rôle central au cours du processus de constitution de collectifs énergétiques dans un contexte d'incertitude. Ainsi de la même façon que « granuler » et « agréger » désignent deux manières de faire croître un collectif, les notions « retrancher » et « détacher » désignent deux manières de faire décroître un agencement.

L'opération de « détachement » permet d'ajuster un collectif sans l'épuiser en agissant sur les relations de manière à ce que son changement de taille ne réduise pas le champ de ce que le collectif pourrait devenir. L'évolution du collectif solaire par une succession d'opérations d'agrégation et de détachement permet ainsi de ne jamais supposer *a priori* de principe normatif de ce que ce collectif devrait être et de laisser le devenir de ce collectif ouvert à des propositions multiples (e.g. celle d'une politique nationale, celle de la matérialité). D'un autre côté, l'opération de « retranchement » est plus

mathématique. Pour réduire l'ampleur d'un collectif rendu homogène par de préalables actions de granulation, l'opération de retranchement doit réduire celui-ci à certaines dimensions. Cette opération procède par une abstraction, elle suppose que certaines dimensions importent plus que d'autres, opère une hiérarchisation et en cela réduit le champ des possibles du devenir du collectif. Par la succession d'opérations de granulation et de retranchement, le collectif se structure autour d'un principe d'homogénéité sans possibilité de retour en arrière vers plus d'hétérogénéité.

Autour de ces couples de notion, ce cadre théorique doit nous permettre de saisir de pair les collectifs solaires coopératifs et la ressource comme des entités relationnelles en devenir (*i.e.* dont les qualités sont toujours incertaines et en construction) (voir Tableau 24, ci-dessous) au fil des opérations pratiques dont émergent ces collectifs (*i.e.* de sélection des toitures et de regroupement d'acteurs). La soutenabilité de la ressource serait alors en jeu au fil de ces opérations pratiques.

| Dynamiques d'adaptation des collectifs | Multiplicité qualitative et fusionnelle Relationnel, continu | Multiplicité numérique et homogène Métrique, discontinu |
|---|--|--|
| Croissance | Agréger | Granuler |
| | Construire un collectif avec de l'hétérogénéité Les qualités individuelles continuent à exister au sein du collectif Le collectif et les individus co-émergent | Construire un collectif où l'hétérogénéité a disparu pour construire de l'homogénéité Les qualités individuelles disparaissent Les individus disparaissent en même temps que le collectif émerge |
| Décroissance | Détacher | Retrancher |
| | Capacité de retour à des stades préalables d'existence Capacité de réinjecter de l'hétérogénéité pour préserver des chances futures de croissance du collectif | Pas de capacité de retour en arrière Impossibilité de réinjecter de l'hétérogénéité La ressource est réduite à une seule dimension |

Tableau 24: Proposition de typologie pour saisir les modalités relationnelles d'adaptation des collectifs solaires.

2. Emergence et stratégies d'adaptation des collectifs « centrale villageoise »

Nous proposons dans la sous-partie suivante de revenir sur les deux cas des chapitres 5 et 6 pour mettre à l'épreuve cette proposition de typologie. Dans le chapitre précédent, nous avons identifié un ensemble de moments problématiques au fil desquels le devenir du collectif semblait être en jeu (i.e. sélection d'un site pilote, constitution d'un groupe de toiture). Notre objectif est ici d'identifier en filigrane de ces moments problématiques les dynamiques de croissance et décroissance des collectifs au cours de leur structuration, la manière dont les collectifs gèrent ces dynamiques, et les conséquences de cette gestion sur le devenir commun du collectif et de la ressource.

2.1. Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leysse

Le processus de développement d'une opération photovoltaïque collective au sein du PNR du Massif des Bauges démarre en 2010 par la sélection d'un territoire pilote. Ce territoire pilote regroupe quatre communes voisines. L'objectif initial des porteurs de projet est de procéder à la sélection d'un site sur ce périmètre initial. Pour cela, ces derniers mettent en place des ateliers paysagers participatifs. L'enjeu de ces ateliers est de nourrir le processus de sélection d'un site en laissant les habitants et élus du territoire pilote identifier des groupes de toitures prometteurs. De prime abord cette identification porte sur des enjeux paysagers et architecturaux propres à ces groupes de toitures. L'intégration de panneaux photovoltaïques sur celles-ci doit s'inscrire dans un projet de paysage en portant une attention particulière aux covisibilités entre versants. Si cela est possible, l'installation de ces panneaux doit permettre de procéder à la rénovation esthétique de vieilles toitures (*e.g.* en tôle rouillée) de manière à accroître l'enjeu de cohérence des toitures inscrit dans les documents d'urbanisme (*i.e.* des toitures en ardoises gris-bleu). Dans le cadre de la démarche d'identification de ces toitures, les acteurs sont appelés à prendre des photos et remplir des questionnaires. Ces questionnaires les amènent à également recenser les surfaces, les orientations et la présence de masques solaires. Conjointement, les photos et les questionnaires permettent d'effectuer un recensement qui fait exister des qualités multiples et hétérogènes des toitures au cours du processus de sélection d'un site. Les groupes prometteurs de toitures que les participants à ces ateliers commencent à faire émerger constituent en cela des agrégats (1) (voir Tableau 25, p.288). Les qualités des groupes prometteurs de toitures (*i.e.* le projet de paysage) sont identifiées en même temps que les qualités individuelles hétérogènes de chacune des toitures qui les composent. Toutefois, cette tentative de construction d'agrégats échoue par manque de participation aux ateliers.

Pour alimenter le processus de sélection d'un site, les porteurs de projets décident donc d'identifier des groupes prometteurs de toitures en s'appuyant sur une étude préalablement réalisée. Cette étude

recense l'ensemble des toitures du périmètre de la démarche et leurs qualités individuelles (*e.g.* orientation, inclinaison, potentiel de production électrique, état et type de couverture). Ce recensement permet d'identifier à gros traits des groupes de toitures qui semblent économiquement favorables pour réaliser un projet solaire collectif. Sur la base de cette étude, les sites solaires envisagés par les acteurs sont essentiellement réduits à des sommes de surfaces de toitures bien orientées et offrant la perspective d'une bonne production d'électricité. Les groupes de toitures prometteurs envisagés jusqu'ici à l'aune d'un ensemble de qualités hétérogènes sont désormais construits autour d'un principe d'homogénéité. La sélection du site pour réaliser l'opération collective s'avère, à ce stade, peu adossée à la matérialité des toitures qu'elle convoque. L'utilisation des tableaux de recensement de qualités individuelles pour identifier des surfaces de toitures favorables pousse les porteurs de projets à structurer un granulat (2) (voir Tableau 25, p.288).

Suite à la sélection du site de La Thuile, les habitants et élus moteurs démarchent l'ensemble des propriétaires afin d'identifier ceux qui sont motivés pour intégrer la démarche et louer à une future société collective leurs toitures. Les résultats de ces démarches sont retranscrits dans les tableaux qui listent les toitures sur le site. Ce choix doit permettre de faire coexister différents registres de qualités des toitures. Toutefois, cet outil ne permet jusqu'ici pas de spatialiser ces groupes de toitures. Pour cela, les membres du collectif produisent une série de cartes pour visualiser les toitures à l'échelle de la commune. Toutefois ils font le choix de ne faire figurer sur ces cartes que la seule information relative aux motivations des propriétaires. Sur ce nouveau support d'aide à la décision, les toitures sont réduites à trois degrés de motivations des propriétaires. La construction de nouveaux groupes de toitures prometteurs s'organise autour d'une nouvelle qualité unique, sans faire exister les qualités qui avaient permis de sélectionner le site de La Thuile au détriment d'autres sites. Le processus de construction du groupe de toitures est alors particulièrement fragile.

Cette fragilité est spécifiquement mise en lumière au moment de la prise en compte des études relatives au raccordement au réseau théorique des toitures envisagées. Au sein de plusieurs zones du village, le raccordement des toitures représente des surcoûts que le collectif ne peut pas amortir. Ces toitures doivent donc être laissées de côté et seules les toitures au cœur du village et proches d'un poste de raccordement semblent pouvoir être raccordées au réseau à des coûts acceptables pour le collectif. Dès lors, la fragile tentative de spatialisation de qualités des toitures opérée par le collectif éclate et la sélection des toitures semble ne dépendre que de la spatialité du réseau électrique de manière à contrôler les coûts économiques de la démarche.

En parallèle, le collectif reçoit les études techniques des toitures. Ces études indiquent précisément les coûts et perspectives de rentabilité économique de chaque toiture à titre individuel. A la lumière d'un critère de sélection désormais réduit à une dimension économique (*i.e.* les coûts de travaux, les coûts de raccordement, la perspective de productibilité de chaque toiture), le collectif décide de ne

sélectionner que des toitures ayant des qualités économiques homogènes. Pour cela les porteurs du projet retranchent des groupes prometteurs préalablement construits une importante quantité de toitures (3) (voir Tableau 25, p.288). Or, dans la foulée de la réduction de l'ampleur du collectif autour de qualités économiques, les propriétaires des toitures les plus rentables quittent la démarche. A ce stade, les habitants et élus encore engagés dans la démarche collective se retrouve avec un reliquat de toitures aux rentabilités individuelles peu élevées. Après avoir retranché de nombreuses toitures du projet sans que leurs propriétaires le comprennent, il est alors impossible pour ces acteurs de revenir à un stade préalable de la démarche afin de sélectionner de nouvelles toitures au sein du village. Le collectif a progressivement perdu de vue ses objectifs initiaux et son identité.

Dans un dernier temps, les animateurs initiaux tentent de relancer l'opération collective en décloisonnant le périmètre de sélection des toitures et en incluant les acteurs qui avaient été progressivement laissés de côté. Toutefois, contraints par le temps et les budgets disponibles, cette sélection de toitures s'appuie sur la méthodologie et les outils préalablement construits (*i.e.* des tableaux recensant des qualités individuelles des toitures). Le collectif d'acteurs constitué dans cette dernière phase relance le processus de sélection autour d'une dimension essentiellement économique et donc de toitures aux qualités homogènes. Ce processus permet ainsi de faire croître le collectif sous la forme d'un granulat sans capacité de remise en cause de la logique de sélection des toitures (4) (voir Tableau 25, ci-dessous). La ressource est constituée autour d'une rentabilité économique collective à la fois publique et privée sans que le collectif parvienne à faire du paysage et de l'architecture une de ses dimensions constituantes.

| Dynamiques d'adaptation du collectif | Multiplicité qualitative et fusionnelle | Multiplicité numérique et homogène |
|---|--|---|
| | Agréger | Granuler |
| Croissance | (1) | (2) (4) |
| Décroissance | | (3) |
| | Détacher | Retrancher |

Tableau 25:Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leyse : un collectif construit comme un granulat

2.2. Le cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu

Tout comme le cas précédent, le développement de l'opération photovoltaïque collective dans le PNR du Pilat démarre en 2010 par la sélection d'un territoire pilote. Celui-ci est réduit au périmètre d'une communauté de communes. Dans la perspective de mettre en place un processus participatif de sélection d'un site pilote au sein de ce territoire, les chargés de mission du PNR du Pilat développent et testent plusieurs méthodes. Leur objectif est d'identifier des groupes de toitures prometteurs au regard des objectifs collectifs de la démarche. Plutôt que de procéder par un inventaire dans des tableurs comme dans le cas précédent, ces chargés de mission décident de répertorier les toitures du territoire et leurs différentes qualités sur des cartes. Ces cartes constituent différentes couches d'informations superposables qui leur permettent d'identifier les qualités hétérogènes des toitures (*i.e.* solaires, structurelles, paysagères et architecturales, réglementaires) sans opérer *a priori* de hiérarchisation. Ces outils leur permettent de ne pas présupposer ce que serait une bonne toiture ou un groupe prometteur de toitures. Ces cartes initiales qui spatialisent l'ensemble des qualités hétérogènes des toitures dotent le collectif d'une capacité de retour en arrière si dans la suite du processus certains choix doivent être remis en cause (*e.g.* dans le cadre d'une évolution réglementaire ou juridique). En cela, ces cartes permettent de constituer les premiers groupes de toitures prometteurs comme des agrégats (1) (voir Tableau 26, p.290).

A la suite de la sélection du village des Haies, le travail de l'architecte-paysagiste du PNR du Pilat permet de renforcer la cohérence d'ensemble des propositions d'agrégats de toitures. Cette dernière développe plusieurs scénarios paysagers d'intégration des panneaux photovoltaïques sur les toitures du village à base de photomontages et de croquis à l'échelle de chaque bâtiment. Ces propositions de scénarios d'intégration sont pensées comme de nouvelles couches d'informations à juxtaposer sur les cartes préexistantes qui permettent de renforcer la cohérence des groupes de toitures prometteurs tout en laissant ouverte la possibilité de faire émerger d'autres scénarios par la suite.

Toutefois le devis de raccordement rendu au collectif par ERDF tend à faire éclater les propositions d'agrégats de toitures. Certaines zones du village nécessitent d'importants travaux de renforcement du réseau et de nombreuses toitures doivent être laissées de côté dans la mesure où elles ne pourraient plus être économiquement rentables. Le rendu des études techniques, effectué en même temps que le rendu des études de raccordement, renforce la révélation des différences de rentabilités économiques individuelles des toitures initialement envisagées. La logique de sélection de toiture risque alors de pencher vers une quête de qualités électriques et économiques homogènes. Les propositions initiales de groupes de toitures dotées d'une cohérence d'ensemble mais faisant exister une grande hétérogénéité de qualités individuelles des toitures risquent alors d'éclater pour être remplacées par des propositions de groupes de toitures aux qualités homogènes. Le risque est alors de passer d'une

logique d'agrégat à une logique de granulat (2). Toutefois, lors de réunions *in situ* avec ERDF notamment, les porteurs du projet se sont attachés à retranscrire les qualités électriques des toitures et la spatialité du réseau sur les cartes préalablement construites. Ces cartes permettent de contrôler la dimension normative du réseau électrique en faisant apparaître les qualités électriques des toitures comme une dimension qui coexiste avec de nombreuses autres. Le recours à ces cartes dote le collectif d'une capacité de retour en arrière à un stade préalable de sélection des toitures afin de maintenir des qualités hétérogènes dans la sélection de toitures.

A la lumière de l'ensemble des devis d'installation des panneaux et de raccordement au réseau, le collectif réduit progressivement le nombre de toitures en jouant sur les attachements. D'un côté celui-ci procède à la sélection finale des toitures selon une logique d'agrégat au sein de laquelle les toitures présentent une cohérence d'ensemble et de nombreuses qualités individuelles hétérogènes. De l'autre il sélectionne plusieurs toitures à l'aune de leurs qualités essentiellement économiques homogènes, de manière à compenser le choix des premières toitures qui ne sont pas toutes suffisamment rentables. A la lumière des outils développés qui l'ont doté d'une capacité de retour en arrière, le collectif a réussi à construire un groupe de toiture comme un agrégat en saisissant chaque toiture individuellement à travers ses attachements multiples. La ressource est constituée non seulement autour d'une rentabilité économique collective à la fois publique et privée mais également autour d'enjeux paysagers et architecturaux collectifs.

| Dynamiques d'adaptation du collectif | Multiplicité qualitative et fusionnelle | Multiplicité numérique et homogène |
|---|--|---|
| | Agréger | Granuler |
| Croissance | (1) | (2) |
| Décroissance | (3) | |
| | Détacher | Retrancher |

Tableau 26: Le cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu : un collectif construit comme un agrégat

En conclusion de ce premier point de discussion nous avons souligné qu'au fil des dynamiques de croissance et de décroissance des collectif suscitées par les nombreuses épreuves qu'ils rencontrent, ces derniers semblent susceptibles d'éclater à tout moment. En filigrane de ces dynamiques des

collectifs, l'individuation de la ressource suit des trajectoires incertaines et non linéaires. Au cours de ces processus, les deux collectifs adoptent deux stratégies d'adaptation distinctes et construisent chemin faisant différents outils et méthodologies. En comparant les deux processus, il apparaît que **certains outils et méthodes semblent permettre de constituer des collectifs plus robustes que d'autres et de construire la ressource autour de qualités hétérogènes**. L'utilisation de cartes pensées comme des couches d'information juxtaposables permet au collectif dans le PNR du Pilat de se doter d'une capacité de retour en arrière et ainsi d'une capacité d'adaptation dans un contexte de transition (voir Chapitre 6). Au contraire, l'utilisation de tableurs et de méthodes de hiérarchisation des toitures par le collectif du PNR du Massif des Bauges tend à progressivement réduire la marge de manœuvre de ce dernier sans capacité de retour en arrière et donc de rebond en cas d'évolution réglementaire ou juridique (voir Chapitre 5).

A défaut de pouvoir directement agir directement sur la politique nationale du photovoltaïque pour trouver un cadre plus favorable pour leur émergence, ces collectifs construisent différentes capacités d'action pour naviguer au sein du champ des possibles ouvert par cette politique. Toutefois les outils et méthodes qu'ils construisent chemin faisant dans cette perspective ne les dotent pas des mêmes capacités d'adaptation. La réussite du collectif de la région de Condrieu à faire émerger une opération collective en concrétisant une proposition relationnelle alternative pour construire la ressource met en avant une compétence essentielle. **Dans un contexte de transition, l'émergence de ces collectifs semble conditionnée par leur capacité à faire avancer des projets par tâtonnements successifs sans s'épuiser.** Cette compétence repose sur la construction de capacités de retours à des stades préalables d'existence de ces projets, de mise en dormance de potentiels tant que le contexte n'est pas favorable à leur valorisation. Cette compétence s'apparente ici à un art de jouer avec les attachements, de s'attacher tout en conservant une capacité à se détacher.

Espace d'hésitation rhônalpin et trajectoires discontinues de transition

Notre second point de discussion entend mettre en perspective notre analyse de l'émergence des centrales villageoises et de la manière dont ces collectifs proposent de construire la ressource énergétique solaire avec notre analyse sociohistorique menée au cours des chapitres 3 et 4. Nous entendons discuter à la fois le rôle des héritages dans la construction de trajectoires contemporaines de transition et qualifier le caractère discontinu de ces trajectoires. Pour cela, plusieurs questions retiennent notre attention : dans quelle mesure la région Rhône-Alpes constitue un territoire singulier dans le cadre de la construction de la transition énergétique ? dans quelle mesure les centrales villageoises photovoltaïques s'inscrivent dans une continuation de l'histoire des projets énergétiques pionniers en Rhône-Alpes ? quels héritages nourrissent l'émergence de ces projets solaires collectifs et coopératifs ? qu'est-ce que ces projets solaires expérimentaux transmettent à leur tour ?

Pour répondre à ces questions, revenons tout d'abord sur l'une des propositions analytiques qui traverse ce travail de recherche. Dans le cadre de notre approche relationnelle, nous avons systématiquement proposé d'étudier l'émergence et la structuration de projets énergétiques à la lumière de l'émergence de leurs milieux associés (Simondon 1958). Le milieu associé est alors entendu comme un réseau d'acteurs, de compétences, de dispositifs de financement, de visions politiques qui permettent l'émergence de ces projets. Le milieu associé s'organise autour d'un objet en particulier, autour d'une ressource dans le cadre de notre analyse, et encadre la structuration de relations autour de celle-ci. C'est ainsi que notre analyse a portée au cours de la seconde partie de la thèse sur le devenir de projets énergétiques multiples à travers l'émergence de leurs milieux associés. Dans le cadre de notre analyse sociohistorique des projets énergétiques pionniers en Rhône-Alpes, nous avons proposé une seconde notion : celle d' « espace d'hésitation ». Cette notion désigne un ensemble de relations pré-individuelles en ce qu'elles ne sont pas attachées à un objet ou à une ressource en particulier. Elle permet de saisir l'ensemble des relations construites à l'occasion d'un projet qui restent après celui-ci, qu'il se soit conclu par un succès ou un échec. Cet espace d'hésitation désigne en cela un réseau d'acteurs, de compétences, de visions politiques susceptibles de nourrir l'émergence de nouveaux projets innovants mais qui peut rester en dormance tant qu'il n'est pas mobilisé ou que le contexte n'est pas favorable à l'émergence de nouveaux projets. A travers cette seconde notion, nous avons proposé de qualifier la singularité de la contribution en Rhône-Alpes à la construction de la transition énergétique en ne la réduisant pas au caractère précoce de projets énergétiques innovants mais en soulignant la capacité des acteurs impliqués à capitaliser à la fois sur les succès et les échecs pour construire un réseau d'action sur les alternatives énergétiques. C'est à travers la notion d' « espace

d'hésitation » que nous proposons de questionner le rôle des héritages dans l'émergence des centrales villageoises et leur inscription dans une trajectoire de transition tissée en Rhône-Alpes.

Au cours de la seconde partie de la thèse, nous avons décrit l'émergence et la structuration d'un espace d'hésitation en Rhône-Alpes autour de la structure Rhônalpénergie. L'association créée en 1978 avait initialement pour but de mettre en œuvre une politique nationale de valorisation des rejets thermiques des centrales nucléaires. Sa vocation première était d'évaluer les conditions technico-économiques de la faisabilité de projets autour des centrales nucléaires rhônalpines. Toutefois, sous l'impulsion des élus de la région Rhône-Alpes, la structure s'est progressivement repositionnée sur le champ des économies d'énergie et de la valorisation des énergies renouvelables dans une posture au service des collectivités locales au sein de la région. Pendant les premières années de l'existence de la structure, les équipes de RAEE ont mis en place une méthodologie pour accompagner ces collectivités locales dans l'identification de leurs besoins énergétiques et la réalisation de projets pour y répondre. Cette méthodologie permet d'opérer un pas de côté et de penser les projets énergétiques à partir d'une entrée territoriale (*i.e.* besoins, potentiels locaux). Dans le prolongement de ces premières années d'existence, la structure RAE s'étoffe au cours des années 1980 et 1990. Les équipes de RAEE sont mobilisées dans le cadre de nombreux projets énergétiques et développent leurs compétences (*i.e.* expertise technique, ingénierie juridique et économique, montage de projet multipartenaire). Dans le cadre de cette mobilisation, RAEE se rapproche notamment des PNR de Rhône-Alpes qui développent au cours de ces années un ensemble de projets énergétiques expérimentaux. Ce rapprochement permet aux équipes mutuelles d'acquérir de nouvelles compétences. Les équipes des PNR se nourrissent notamment de l'expertise technique et de l'ingénierie européenne de recherche de financement de RAEE. A l'inverse, les équipes de RAEE se nourrissent de la culture du projet de territoire développée au sein de la fédération des parcs naturels régionaux de France et de son expertise architecturale et paysagère notamment. Cette relation de collaboration, très riche à l'occasion d'une série de projets bois-énergie nourrit également l'émergence de projets expérimentaux autour de la technologie photovoltaïque.

De pair avec d'autres structures créées en Rhône-Alpes (*e.g.* l'association Phébus devenue HESPUL), le PNR du Vercors et RAEE se retrouvent au cours des années 1980 puis 1990 engagés dans les premiers programmes de démonstration du fonctionnement de la technologie photovoltaïque à l'heure où une filière nationale commence à s'institutionnaliser et à négocier avec le gouvernement pour faire émerger une politique nationale. Pendant cette période, les projets menés autour de RAEE tentent de faire exister une approche territoriale et des dimensions architecturales et paysagères dans le cadre de l'émergence de la filière.

Toutefois RAEE n'est pas directement impliqué dans les négociations avec le gouvernement sur les normes techniques pour le développement du photovoltaïque ni pour les négociations portant sur un

mécanisme de soutien au développement de la filière. Suite à l'adoption à partir de 2000 du mécanisme des tarifs d'achat, le développement de la filière est lent. Il ne soulève pas de controverse à l'échelle des territoires. Ainsi entre la fin des années 1990 et 2006, RAEE ne s'engage pas dans de nouveaux programmes expérimentaux autour du photovoltaïque. La structure se consacre à d'autres projets et développe d'autres compétences.

Toutefois le tournant incitatif de la politique du photovoltaïque de 2006 entraîne l'apparition de nouvelles controverses à l'échelle des territoires autour du développement du photovoltaïque (*e.g.* émergence non concertée de nouveaux paysages, mise en concurrence des terres agricoles avec les projets énergétiques). A cette occasion, RAEE s'intéresse de nouveau au photovoltaïque et réactive ses réseaux sur le sujet. La structure met en place dans le cadre d'un programme européen (*i.e.* programme NENA) une série d'ateliers nationaux et régionaux pour réfléchir à des modalités alternatives pour encadrer le développement des projets photovoltaïques dans les territoires. Dans le cadre de ce programme, RAEE se rapproche de juristes et de structures spécialisées pour construire un ensemble d'outils et de méthodes pour faciliter le développement de projets photovoltaïques collectifs et coopératifs qui s'inscrivent dans une approche territoriale.

Le programme des centrales villageoises qui se développe à partir de 2010 hérite en cela des réseaux (*e.g.* à l'échelle de Rhône-Alpes autour de RAEE et des PNR, à l'échelle nationale avec la fédération des PNR de France et l'ADEME, à l'échelle européenne avec la FEDARENE), compétences (*e.g.* approche territoriale, expertise technique, ingénierie économique), outils et méthodes (*e.g.* méthodes participatives, outils juridiques pour l'approche coopérative) développées autour de RAEE dans cet espace d'hésitation rhônalpin depuis plusieurs décennies (1) (voir Figure 35, p.296). L'enjeu principal qui anime le programme des centrales villageoises est d'ouvrir à négociation certaines configurations et normes émergentes du développement du photovoltaïque en explorant des potentiels énergétiques différents à l'échelle de chaque territoire. Entre 2010 et 2015, les trajectoires d'émergence des collectifs sont marquées par une volonté de faire émerger des projets solaires qui s'accordent avec les intérêts spécifiques de chaque territoire. L'encadrement des démarches locales proposé par RAEE entend permettre de mener des expériences sans épuiser les territoires. A travers l'action de RAEE, les collectifs locaux se nourrissent de l'espace d'hésitation rhônalpin pour envisager des possibles alternatifs différents à l'échelle de chaque territoire et les expérimenter en mobilisant une multitude de compétences et de savoir-faire en dormance. Au fur et à mesure qu'ils avancent dans l'exploration des potentiels solaires locaux, ces collectifs découvrent de nouvelles contraintes qui les obligent à constamment se réinventer sans parvenir à informer la politique nationale et obtenir des mesures de prise en compte de la spécificité de leur démarche (*e.g.* obtention d'un tarif d'achat spécifique) (2 et 3). Grâce à l'accompagnement de RAEE, ces collectifs apprennent à revenir sur certains choix, à faire des pas en arrière pour poursuivre leur opération collective tout en se donnant les moyens d'intégrer de

nouveaux enjeux plus tard lorsque le contexte leur sera plus favorable. En cela, les trajectoires discontinues d'émergence des projets de centrales villageoises en Rhône-Alpes entre 2010 et 2015 s'inscrivent dans le prolongement des trajectoires discontinues d'émergence de projets énergétiques innovants au sein de la région Rhône-Alpes. Ces trajectoires discontinues sont marquées par l'émergence de réseaux et de compétences, lesquelles sont régulièrement mis en dormance puis réactivés lorsqu'un contexte réglementaire devient plus favorable à certains projets ou que de nouvelles controverses émergent. **Elles donnent à voir un mode de l'innovation, qui passe par des temps de maturation et des temps d'accélération, par des tâtonnements successifs, et par la mobilisation de compétences et de réseaux régulièrement mis en dormance puis réactivés pour animer de nouveaux projets dans des contextes plus favorables.**

Le programme des centrales villageoises illustre parfaitement ces temps de l'innovation et ces trajectoires d'émergence discontinues. Les huit premiers projets pilotes menés au sein des PNR de Rhône-Alpes ont mis entre quatre et sept années à raccorder au réseau électrique leur première opération (voir Tableau 17, p.230). Ces projets ont progressivement mis à l'épreuve la proposition relationnelle alternative portée par RAEE et construit chemin faisant des outils et méthodes pour concrétiser celle-ci dans un contexte juridique et réglementaire qui lui est peu favorable. Néanmoins, ces projets ont tout de même bénéficiés de tarif d'achat intéressants dans un contexte de baisse du prix des panneaux photovoltaïques. Malgré les difficultés éprouvées et le caractère modeste des premières opérations réalisées (*i.e.* entre environ 50 et 100kWc), ce programme initial des centrales villageoises nourrit l'émergence d'une dynamique d'une autre ampleur.

Le retour sur expériences des premières opérations pilotes et la mise en circulation par RAEE à travers ses réseaux des outils et méthodes mises à l'épreuve (*e.g.* statuts de société prêt à remplir, exemple de baux de toitures, guide méthodologique d'animation territoriale, outils technico-économique pour sélectionner des toitures et construire un business-model) (4) a permis l'émergence de nombreux nouveaux projets reprenant l'appellation « centrale villageoise » ou s'en inspirant largement. A défaut d'être parvenu à informer directement la politique nationale, RAEE passe par ses réseaux (*e.g.* ADEME, FPNRF, CLER, Energie Partagée association) pour négocier des mesures plus favorables pour le développement de projets photovoltaïques collectifs et coopératifs (5). Une partie de ces mesures est intégrée à la politique nationale à l'occasion de l'adoption de la loi TEPCV en 2015 (*e.g.* assouplissement des conditions d'organisation d'un financement participatif, implication des collectivités locales) et permet de faciliter l'émergence de nouveaux projets solaires collectifs et coopératifs (6).

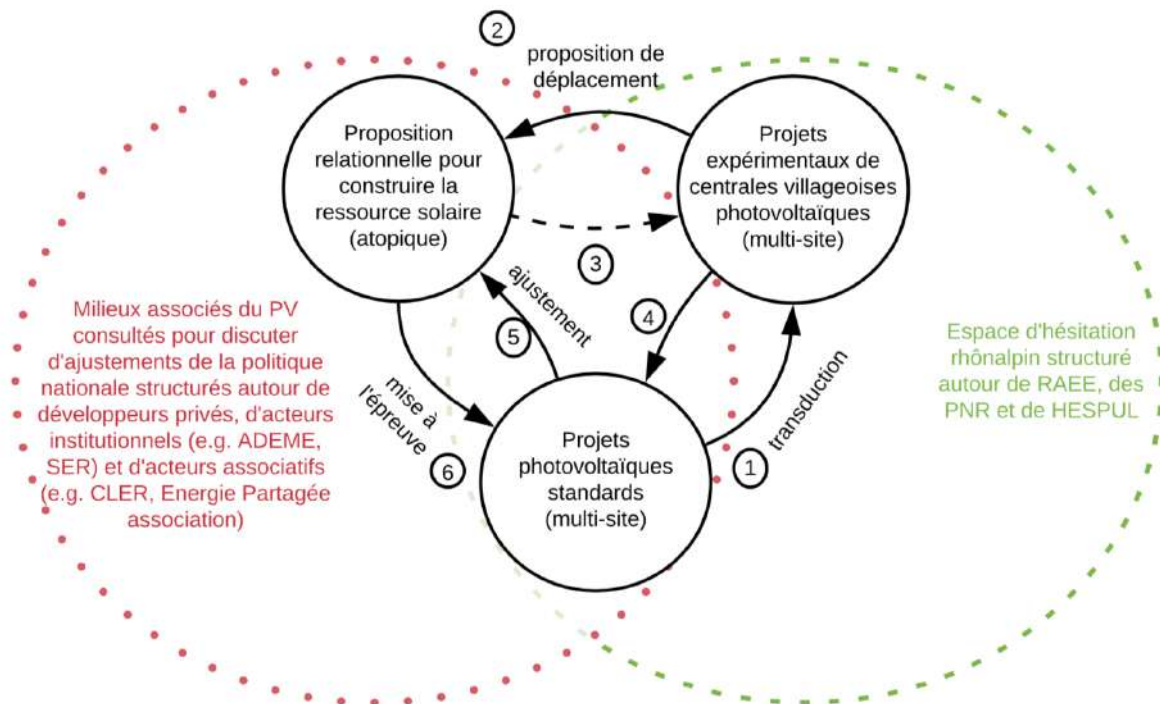


Figure 35: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour des projets pilotes des centrales villageoises (2010-2017)

Dans le sillage de la mise en application de la loi TEPCV de nombreux nouveaux projets solaires collectifs et coopératifs émergent. Ainsi, fin 2017, 33 collectifs centrales villageoises sont structurés en France, dont 11 ont déjà mis en service au moins une opération photovoltaïque¹. En parallèle de nombreux autres collectifs plus difficilement dénombrables se sont inspirés du modèle « centrale villageoise » et de ses outils pour lancer des projets coopératifs sur plusieurs toitures. Ces projets se déploient à la fois dans des territoires ruraux et dans des territoires urbains (e.g. la coopérative Solaire d'Ici sur l'agglomération grenobloise et la coopérative Toits en Transition sur l'agglomération lyonnaise). Ces collectifs doivent composer avec des tarifs d'achat en baisse constante. Leur marge de manœuvre pour construire une rentabilité collective et faire exister des enjeux collectifs en est d'autant plus réduite. Toutefois, grâce aux outils mis en circulation par RAEE et à l'expertise développée par les collectifs des projets-pilotes, ces nouveaux collectifs arrivent à structurer des projets collectifs et coopératifs beaucoup plus rapidement. Ainsi les nombreuses compétences développées lors du programme expérimental entre 2010 et 2015 qui n'ont pas permises de pousser le développement de projets de grandes ampleurs nourrissent aujourd'hui, dans un contexte national de prise en compte progressive de l'importance de ces collectifs alternatifs, une émergence plus rapide de nouveaux collectifs et d'opérations photovoltaïques plus nombreuses.

¹ Ces chiffres sont repris du site www.centralesvillageoises.fr mis en place par RAEE.

A la lumière d'une telle analyse de trajectoires discontinues de transition et du rôle des héritages, il apparaît primordial d'effectuer un pas de côté pour penser les politiques de la transition. Ce pas de côté doit permettre d'appréhender les apprentissages et les résultats des projets énergétiques expérimentaux en dehors des injonctions à l'urgence d'agir et à l'obtention d'effets immédiats qui tendraient à qualifier ces projets d'échec ou de succès sans saisir pleinement leurs contributions à la construction de la transition énergétique.

Collectifs coopératifs et construction d'une transition énergétique soutenable

Dans un contexte peu favorable à leur développement entre 2010 et 2015, les premiers collectifs coopératifs centrales villageoises ont réussi à faire aboutir des projets photovoltaïques et à les raccorder au réseau. Les démarches expérimentales qui ont permis de faire aboutir ces opérations ont été soutenues par des fonds publics importants (*i.e.* fonds européens, fonds régionaux). Toutefois au regard de l'ampleur des fonds publics mobilisés, la contribution quantitative de ces collectifs au mix électrique national apparaît extrêmement modeste. Dans cette troisième sous-partie du chapitre, nous proposons de discuter la légitimité de ces collectifs. Une nouvelle fois, plusieurs questions retiennent notre attention dans le cadre de ce point de discussion : est-ce que ces collectifs tendent à constituer de nouvelles formes de captation d'une rente ? au contraire, parviennent-ils à constituer des formes de redistribution ? quelles sont les contributions de ces collectifs modestes à la construction de la transition énergétique ? dans le prolongement de ce programme expérimental, pour quels raisons leur développement devrait-il être soutenu par des politiques publiques spécifiques ?

Cette discussion amène de nouveau à re-contextualiser notre analyse de l'émergence des collectifs centrales villageoises photovoltaïques. Cette émergence s'inscrit dans un moment en particulier de la politique nationale du photovoltaïque. Comme cela a été souligné au cours du chapitre 4, la politique du photovoltaïque française qui se met en place à partir du début des années 2000 est construite autour de l'hypothèse d'un investisseur en quête d'une rentabilité économique. La publication des premiers arrêtés relatifs au fonctionnement du mécanisme des obligations d'achat et des tarifs d'achat établit un principe d'individualisation. Dans le cadre du développement d'un projet photovoltaïque, les pouvoirs publics ont besoin d'un interlocuteur pour signer l'ensemble des documents nécessaires (*e.g.* autorisation de production, obligation d'achat, demande de travaux, demande de raccordement). Néanmoins, derrière cette proposition d'individualisation, ces premiers arrêtés n'encadrent pas des trajectoires d'individuation spécifiques. Les pouvoirs publics ne viennent pas spécifiquement peupler cette figure de l'investisseur. En cela, la politique nationale du photovoltaïque qui se développe à partir du début des années 2000 ne porte pas d'attention à la construction de ses milieux associés.

Dans le prolongement du tournant incitatif de 2006, le développement de la filière photovoltaïque s'accélère derrière la figure d'individuation de l'investisseur-producteur-propriétaire individuel. La perspective de rentabilité des investissements dans le photovoltaïque apparaît particulièrement intéressante pour les acteurs étant propriétaires d'une toiture résidentielle privée et disposant de fonds pour financer seuls une opération photovoltaïque sur cette toiture. Derrière cette figure d'individuation, le développement de la filière prend la forme d'une prolifération des opérations photovoltaïques de

très petite ampleur (entre 3 et 9kWc, c'est-à-dire entre environ 25 et 75m²)¹ mené par les développeurs privés et sous le format principal des projets clés-en-main.

Toutefois, à défaut d'avoir encadré des trajectoires d'individuation spécifiques, cette politique nationale du photovoltaïque n'a ni anticipé un tel développement ni particulièrement questionné sa soutenabilité. Or ce développement soulève plusieurs controverses. Dans le contexte spécifique de la période 2008-2010, une première controverse porte sur les modalités de financement du développement de la filière. Pendant cette période le montant des tarifs d'achat est particulièrement élevé et apparaît déconnecté du prix des panneaux photovoltaïques. Ces derniers ont drastiquement baissé en suivant la baisse rapide des prix du silicium, la matière première pour les fabriquer. L'écart entre ce montant élevé des tarifs d'achat et les prix en baisse des panneaux photovoltaïques permettent aux investisseurs de bénéficier de taux de retour sur investissement très élevés (e.g. jusqu'à 20%). L'instrument des tarifs d'achat est alors débordé, il ne finance plus uniquement le développement de la filière mais nourrit une bulle spéculative (Cointe 2014, 2015). Au-delà de l'émergence de cette bulle spéculative, la controverse porte sur son mode de financement. Les tarifs d'achat pour le photovoltaïque sont depuis 2003 financés par le mécanisme de la CSPE. A travers celui-ci c'est l'ensemble des consommateurs d'électricité qui par le biais d'une taxe financent les surcoûts liés au développement des énergies renouvelables. Plus la filière se développe rapidement plus le coût de l'électricité augmente. Ainsi le développement de la bulle spéculative affecte tous les consommateurs d'électricité alors qu'elle ne bénéficie qu'à certains d'entre eux. Le développement d'un projet photovoltaïque et l'accès à de nouveaux revenus semble facilement accessible aux individus étant à la fois propriétaire de leur toiture et disposant d'une épargne ou d'une capacité d'emprunt tandis que les autres sont réduits au financement des revenus des autres (Debourdeau 2011). En cela cette politique du photovoltaïque tend à renforcer les inégalités sociales. Dans le cadre d'une telle trajectoire de développement de la filière, le projet photovoltaïque est essentiellement perçu comme une aventure individuelle et privée. Le porteur de projet individuel doit bien effectuer une demande d'autorisation de travaux en mairie pour faire valider son projet mais la plupart des collectivités locales ne sont pas préparées à saisir les enjeux d'un tel développement au cours des années 2000. La prolifération peu encadrée de ces projets individuels de petites puissances tend cependant rapidement à faire émerger de nouveaux paysages de l'énergie sans que ceux-ci aient été débattu.

C'est dans ce contexte que le programme des centrales villageoises émerge et que les premiers projets pilotes se mettent en place en Rhône-Alpes. A travers la proposition de produire de l'énergie à plusieurs selon une logique coopérative en mutualisant des toitures et de l'épargne, les collectifs proposent de

¹ Pour rappel, ces équivalences doivent être maniées avec précaution dans la mesure où elles dépendent de l'intensité solaire où les panneaux photovoltaïques sont installés. Elles correspondent ici à une moyenne nationale régulièrement présentée par les installateurs eux-mêmes.

construire une trajectoire différente pour le développement du photovoltaïque. Derrière le principe coopératif, ces collectifs tentent tout d'abord de mettre en place une logique redistributive et intégratrice. Par le biais de ces collectifs, de nombreux acteurs jusqu'ici exclus de la participation au développement du photovoltaïque peuvent désormais y prendre part : ceux qui disposent d'une toiture bien orientée mais n'ont pas d'épargne, ceux qui ont de l'épargne mais pas de toitures, ceux qui ont très peu d'épargne. Les collectifs étudiés, en fixant respectivement l'investissement minimal dans l'opération à 50 et 100€, proposent en cela d'ouvrir largement l'accès à la participation dans un projet photovoltaïque, même si dans un premier temps les participations les plus modestes restent en partie symboliques. Dans ce cadre, les revenus du photovoltaïque restent modestes au regard de l'ampleur des opérations réalisées par les centrales villageoises. Toutefois, l'ouverture participative à laquelle ces collectifs contribuent a un impact important en termes de gouvernance du développement du photovoltaïque. En déconstruisant le rapport entre le montant de l'investissement en capital d'un acteur (personne physique ou morale) et sa part de gouvernance, ces collectifs permettent à chaque acteur de véritablement faire entendre ses propositions. Alors que les projets photovoltaïques étaient jusqu'alors essentiellement pensés comme des aventures individuelles et privées dont la soutenabilité était peu questionnée, les centrales villageoises proposent d'aborder leurs projets comme des aventures collectives et de questionner la soutenabilité comme un *a priori* des démarches. De ce point de vue, **la contribution du programme des centrales villageoises à la construction chemin faisant d'une transition énergétique soutenable s'inscrit dans une logique de justice énergétique.**

Dans la littérature la question de la justice énergétique est régulièrement appréhendée autour de trois familles d'enjeux : des enjeux distributionnels (*e.g.* de partage de bénéfices, de retombées négatives), des enjeux de procédure (*e.g.* de mode de gouvernance, d'accès aux données), et des enjeux de reconnaissance (*e.g.* du savoir de certains groupes, de la vulnérabilité de certains acteurs, de certains enjeux) (Jenkins et al. 2015, Sovacool et Dworkin 2015). Dans le cadre de cette littérature, le rôle des collectifs participatifs engagés dans la production d'énergie renouvelable dans la construction de nouvelles logiques redistributives (Aitken 2010, Cowell et al. 2010, Savaresi 2017) et de nouvelles logiques procédurales (Simcock 2016, Forman 2017) a déjà été particulièrement discuté. En revanche la troisième catégorie d'enjeu de justice énergétique relatif à la reconnaissance nous semble avoir été peu discuté et trouver un champ de discussion à travers l'action des collectifs centrales villageoises.

Dans le prolongement de travaux engagés en amont du programme des centrales villageoises, RAEE propose aux collectifs locaux de mener un travail spécifique sur la prise en compte du paysage et de l'architecture dans le développement d'opérations photovoltaïques collectives. Cette proposition s'inscrit dans la logique de RAEE d'explorer les potentiels de développement des énergies renouvelables à la lumière des spécificités de chaque territoire. Toutefois si la mise en place de travaux spécifiques sur le paysage et l'architecture peut être prise en charge par des subventions européennes et régionales, ces

enjeux ne sont in fine pas valorisés au sein des tarifs d'achat et de manière plus générale dans la politique nationale du photovoltaïque. Lorsque ces collectifs tentent de développer des solutions innovantes d'intégration au bâti des panneaux photovoltaïques ou lorsqu'ils tentent de choisir certaines toitures au regard de leur intégration paysagère plus que pour leur rentabilité économique individuelle ils tendent à réduire leur perspective de rentabilité collective. Au fil des processus étudiés au cours des chapitres 5 et 6, nous avons toutefois souligné que ces collectifs ne s'inscrivaient pas dans une logique de maximisation de leur retour sur investissement mais **qu'ils tentaient de naviguer au sein de la rentabilité que la politique nationale leur permet de construire pour tenter de faire exister des dimensions que celle-ci ne valorise pas. En cela, ces collectifs tentent d'opérer une forme de régulation du développement du photovoltaïque dans les territoires que ni l'Etat ni le marché ne prend en charge. Ils tentent de faire reconnaître l'importance de certaines dimensions qui importent pour eux.** En même temps qu'ils proposent une nouvelle manière de produire de l'énergie à partir de sources renouvelables, ces collectifs proposent de construire de nouvelles manières de faire du paysage autour de processus participatifs.

Au fil de ces contributions, **ces collectifs participent à la construction chemin faisant d'une transition énergétique soutenable plus juste** (Agyeman et al. 2003, Agyeman et Evans 2004, Heffron et McCauley 2017). **Ils tentent de construire de nouvelles formes d'action collectives pour faire des énergies renouvelables des alternatives énergétiques et politiques plus justes.**

Centrales villageoises et « communs »

Dans le cadre de notre quatrième et dernier point de discussion, nous proposons de revenir au processus de construction de la ressource pour analyser la contribution des collectifs centrales villageoises à la construction chemin faisant d'une transition énergétique soutenable. Plus spécifiquement, nous discutons dans quelle mesure ces collectifs contribueraient à la constitution de communs à travers ce processus de mutualisation de toitures. Ce point de discussion suppose tout d'abord de se positionner au sein du débat académique sur les communs. Dans le débat scientifique actuel, le terme de « commun » renvoie à trois écoles de pensées distinctes (Moss et al. 2014, Dardot et Laval 2014). Nous soulignons par la suite que l'une des différences essentielles entre ces écoles de pensée est d'ordre ontologique.

Le commun est tout d'abord saisi à travers les catégories de la propriété développées par les économistes néo-classiques à partir des principes de rivalité et d'exclusivité des biens (Olson 1965). Dans cette première appréhension, le commun est le bien à la fois rival et non exclusif dans un cadre de pensée qui s'intéresse essentiellement à des logiques de régulation des biens par le marché ou par l'Etat. Cette première pensée du commun s'inscrit dans une ontologie atomistique. Le statut des choses et des individus est établi à partir de principes normatifs distinctement d'une pensée des relations entre ces choses¹.

La seconde appréhension des communs est celle développée au sein du courant de l'économie néo-institutionnelle dans le sillage d'Ostrom et qui s'intéresse aux formes collectives de gestion des ressources naturelles (Ostrom 1990, 1999, Schlagger et Ostrom 1992). Ces formes d'organisation collectives permettent d'établir des conditions de partage et de sauvegarde de ressources soumises à des phénomènes de rareté. Cette seconde appréhension s'inscrit toujours dans une ontologie atomistique. Elle nourrit une pensée de la ressource comme entité déjà constituée tout en proposant de s'intéresser à l'organisation des formes d'action collective autour de celle-ci. Les systèmes collectifs de gestion de biens soumis à des phénomènes de rareté étudiés ambitionne de trouver une voie de régulation alternative à l'Etat et au marché des relations autour de ces biens.

Enfin, une troisième école de pensée propose un déplacement en invitant à considérer le commun comme « *le nom d'un régime de pratiques, de luttes, d'institutions et de recherches ouvrant sur un avenir non capitaliste* » (Dardot et Laval 2014 p.17, Hardt et Negri 2004, 2011), à penser à travers les communs de nouvelles formes d'action collective et d'organisation des sociétés en dehors des cloisonnements de

¹ C'est à partir de l'identification de certaines limites de l'ontologie atomistique que Sarah Vanuxem propose d'opérer à partir du droit un déplacement et de considérer les choses non plus à partir de statuts de propriété isolés mais de penser les choses en relation entre elles comme des choses-milieus (Vanuxem 2010).

la propriété (Dardot et Laval 2014, pp.282-283). Cette troisième école de pensée des communs s'inscrit dans une ontologie qui serait davantage relationnelle. Elle propose de s'intéresser avant tout aux relations qui se tissent autour de biens et de ressources, à l'évolution de systèmes de normes pour penser l'action collective dans un contexte de crise écologique et économique : « *le monde ne sera pas protégé par l'établissement d'une sorte de réserve de « biens communs naturels » (terre, eau, air, forêts, etc.) « miraculeusement » préservés de l'expansion indéfinie du capitalisme » (...). Il ne s'agit donc pas tant de protéger des « biens » fondamentaux pour la survie humaine que de transformer profondément l'économie et la société en renversant le système des normes qui menace maintenant très directement l'humanité et la nature » (Dardot et Laval, 2014, p.13). Cette troisième école de pensée nourrit le pas de côté ontologique dans la pensée de la ressource que nous avons proposé d'effectuer au cours de la première partie de la thèse. **Le commun ne pourrait pas être appréhendé comme un statut qui émergerait de caractéristiques physiques des choses (une rareté) ou qui émergerait de principes normatifs (rivalité et excluabilité). Le commun serait une trajectoire d'individuation possible de la ressource qui émergerait de certaines formes d'agir collectif.** Le commun serait un devenir possible des nouvelles ressources énergétiques libre d'éclorre si celles-ci sont appréhendées avec les outils conceptuels de l'ontologie relationnelle (Collomb 2011, p.63).*

Dans la perspective d'analyser plus spécifiquement dans quelle mesure les collectifs des centrales villageoises tendent ou non à construire une trajectoire d'individuation de la ressource comme commun, nous proposons de poursuivre notre analyse de ces collectifs comme des multiplicités. Nous avons préalablement souligné que la manière dont les collectifs procèdent à la mutualisation de toitures conditionne leur capacité à s'adapter aux contraintes qu'ils rencontrent (*i.e.* construire une rentabilité collective et raccorder le groupe de toitures au réseau électrique) et *in fine* la trajectoire d'individuation de la ressource. C'est au fil des épreuves qu'ils rencontrent lors de ce processus de mutualisation qu'ils parviennent, ou échouent, à constituer du commun en faisant circuler le rayonnement solaire d'un groupe de toitures jusqu'au réseau électrique tout en faisant exister des qualités hétérogènes et une démarche collective (voir Tableau 27, ci-dessous). Or les méthodes et outils à travers lesquels les collectifs proposent de saisir les toitures et de les mutualiser équipent ces derniers de différentes capacités pour faire circuler le soleil depuis des toitures à la fois privées ou publiques jusqu'à l'infrastructure publique du réseau électrique.

| Comment faire circuler le soleil ? | De la toiture, (individuelle, publique ou privée, aux qualités hétérogènes) | Passage ? | Au réseau électrique, (Infrastructure publique avec ses normes de gestion) |
|------------------------------------|---|---|--|
| Cas du plateau de la Leysse | Les toitures sont listées comme des unités individuelles non distinguées de leurs propriétaires (publics ou privés). Cela permet de : | (1) de constituer un granulat de toitures à partir de qualités solaires standardisées (2) de retrancher les toitures les moins rentables pour maintenir un taux général de retour sur investissement élevé | (1) de constituer un groupe de toitures avec d'importantes qualités solaires bien que non intégralement raccordable au réseau (2) de scinder le projet collectif pour permettre l'émergence de projets individuels rentables |
| Cas de la région de Condrieu | Les toitures sont appréhendées de manière relationnelle et à différentes échelles de manière à permettre de : | (1) constituer un agrégat de toitures autour d'objectifs qualitatifs partagés (2) de détacher du collectif des toitures sans entraîner l'éclatement du collectif | (1) de constituer un groupe de toitures avec des qualités hétérogènes bien que non intégralement raccordable au réseau (2) de moduler la taille du projet de manière à préserver le caractère collectif de la démarche et les qualités hétérogènes des toitures |

Tableau 27: Propositions de mise en circulation du soleil des toitures au réseau électrique

A travers ces propositions de mise en circulation du soleil, la capacité des collectifs à constituer du commun apparaît dépendre de leur capacité à sélectionner des toitures au regard de qualités multiples et à adapter l'ampleur du collectif de toitures en maintenant ces qualités. En cela, **construire du commun ce n'est pas seulement construire la ressource en mutualisant des toitures, c'est réussir à ouvrir à négociation des configurations héritées (e.g. statut de propriété des toitures et servitudes attachés à ces statuts, architecture et normes de gestion du réseau électrique, pratiques de gestion et normes d'évolution du paysage) pour construire de nouvelles manières d'agir collectivement autour de la mise en discussion de qualités.** Ainsi, à défaut de pouvoir déjà être appréhendée d'un point de vue quantitatif, la participation des centrales villageoises à la transition énergétique soutenable contribue à façonner un nouveau paradigme pour penser l'action collective à travers la construction de nouvelles trajectoires d'individuation des ressources énergétiques.

Conclusion générale

Une thèse sur la construction de la ressource et de sa soutenabilité

Ce travail de recherche interroge la soutenabilité de la transition énergétique. Pour cela, notre raisonnement s'est organisé autour d'un problème initial : la valorisation des sources d'énergies renouvelables n'est pas *a priori* soutenable. Pour questionner ce problème, la thèse défendue porte sur la ressource et son processus de construction dans l'espace : la soutenabilité des énergies renouvelables ne serait jamais acquise. Elle serait constamment au jeu au fil des décisions prises dans le cadre des projets de valorisation de ces énergie (*e.g.* captation d'une manne, volonté de redistribution, prise en compte d'enjeux territoriaux). En cela, la soutenabilité des énergies renouvelables serait une qualité relationnelle en jeu à travers la façon dont les sources d'énergies renouvelables sont appréhendées et construites en ressources énergétiques. La défense de la thèse est plus spécifiquement focalisée sur des projets photovoltaïques de valorisation énergétique du rayonnement solaire afin de questionner les enjeux de la construction d'une soutenabilité.

Dans cette perspective la première partie de la thèse est organisée autour d'un premier cas d'étude. A travers celui-ci, nous soulignons que deux projets photovoltaïques aux modalités de portage opposées au sein d'un même territoire (*i.e.* un projet de centrale solaire au sol de plusieurs MWc mené par une municipalité et un développeur privé, un projet solaire coopératif de « centrale villageoise » sur plusieurs toitures de quelques dizaines de kWc) proposent des modalités de construction de la ressource énergétique solaire très différentes. La seconde modalité semble soutenable alors que la première ne l'est pas. Sur la base de ces observations, nous proposons alors de construire un cadre théorique pour caractériser les enjeux du passage de la source (*i.e.* le rayonnement solaire) à la ressource (*i.e.* le kWh d'origine solaire). Dans la filiation de la philosophie relationnelle de Gilbert Simondon et des travaux de la nouvelle géographie des ressources (*e.g.* Bridge, Castree), nous soulignons alors que la ressource peut être dotée de différents « modes d'existences » (Simondon 1958). Selon les modalités de sa construction, elle ne serait pas dotée des mêmes qualités. Elle pourrait être ou non soutenable. La proposition analytique formulée consiste alors à suivre l'émergence de qualités de la ressource au grès de ses formes de portage et de partage (*e.g.* réseaux d'acteurs, de compétences, de visions politiques, de dispositifs de financement) qui permettent l'émergence des projets photovoltaïques (*i.e.* le « milieu associé » de ces projets).

La seconde partie de la thèse est organisée autour d'un double objectif. Il s'agit tout d'abord de mettre à l'épreuve la proposition théorique pour suivre la construction de la ressource à travers ses formes de configurations sociotechniques et spatiales. Ensuite, l'objectif est d'enquêter sur les origines des projets coopératifs de centrales villageoises photovoltaïques abordés au début de la thèse et qui tentent de construire la ressource énergétique solaire de manière plus soutenable. Cette enquête porte tout

d'abord sur l'émergence en Rhône-Alpes d'un milieu innovateur autour d'une série de projets énergétiques pionniers (*i.e.* la valorisation des rejets thermiques du nucléaire à la fin des années 70, celle du bois-énergie et du rayonnement solaire au tournant des années 80 et 90). Elle souligne le rôle important joué par ce milieu rhônalpin dans les négociations initiales relatives à la construction d'une politique nationale pour soutenir le développement de la filière photovoltaïque au tournant des années 1990 et 2000. L'analyse porte ensuite sur le rôle joué par les associations Rhônalpénergie, HESPUL et les Parcs Naturels Régionaux de la région au cours des années 2000 et 2010 dans un contexte de croissance de la filière et d'émergence de plusieurs controverses. La politique nationale, régulièrement débordée, puis recadrée, nourrit alors des trajectoires de transition qui ne sont pas soutenables. Les partenariats noués autour de RAEE sur les approches alternatives de l'énergie ouvrent cependant la voie à de nouvelles perspectives de soutenabilité.

La dernière partie de la thèse s'intéresse à la manière dont les collectifs engagés dans un projet expérimental piloté par RAEE proposent de construire la ressource et sa soutenabilité. Entre 2010 et 2015, ces collectifs tentent de faire émerger des projets photovoltaïques collectifs et coopératifs dans un contexte juridique et réglementaire peu ouvert à ce type de développement de projet. Par conséquent ces collectifs affrontent de nombreuses épreuves (*i.e.* négocier la propriété pour réunir des toitures, organiser un financement participatif, raccorder l'opération collective au réseau électrique et maintenir la cohérence du collectif si une toiture doit être laissée de côté) et doivent constamment s'adapter. Leur contribution à la construction d'une transition énergétique soutenable apparaît être en jeu à travers leur capacité à constamment s'adapter sans perdre de vue leurs ambitions collectives.

Contributions et limites de la thèse

De la source à la ressource : l'importance des relations

Le premier point de contribution de la thèse résulte de la mise au travail de la notion de ressource. Dans une acception générale au sein de la géographie, cette notion renvoie à une réalité différente de celle de « source ». La ressource (*e.g.* le kWh d'origine solaire) est le résultat d'un processus de construction de valeur au fil d'une série d'opérations pratiques à partir d'une source (*e.g.* le rayonnement solaire). En cela la ressource n'est pas une réalité naturelle mais une réalité « inventée » (Lévy et Lussault 2013, p.874). Toutefois cette définition ne permet pas de caractériser de manière précise les enjeux de ce processus d'invention (*e.g.* l'importance du contexte politique, spatial, technique, économique). De plus, dans le cas des ressources dites naturelles, ce processus d'invention est largement appréhendé

comme un processus de mise en valeur de caractéristiques physiques de la matière, comme un processus de révélation de potentiels contenus dans celle-ci.

Au fil de l'analyse de plusieurs cas de projets solaires photovoltaïques et de la manière dont ils proposent de faire du rayonnement solaire une ressource énergétique, la recherche souligne la déconnexion entre les caractéristiques physiques de la source (abondance, intensité diffuse) et les qualités de la ressource énergétique produite. Ces qualités émergent de la manière dont les acteurs prennent en compte un ensemble de matérialités (*e.g.* les toitures, le foncier, le réseau électrique, le paysage) et les intègrent dans la logique de construction de leur projet énergétique. Certains tendent à ne prendre en compte que les matérialités qui comptent dans la construction de leur retour sur investissement (*e.g.* le réseau électrique et la toiture) tandis que d'autres tendent à valoriser d'autres matérialités qui importent à l'échelle du territoire) (*e.g.* le paysage).

Ainsi, dans le cadre de l'élaboration du cadre relationnel de la thèse, nous avons proposé de caractériser le passage de la source à la ressource à travers différents processus de projets photovoltaïques. La façon dont ces développements de projet sont configurés les dotent de qualités spécifiques. La notion de ressource ne désigne alors plus uniquement le résultat d'un processus d'invention, mais un ensemble de relations par le biais desquelles une valeur est construite à partir d'une source (*e.g.* des relations essentiellement commerciales, des relations de coopération).

La soutenabilité comme qualité relationnelle en émergence

Cet abord relationnel de la construction de la ressource solaire est porteur d'une approche renouvelée de la question de la soutenabilité des processus de transition énergétique. Celle-ci n'émergerait pas de caractéristiques physiques contenues dans la matière mais de modalités de construction de relations autour d'un ensemble de matérialités hétérogènes. De prime abord, l'abondance physique et le caractère diffus du rayonnement solaire semble garantir à chacun l'accès à la ressource sans empêcher quiconque d'en faire autant. Le gisement paraît en cela inépuisable. Le rayonnement solaire constituerait donc une source d'énergie abondante permettant, grâce aux nouvelles technologies de l'énergie (*e.g.* solaire photovoltaïque, technologies à concentration), de mener rapidement une transition énergétique bas-carbone. Toutefois, cet abord physique des sources d'énergie renouvelable ne dit rien de la soutenabilité d'une telle transition.

Faut-il pour l'illustrer rappeler la soutenabilité discutable du projet Désertec. Porté par une équipe de chercheurs allemands, ces derniers envisageaient d'accélérer la transition des énergies fossiles vers les renouvelables en équipant une surface de 254km² dans les déserts au sud de la mer Méditerranée de panneaux solaires pour répondre à toute la demande énergétique mondiale (May 2005, p.12). Cette

proposition tend à réduire les territoires à des réceptacles passifs et à appréhender les nouvelles technologies de l'énergie à des entités sociotechniques *a priori* compatibles avec ces territoires. Or, le déploiement territorial de ces nouvelles technologies de l'énergie est marqué par l'émergence de nouveaux déséquilibres, de nouvelles inégalités et injustices, de nouveaux conflits. Ces conflits montrent notamment que si l'abondance physique du rayonnement solaire s'apparente à une forme d'inépuisabilité (à l'échelle de la vie humaine) de nombreux enjeux et matérialités convoqués au cours de ses processus de valorisation énergétique ne le sont pas. Les territoires sont le résultat de la superposition de systèmes sociotechniques d'âges différents (Santos 1997, p.27) au sein desquels l'insertion des nouvelles technologies de l'énergie doit être mis en négociation. Le réseau électrique ne peut pas systématiquement recevoir toutes les nouvelles productions décentralisées d'électricité. Les usages du foncier et la configuration du patrimoine bâti n'est pas forcément compatible avec tous les projets de production d'énergie. Quant aux intérêts présents au sein de ces territoires, ils ne convergent pas nécessairement autour du développement des énergies renouvelables. Dans certains cas extrêmes, certains territoires pourtant bien dotés en sources d'énergies renouvelables peuvent s'épuiser faute de convergence sur la façon de la valoriser et de produire une ressource renouvelable (Nadaï et Labussière 2013, 2017). En cela, la soutenabilité des énergies renouvelables n'émerge pas de caractéristiques physiques, elle est une qualité relationnelle en jeu à travers les dimensions (spatiales, techniques, sociales, économiques, paysagères) au fil desquelles les sources d'énergies renouvelables sont appréhendées et construites en ressources énergétiques.

Caractériser des trajectoires de transition hésitantes

Cette pensée de la ressource comme un ensemble de relations entre une source (*e.g.* le rayonnement solaire), des systèmes sociotechniques (*e.g.* les projets photovoltaïques) et des tentatives de coopération (*e.g.* les centrales villageoises) confère à la notion de « gisement » une tout autre profondeur. Le gisement n'est pas une catégorie spatiale désignant une source physique disponible, ouverte à des processus de valorisation quelconque. La notion de gisement appelle pour être comprise à suivre les configurations relationnelles qui sous-tendent différentes options de valorisation (types de portages, de partages, d'articulation aux héritages).

Dans le cadre de cette recherche nous avons analysé de manière ontogénétique l'émergence, l'aboutissement, le déclin ou encore l'échec d'une série de projets pionniers de construction de ressources énergétiques. Le devenir de ces projets apparaît lié à la capacité des acteurs et des politiques publiques à construire le collectif de compétences et d'innovation (le « milieu associé ») de ces projets. Doublée d'une dimension sociohistorique, cette enquête a permis de souligner que les échecs et les

réussites de ces projets énergétiques pionniers avaient nourri l'émergence autour de Rhône-Alpes d'un « espace d'hésitation », c'est-à-dire d'un réservoir d'expériences et de relations à des enjeux socio-spatiaux spécifiques susceptibles à son tour de nourrir de nouvelles aventures de construction de ressources énergétiques et de trajectoires de transition.

La notion d' « espace d'hésitation » met délibérément la focale sur le caractère discontinue dans le temps et dans l'espace de ces trajectoires d'innovation. En cela, elles sont « hésitantes ». Voilà des trajectoires de transition qui peuvent prendre appui – ce n'est pas systématique, à la fois sur des expériences concluantes comme sur des cas d'échec, et surtout sur les collectifs de compétences, les réseaux ou les visions politiques que ces expériences passées ont contribué à faire émerger. Ces trajectoires hésitantes de transition se singularisent par le fait qu'elles parviennent à mettre en dormance une partie de ce potentiel (savoir-faire, réseaux, visions) et à le réactiver pour soutenir des phases d'accélération et d'essor. La transition est donc plus affaire ici de phases de croissance et de décroissance d'un potentiel (selon le langage simondonien) que d'étapes linéaires de réalisation.

Dans cette voie, l'analyse propose d'ouvrir les préoccupations usuelles de la géographie de l'énergie à l'importance des héritages (*e.g.* réseaux d'acteurs, de compétences, d'expériences multiples couronnées de succès ou non). Le territoire de la ressource renvoie aux lieux de construction et de consommation de cette ressource mais il renvoie également à une trame relationnelle susceptible de nourrir des aventures et des trajectoires d'apprentissage multiples et discontinues.

Politiques publiques de la transition et milieux associés

Le quatrième point de contribution de la thèse émerge de notre analyse de la politique nationale du photovoltaïque. Cette analyse interrogeait l'influence des instruments et normes de la politique photovoltaïque française sur la configuration des projets photovoltaïques (types de portage, de partage, d'articulation au territoire), et à travers eux la construction de la ressource solaire. Au début des années 2000, le développement de la filière photovoltaïque s'organise autour d'une figure prédominante, celle de l'investisseur-porteur de projet photovoltaïque en quête d'un retour sur investissement. Les pouvoirs publics ont très peu précisé quelle était cette figure d'investisseur au cours des années 2000 et jusqu'au début des années 2010. Tout se passe comme s'ils avaient proposé une perspective de valorisation du solaire, guidée par l'optimisation du retour sur investissement, sans avoir précisé les modalités concrètes de déploiement des projets. Les conditions étaient réunies pour une prolifération de portage privés, de taille et de qualité très hétérogènes (*i.e.* que nous avons analysés comme une diversité de « milieux associés » à cette politique). Ces projets individuels et privés se sont avérés être

peu ouverts aux enjeux de territoire et peu à même de soutenir le déploiement de trajectoires soutenables de transition.

Ce point appelle à questionner la diversité des milieux associés qui émergent dans le sillage des politiques des énergies renouvelables et leurs éventuels effets indésirables et incontrôlés. Dans le contexte actuel marqué par l'injonction à l'urgence et à l'obtention d'effets immédiats, cette thèse insiste sur la contribution des trajectoires de transition et d'innovation discontinues adossées à des dynamiques de reprises d'héritages.

Contribution des collectifs coopératifs à la transition énergétique

La dernière partie de la thèse étudie la contribution des collectifs solaires coopératifs au développement de la filière photovoltaïque et plus largement à la construction d'une transition énergétique soutenable. L'analyse a mis en évidence les trajectoires contrariées d'émergence de ces collectifs au sein d'un contexte règlementaire et juridique, comme d'une politique française du photovoltaïque peu propices à leur essor. Les efforts de ces collectifs s'inscrivent tout d'abord dans une logique de justice énergétique (*e.g.* redistribution des bénéfices liés à la valorisation du rayonnement solaire à l'échelle du territoire, organisation d'une ouverture démocratique autour de la gouvernance des projets énergétiques et du devenir du territoire). Dans le sillage de nombreux projets énergétiques expérimentaux pilotés par l'association Rhônalénergie-Environnement, les collectifs des centrales villageoises tentent d'explorer des potentiels de valorisation des énergies renouvelables à la lumière des spécificités de leurs territoires. Au fil de leur structuration, ils tendent à naviguer au sein du champ des possibles ouvert par la politique nationale du photovoltaïque, en particulier celui d'une rentabilité contrainte. Leur objectif n'est alors pas de maximiser leur retour sur investissement mais de tenter d'ouvrir les développements de projet à une diversité de dimensions (*e.g.* justice, paysage, architecture) peu prises en compte par la politique nationale du photovoltaïque. En cela, ces collectifs expérimentent au-delà des ambitions de la politique nationale (*e.g.* objectifs quantifiés) des conditions pour une trajectoire de transition soutenable.

Limites et perspectives de recherche

Quel devenir pour les collectifs solaires coopératifs ?

La première limite de ce travail de recherche réside dans le choix de bornes temporelles. Ainsi, la recherche porte notamment sur l'émergence contrariée de collectifs solaires coopératifs pendant une

période (2010-2015) durant laquelle le contexte politique, réglementaire et juridique semble peu favorable à leur développement. Pendant cette période, ces collectifs tentent de se développer à partir d'un tarif d'achat en baisse constante. Or dans le sillage de l'adoption et la mise en application de la loi TEPCV en 2015, ce contexte change. Des mesures ont été prises pour faciliter l'émergence de ces collectifs (*e.g.* réduction des contraintes sur l'organisation d'un financement participatif, réduction des contraintes pour la participation des collectivités territoriales). De plus, la filière photovoltaïque continue de se rapprocher de la parité réseau et les tarifs d'achat disparaissent progressivement. Ces derniers sont remplacés par des mécanismes transitoires avant que les producteurs d'électricité d'origine photovoltaïque puissent directement se rémunérer sur le marché. Enfin, les centrales villageoises en Rhône-Alpes ne font plus office de pionniers isolés. Les projets solaires collectifs et coopératifs se sont depuis multipliés. Ils bénéficient d'appuis plus nombreux au sein d'un milieu associé de la politique nationale du photovoltaïque peuplé par un réseau d'acteurs (*e.g.* Energie Partagée, Enercoop, ADEME, CLER, les réseaux régionaux de soutien aux projets énergétiques citoyens) convaincus par l'importance de leurs différentes formes de contribution à la construction d'une transition énergétique soutenable. Dans cette perspective, cette recherche doit être poursuivie pour interroger les formes de réorientation de trajectoires de transition actuelles à la lumière de problématiques de marché, de politiques publiques, d'innovations technologiques, de dynamiques territoriales constamment reconfigurées.

Contribuer à une histoire des alternatives énergétiques

La seconde limite rencontrée porte sur l'accès aux données dans le cadre de notre enquête sociohistorique. La question des héritages et de l'émergence des trajectoires historiques de transition est un objet complexe à saisir. Les témoins privilégiés des premiers projets énergétiques pionniers en Rhône-Alpes ne sont plus très nombreux. Les fonds publics d'archives portant sur les projets pionniers des années 1970 et 1980 sont très parcellaires. La plupart des documents encore existants (*e.g.* registres financiers, relevés de décisions des assemblées régionales) sont souvent trop isolés pour autoriser la reconstruction d'une vision précise des enjeux qui ont parcourus les événements étudiés. Les documents mobilisés dans le cadre de cette recherche sont à ce titre largement issus des archives personnelles des acteurs rencontrés et ne permettent pas de répondre à toutes les questions que ces projets soulèvent. Afin de contribuer aux travaux actuellement engagés sur l'histoire des alternatives énergétiques¹, il apparaît primordial de poursuivre le travail de recensement des sources existantes,

¹ Ces travaux sont notamment mis en discussion à l'occasion du colloque « Face à la puissance. Une histoire des énergies alternatives et renouvelables à l'âge industriel » organisé par François Jarrige et Alexis Vrignon à Dijon en Mars 2018.

d'explorer des fonds d'archives que nous n'avons ici exploré qu'en surface (e.g. archives des PNR, archives départementales) et de rassembler les archives personnelles des témoins de cette histoire.

Penser des trajectoires de transition discontinues

Au-delà de ces éléments de méthode, la thèse propose de manière plus générale un cadre pour interroger la construction de la transition énergétique et son devenir. Elle souligne que la transition énergétique ne peut pas être appréhendée comme un face à face entre l'Etat et les territoires. Les alternatives énergétiques émergent au fil d'aller-retour nombreux au milieu desquels des acteurs opèrent des médiations. La thèse propose plus spécifiquement un modèle relationnel pour caractériser ces allers-retours et les trajectoires d'innovation qui en émergent (voir Figure 36, ci-dessous).

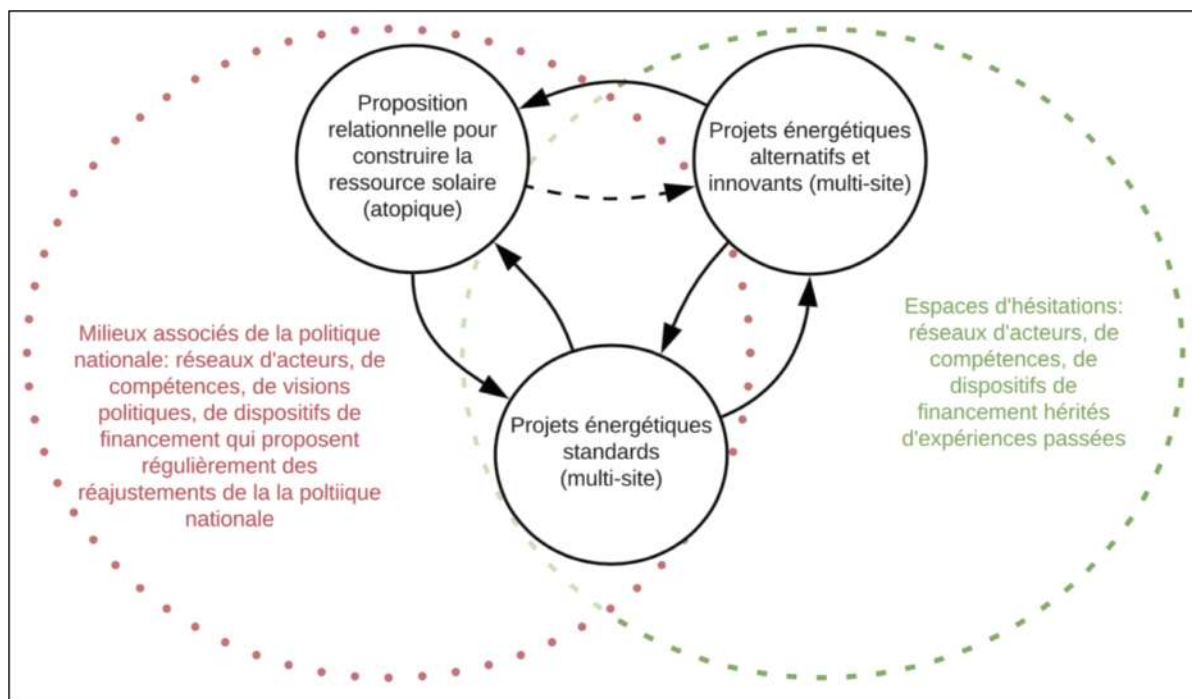


Figure 36: Modèle développé au cours de la thèse pour suivre l'émergence de projets alternatifs et leur devenir

A côté de visions de futurs énergétiques en termes de mix énergétique et d'options technologiques, ce modèle relationnel appelle à rouvrir des histoires locales de développements de projet et de constitution de réseaux alternatifs – en complément de l'histoire nationale et de celle des autorités locales, afin de reconstituer des trajectoires discontinues de transition prenant appui sur des ressources et des héritages hétérogènes, fluctuants et souvent insoupçonnés.

Bibliographie

- ADEME. « Bilan du programme 40 maisons photovoltaïques. Enquête technique et sociologique après 10 ans de fonctionnement ». Rapport final, 1995.
- — —. « Journée technique sur le photovoltaïque à Sophia Antipolis du 20 juin 1991. », 1991.
- Agence Internationale de l'énergie. « Energy access outlook 2017. From poverty to prosperity ». OCDE et AIE, 2017.
- Agyeman, Julian. « Communicating “Just Sustainability” ». *Environmental Communication* 1, n° 2 (2007): 119-22. <https://doi.org/10.1080/17524030701715318>.
- Agyeman, Julian, Robert D. Bullard, et Bob Evans. *Just sustainabilities, Development in an unequal world*. London: Earthscan Publications, 2003.
- Agyeman, Julian, et Bob Evans. « “Just Sustainability”: The Emerging Discourse of Environmental Justice in Britain? » *The Geographical Journal* 170, n° 2 (2004): 155-64. <https://doi.org/10.1111/j.0016-7398.2004.00117.x>.
- Ainsworth, Mary D. S. *Infancy in Uganda, Infant care and growth of love*. The Johns Hopkins Press, 1967.
- Aitken, Mhairi. « Wind power and community benefits: Challenges and opportunities ». *Energy Policy* 38, n° 10 (2010): 6066-75. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.062>.
- Akrich, Madeleine. « Comment décrire les objets techniques ? » *Techniques & culture*, n° 54-55 (2010): 205-19. <https://doi.org/10.4000/tc.4999>.
- — —. « La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques ». *Anthropologie et Sociétés* 13, n° 2 (1989): 31. <https://doi.org/10.7202/015076ar>.
- — —. « Les formes de la médiation technique ». *Réseaux* 60 (1993): 87-98.
- Akrich, Madeleine, Michel Callon, et Bruno Latour. « A quoi tient le succès des innovations? 1: L'art de l'intéressement; 2: Le choix des porte-parole ». In *Gérer et comprendre. Annales des mines*, 4-17, 1988.
- Akrich, Madeleine, Michel Callon, Bruno Latour, et Centre de sociologie de l'innovation (Paris). *Sociologie de la traduction: textes fondateurs*. Paris: Mines Paris, les Presses, 2006.
- Altman, Irwin, et Setha M. Low, éd. *Place Attachment*. Boston, MA: Springer US, 1992. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8753-4>.
- Appadurai, Arjun, éd. *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*. 11. print. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013.
- « Arrêté du 17 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de distribution d'une installation de consommation d'énergie électrique ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 93 (2003): 7008.
- Assemblée Nationale. « Commission d'enquête relative aux tarifs de l'électricité », 18 février 2015. <http://www.assemblee-nationale.fr/14/cr-ccelectricite/14-15/c1415033.asp>.
- Avocat, Hélène, Antoine Tabourdeau, Christophe Chauvin, et Marie-Hélène de Sède-Marceau. « Énergie et bois dans le territoire alpin : stratégies autour d'une ressource incertaine ». *Revue de géographie alpine*, n° 99-3 (2012). <https://doi.org/10.4000/rga.1587>.
- Baggioni, Vincent. « Tensions sur l'espace villageois contemporain. Les mécanismes de prévention des conflits liés à l'implantation des parcs solaires en région PACA ». Thèse de doctorat en sociologie, Aix-Marseille Université, 2017.
- Bailleul, David, éd. *L'énergie solaire: aspects juridiques*. Chambéry: Univ. de Savoie, 2010.
- Baker, Tom, et Pauline McGuirk. « Assemblage Thinking as Methodology: Commitments and Practices for Critical Policy Research ». *Territory, Politics, Governance*, 2016, 1-18. <https://doi.org/10.1080/21622671.2016.1231631>.

- Bakker, Karen, et Gavin Bridge. « Material Worlds? Resource Geographies and the “Matter of Nature” ». *Progress in Human Geography* 30, n° 1 (2006): 5-27. <https://doi.org/10.1191/0309132506ph588oa>.
- Bakker, Karen J. « Privatizing water, producing scarcity: The Yorkshire drought of 1995 ». *Economic Geography* 76, n° 1 (2000): 4–27.
- Banos, Vincent, et Geoffrey Dehez. « Le bois-énergie dans la tempête, entre innovation et captation ? Les nouvelles ressources de la forêt landaise ». *Natures Sciences Sociétés* 25, n° 2 (2017): 122-33. <https://doi.org/10.1051/nss/2017024>.
- Barbier, Rémi, et Corinne Larrue. « Démocratie environnementale et territoires : un bilan d'étape ». *Participations* 1, n° 1 (2011): 67. <https://doi.org/10.3917/parti.001.0067>.
- Barel, Yves. « La ville avant la planification urbaine ». In *Prendre la ville: esquisse d'une histoire de l'urbanisme d'Etat*, 13-66. Anthropos, 1977.
- Barry, Andrew. « Demonstrations: Sites and Sights of Direct Action ». *Economy and Society* 28, n° 1 (1999): 75-94. <https://doi.org/10.1080/03085149900000025>.
- . *Material politics: disputes along the pipeline*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell, 2013.
- Barthe, Yannick. « Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires ». *Tracés*, n° 16 (2009): 119-37. <https://doi.org/10.4000/traces.2563>.
- Barthélémy, Jean-Hugues. « Glossaire Simondon: les 50 grandes entrées dans l'oeuvre ». *Appareil*, n° 16 (2015). <http://appareil.revues.org/2253>.
- Beaubois, Francis. « Le soleil comme laboratoire des pratiques scientifiques ». Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2014. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01135850/>.
- Bennett, Jane. « The Force of Things: Steps toward an Ecology of Matter ». *Political Theory* 32, n° 3 (2004): 347-72. <https://doi.org/10.1177/0090591703260853>.
- . *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*. A John Hope Franklin Center Book. Durham: Duke Univ. Press, 2010.
- Bennett, Tony, et Patrick Joyce, éd. *Material Powers: Cultural Studies, History and the Material Turn*. Culture, Economy and the Social. London: Routledge, 2010.
- Berman, Daniel M. *Who owns the sun?: people, politics, and the struggle for a solar economy*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Pub. Co, 1996.
- Bertrand, François, et Laurence Rocher, éd. *Les territoires face aux changements climatiques: une première génération d'initiatives locales*. Ecopolis, Number 18. Brussels, Belgium: Peter Lang AG, 2013.
- Bickerstaff, Karen, Gordon P. Walker, et Harriet Bulkeley, éd. *Energy justice in a changing climate: social equity and low-carbon energy*. Just sustainabilities. London ; New York: Zed Books, 2013.
- Bijker, Wiebe E. *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. 1. MIT Press paperback ed. Inside Technology. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1997.
- Bijker, Wiebe E., Thomas Parke Hughes, et Trevor Pinch, éd. *The Social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1987.
- Blanc, Philippe, Bella Espinar, et Lucien Wald. « La ressource solaire: importance et moyens de caractérisation ». In *L'énergie à découvert*, 163-64. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Blomley, Nicholas. « Property, Liberty and the Category ». *Geoforum* 41, n° 3 (2010): 353-55. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2010.01.006>.
- Boasson, Elin Lerum, et Jorgen Wettestad. *EU Climate Policy: Industry, Policy Interaction, and External Environment*. Burlington, VT: Ashgate, 2013.
- Boiteux, Marcel. *Haute tension*. Paris: Editions O. Jacob, 1993.

- Bombenger, Pierre-Henri, et Corinne Larrue. « Dossier « Territoires en transition environnementale » – Introduction. Quand les territoires font face aux nouveaux enjeux de l’environnement ». *Natures Sciences Sociétés* 22, n° 3 (2014): 189-94. <https://doi.org/10.1051/nss/2014038>.
- Boudon, Raymond. *La logique du social: introduction à l’analyse sociologique*. Paris: Hachette, 2009.
- Boudon, Raymond, et François Bourricaud. *Dictionnaire critique de la sociologie*. Paris: Presses Univ. de France, 2006.
- Bourg, Dominique, et Nicolas Buclet. « L’économie de fonctionnalité. Changer la consommation dans le sens du développement durable ». *Futuribles*, n° 313 (2005): 27-38. <https://doi.org/10.1051/futur:200531327>.
- Bourg, Dominique, et Kerry H. Whiteside. *Vers une démocratie écologique: le citoyen, le savant et le politique*. La république des idées. Paris: Seuil, 2010.
- Bourgeois, Bernard. « La récupération de la chaleur dans les centrales thermo-électriques - apports et limites de la notion de coût social en économie de l’énergie ». Bibliographie indicative, Grenoble, 1978.
- Boutaud, Benoît. « Un modèle énergétique en transition? Centralisme et décentralisation dans la régulation du système énergétique ». Université Paris-Est, 2016.
- Bowlby, John. *Attachment and loss Volume 1. Attachment*. 2nd ed. New York: Basic Books, 1999.
- . *Attachment and Loss Volume 2. Separation: Anxiety and Anger*. Reprint. Attachment and Loss, John Bowlby ; 2. New York: Basic Books, 2000.
- . « The nature of the child’s tie to his mother ». *International Journal of Psycho-Analysis* 39 (1958): 350–373.
- Breitbach, Carrie. « The Geographies of a More Just Food System: Building Landscapes for Social Reproduction ». *Landscape Research* 32, n° 5 (2007): 533-57. <https://doi.org/10.1080/01426390701552696>.
- Bretherton, Inge. « Attachment Theory: Retrospect and Prospect ». *Monographs of the Society for Research in Child Development* 50, n° 1/2 (1985): 3. <https://doi.org/10.2307/3333824>.
- . « Young children in stressful situations: the supporting role of attachment figures and unfamiliar caregivers ». In *Uprooting and development*, 179-210. Current Topics in Mental Health. Springer, 1980.
- Bridge, Gavin. « Geographies of Peak Oil: The Other Carbon Problem ». *Geoforum* 41, n° 4 (2010): 523-30. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2010.06.002>.
- . « Material Worlds: Natural Resources, Resource Geography and the Material Economy ». *Geography Compass* 3, n° 3 (2009): 1217-44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2009.00233.x>.
- . « Resource Geographies 1: Making Carbon Economies, Old and New ». *Progress in Human Geography* 35, n° 6 (2010): 820-34. <https://doi.org/10.1177/0309132510385524>.
- Bridge, Gavin, Stefan Bouzarovski, Michael Bradshaw, et Nick Eyre. « Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy ». *Energy Policy* 53 (2013): 331-40. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.066>.
- Brochon, Cyril, Eric Cloutet, et Guillaume Fleury. « Photovoltaïque: la filière organique ». In *L’énergie à découvert*, 170-71. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Buclet, Nicolas. *Le territoire entre liberté et durabilité*. 1re édition. Développement durable et innovation institutionnelle. Paris : [Boulogne-Billancourt]: Presses Universitaires de France ; Fondation Nicolas Hulot pour la nature et l’homme ; [Lausanne] : UNIL, Université de Lausanne, 2011.
- Bulkeley, Harriet. « Reconfiguring Environmental Governance: Towards a Politics of Scales and Networks ». *Political Geography* 24, n° 8 (2005): 875-902. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2005.07.002>.

- Bulkeley, Harriet, et Michele M Betsill. *Cities and Climate Change: Urban Sustainability and Global Environmental Governance*. Abingdon, UK: Taylor & Francis, 2003.
<https://doi.org/10.4324/9780203219256>.
- Bulkeley, Harriet, et Vanesa Castán Broto. *An urban politics of climate change: experimentation and the governing of socio-technical transitions*. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2015.
- Bulkeley, Harriet, et Peter Newell. *Governing climate change*. Routledge global institutions 41. London ; New York: Routledge, 2010.
- Burger, Céline. « L'éolien est-il soluble dans le territoire? Territorialisation d'une politique d'aménagement durable ». Thèse de doctorat en Aménagement du territoire, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2014.
- Callon, Michel. « Economic markets and the rise of interactive agencements: from prosthetic agencies to habilitated agencies ». In *Living in a Material World*, 29-56. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2008.
- . « Eléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc ». *L'année sociologique* 36 (1986).
- . « Ni intellectuel engagé, ni intellectuel dégage: la double stratégie de l'attachement et du détachement ». *Sociologie du travail* 41, n° 1 (1999): 65–78.
- Callon, Michel, et John Law. « L'irruption des non-humains dans les sciences humaines: quelques leçons tirées de la sociologie des sciences et des techniques ». In *Les limites de la rationalité. Tome 2*. Paris (9bis, rue Abel Hovelacque 75013): La Découverte, 1997.
- Callon, Michel, Cécile Méadel, et Vololona Rabeharisoa. « L'économie des qualités ». In *Sociologie des agencements marchands*, 143-70. Sciences sociales. Paris: Presses des Mines, 2013.
- Canova, Nicolas, et Yves Raibaud. « Introduction. Les figures d'attachement dans la géomusique ». *L'Information géographique* 81, n° 1 (2017): 8. <https://doi.org/10.3917/lig.811.0008>.
- Cassidy, Jude, éd. *Handbook of Attachment: Theory, Research, and Clinical Applications*. 2. ed. New York, NY: Guilford Press, 2008.
- Castree, Noel. « Commodifying What Nature? » *Progress in Human Geography* 27, n° 3 (2003): 273-97.
<https://doi.org/10.1191/0309132503ph428oa>.
- Chabot, Bernard. « Notes pour le groupe DIGEC (électricité par ER) ». ADEME, 1996.
- Chanard, Camille. « Territoire et énergie: politiques locales, échelles d'intervention et instruments de mobilisation, de connaissance et d'action ». Université de Franche-Comté, 2011.
- Chardeaux, Marie-Alice. *Les choses communes*. Bibliothèque de droit privé 464. Paris: L.G.D.J, 2006.
- Citton, Yves, et Dominique Quessada. « Du commun au comme-un ». *Multitudes* 45, n° 2 (2011): 12.
<https://doi.org/10.3917/mult.045.0012>.
- Club de Rome. *The Limits to growth, a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Édité par Donella H. Meadows. New York: Universe Books, 1972.
- CMED, et Gru Brundtland. « Our common future (Brundtland report) ». Rapport de la Commission Environnement et Développement, 1987.
- Cointe, Béatrice. « From a Promise to a Problem: The Political Economy of Solar Photovoltaics in France ». *Energy Research & Social Science* 8 (2015): 151-61. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.009>.
- . « Le tarif d'achat photovoltaïque comme outil d'innovation territoriale: l'exemple des Fermes de Figeac ». *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement* 16, n° 1 (2016).
<https://vertigo.revues.org/17040?lang=pt>.
- . « The emergence of photovoltaics in France in the light of feed-in tariffs: exploring the markets and politics of a modular technology ». EHESS, 2014. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01096977/>.

- Cointe, Béatrice, et Alain Nadaï. « The politics of some policy instruments ». In *Energy transition: a Socio-technical Inquiry*, Labussière Olivier et Nadaï Alain. London: Palgrave, 2018.
- Colletis, Gabriel, et Bernard Pecqueur. « Intégration des espaces et quasi-intégration des firmes: vers de nouvelles rencontres productives ». *Revue d'économie régionale et urbaine*, n° 3 (1993).
- Collomb, Cléo. « Ontologie relationnelle et pensée du commun ». *Multitudes* 45, n° 2 (2011): 59. <https://doi.org/10.3917/mult.045.0059>.
- Colombier, Michel. « L'énergie au 21e siècle: les nouveaux défis ». In *L'énergie à découvert*, 297-99. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Commissariat général au développement durable. « Chiffres clés des énergies renouvelables ». Paris: MEDDE, 2015. http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Reperes/2015/reperes-chiffres-cles-energie-renouv-2015.pdf.
- Commission Européenne. « Electricity from renewable energy sources and the internal electricity market », 1999. <http://aei.pitt.edu/4923/1/4923.pdf>.
- — —. « Energie pour l'avenir: les sources d'énergie renouvelables. Livre blanc établissant une stratégie et un plan d'action communautaires ». Bruxelles, 1997.
- Commons, J.R. *The distribution of wealth*. London: Macmillan and Co., 1893.
- Congrès national des sociétés savantes, Alexandre Herléa, et Comité des travaux historiques et scientifiques (France), éd. *L'Énergie solaire en France*. Paris: Editions du CTHS, 1995.
- Coriat, Benjamin. *Le retour des communs: la crise de l'idéologie propriétaire*. Paris: Liens qui libèrent, 2015.
- Coutard, Olivier, et Jonathan Rutherford. « Energy Transition and City-region Planning: Understanding the Spatial Politics of Systemic Change ». *Technology Analysis & Strategic Management* 22, n° 6 (2010): 711-27. <https://doi.org/10.1080/09537325.2010.496284>.
- Criqui, Patrick. « Peak Oil: Myth or Impending Doom? » In *Global Resources*, 187–205. Springer, 2013.
- Cronon, William. *Nature's metropolis: Chicago and the Great West*. 3. print. New York: Norton, 1992.
- Crosby, Alfred W. *Children of the Sun: A History of Humanity's Unappeasable Appetite for Energy*. New York: W.W. Norton, 2006.
- Cupples, Julie. « Shifting Networks of Power in Nicaragua: Relational Materialisms in the Consumption of Privatized Electricity ». *Annals of the Association of American Geographers* 101, n° 4 (2011): 939-48. <https://doi.org/10.1080/00045608.2011.569654>.
- Dardot, Pierre, et Christian Laval. *Commun: essai sur la révolution au XXIe siècle*. Paris: La Découverte, 2015.
- De Landa, Manuel. « Agencements versus totalités ». *Multitudes* 39, n° 4 (2009): 137. <https://doi.org/10.3917/mult.039.0137>.
- — —. *Intensive Science and Virtual Philosophy*. Reprint. Transversals. London: Continuum, 2011.
- Debaise, Didier. « Le langage de l'individuation ». *Multitudes* 18, n° 4 (2004): 101. <https://doi.org/10.3917/mult.018.0101>.
- — —. « Qu'est-ce qu'une pensée relationnelle ? » *Multitudes* 18, n° 4 (2004): 15. <https://doi.org/10.3917/mult.018.0015>.
- — —. *Un empirisme spéculatif: lecture de « Procès et réalité » de Whitehead*. Paris: J. Vrin, 2006.
- Debeir, Jean-Claude, Jean-Paul Deléage, et Daniel Hémerly. *Une histoire de l'énergie: les servitudes de la puissance*, 2013.
- Debizet, Gilles. *Scénarios de transition énergétique en ville: acteurs, régulations, technologies.*, 2016.
- Debourdeau, Ariane. « De la « solution » au « problème »: La problématisation de l'obligation d'achat de l'énergie solaire photovoltaïque en France et en Allemagne ». *Politix* 95, n° 3 (2011): 103. <https://doi.org/10.3917/pox.095.0103>.

- — —. « Domestiquer le solaire: l'exemple de la mise en marché du photovoltaïque ». *Consommer et protéger l'environnement: Opposition ou convergence?*, 2011, 47.
- « Décret n° 2010-1510 du 9 décembre 2010 suspendant l'obligation d'achat de l'électricité produite par certaines installations utilisant l'énergie radiative du soleil ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0286 (2010): 21598.
- « Décret n° 2016-158 du 18 février 2016 relatif à la compensation des charges de service public de l'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0042 (2016).
- « Décret n° 2016-691 du 28 mai 2016 définissant les listes et les caractéristiques des installations mentionnées aux articles L. 314-1, L. 314-2, L. 314-18, L. 314-19 et L.314-21 du code de l'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0124 (2016).
- « Décret n° 2016-1726 du 14 décembre 2016 relatif à la mise en service, aux contrôles et aux sanctions applicables à certaines installations de production d'électricité ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0292 (2016).
- « Décret n°74-1003 du 29 novembre 1974 créant une agence pour les économies d'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, 1974, 12014.
- « Décret n°2003-229 du 13 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement aux réseaux publics de distribution ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 64 (2003): 4589.
- Deleuze, Gilles. « Gilbert Simondon, l'individu et sa genèse physico-biologique ». In *L'île déserte, textes et entretiens 1953-1974*, 120-24. Paradoxe. Paris, France: Editions de Minuit, 2002.
- Deleuze, Gilles, et Félix Guattari. *Mille plateaux*. Collection « Critique », t. 2. Paris: Éditions de minuit, 1980.
- Deleuze, Gilles, et Claire Parnet. *Dialogues*. Collection Champs 343. Paris: Flammarion, 2002.
- Despret, Vinciane, et Isabelle Stengers. *Les faiseuses d'histoires: que font les femmes à la pensée? Les empêcheurs de penser en rond*. Paris: La Découverte, 2011.
- Devisse, Jean-Stéphane, Olivier Gilbert, et Fabien Reix. « Quelle intégration territoriale des énergies renouvelables participatives? » ADEME, 2016.
<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/quelle-integration-territoriale-enr-participatives-2016-rapport.pdf>.
- Didier, Eric. « Les différents accords conclus pour l'utilisation de l'énergie solaire ». *Revue Juridique de l'Environnement* 4, n° 4 (1979): 339–348.
- Direction Générale de l'Energie de la Commission des Communautés Européennes. « Installation de générateurs photovoltaïques et de systèmes solaires thermiques dans 23 refuges des Alpes et des Pyrénées françaises. Contrat SE/501/85-FR », 1987.
- — —. « L'électrification photovoltaïque de 40 habitations isolées en France. Projet de démonstration SE/466/83-FR », 1988.
- — —. « Thermie European Solar Photovoltaic Technology Projects 1993 », 1992.
- Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières. « Critères d'éligibilité des équipements de production d'électricité photovoltaïque pour le bénéfice de la prime d'intégration au bâti », 2007.
http://www.photovoltaïque.info/IMG/pdf/guide-integration_dgemp_avril2007.pdf.
- Doel, Marcus A. *Poststructuralist geographies: the diabolical art of spatial science*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1999.
- Dubesset, Pierre. « Une retombée agricole du nucléaire rhodanien: les serres chauffées ». *Revue de géographie de Lyon* 62, n° 2 (1987): 193–217.
- Durand, Lucas, et Pierre-Antoine Landel. « L'émergence de l'opérateur territorial de l'énergie ». *Géocarrefour* 90, n° 90/4 (2015): 361-69. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.9980>.

- Duruisseau, Kévin. « Transition énergétique et géographie: le photovoltaïque au sol dans le sud de la France ». Aix-Marseille Université, 2016. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01491760/document>.
- Edenhofer, Ottmar, Intergovernmental Panel on Climate Change, et Working Group III. *Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique*. Genève: GIEC, 2011.
- Ellul, Jacques. *Le système technicien*. Paris: Le Cherche Midi, 2012.
- Emelianoff, Cyria. « Gouvernance de l'environnement ». In *Le développement durable à découvert*, 200-201. Paris: CNRS Editions, 2013.
- . « La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe ». *L'Information géographique* 71, n° 3 (2007): 48. <https://doi.org/10.3917/lig.713.0048>.
- . « Les villes, actrices d'une politique mondiale? » *Pouvoirs locaux*, n° 77 (2008): 103-6.
- Emelianoff, Cyria, et Ruth Stegassy. *Les pionniers de la ville durable: récits d'acteurs, portraits de villes en Europe*. Villes en mouvement. Paris: Éditions Autrement, 2010.
- Emelianoff, Cyria, et Carole Wernert. « L'historicité de la transition énergétique bas carbone : l'exemple de la ville de Metz (Lorraine) », 2014.
- Enerbuild. « Synthesis on producing energy on buildings in the Alpine Space », 2012. http://www.enerbuild.eu/publications/2012-03_ENERBUILD_result_7-1-4.pdf.
- Energscapes. « Methodology, future perspectives and guidelines for integration of renewable energies in mediterranean landscapes », 2012. http://www.energscapes.eu/images/downloads/Energscapes_FinalPublication_HD.zip.
- Essletzbichler, Jürgen. « Renewable Energy Technology and Path Creation: A Multi-Scalar Approach to Energy Transition in the UK ». *European Planning Studies* 20, n° 5 (2012): 791-816. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.667926>.
- Evrard, Aurélien. *Contre vents et marées politiques des énergies renouvelables en Europe*. Paris: Presses de Sciences Po, 2013.
- . « L'intégration des énergies renouvelables aux politiques publiques de l'électricité en Europe: une comparaison Allemagne, Danemark, France ». Thèse de doctorat en science politique, Institut d'Études Politiques de Paris, 2010.
- Fagot-Largeault, Anne. « Philosophie des sciences biologiques et médicales - Ontologie du devenir ». *L'annuaire du Collège de France. Cours et travaux*, n° 107 (2007): 419-42.
- Fatet, Jérôme. « Le soleil, source de controverse scientifique au milieu du 19e siècle? » In *Dans le champ solaire. Cartographie d'un objet scientifique*, 123-40. Hermann, 2015.
- Faure, Alain, éd. *Action publique et changements d'échelles, les nouvelles focales du politique*. Logiques politiques. Paris: Harmattan, 2007.
- Faure, Alain, et Emmanuel Négrier, éd. *Les politiques publiques à l'épreuve de l'action locale: critiques de la territorialisation*. Questions contemporaines. Paris: Harmattan, 2007.
- Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France. « Choix énergétiques dans les Parcs - Référence à la charte et pratiques », 2004.
- . « Le défi de la professionnalisation de l'approvisionnement local », 2003.
- . « Les Parcs, terres d'innovations. Quel avenir? Quelle éthique? Quelle utopie? », 2009. http://www.parcs-naturels-regionaux.fr/sites/federationpnr/files/document/centre_de_ressources/archive_avant_2016/O/A/ActesCongres2009.pdf.
- Fontaine, Antoine. « Le développement des communautés renouvelables. Etude à partir du cas des Centrales Villageoises en Rhône-Alpes ». Mémoire de Master 2. Grenoble, 2013.

- — —. « Les centrales villageoises solaires (Rhône-Alpes) ». Rapport pour le programme ANR Colléner. Grenoble, 2015.
- Fontaine, Antoine, et Olivier Labussière. « Politics of the sun: the art of growing without destroying solar energy entities ». *Local Environment*, à paraître.
- Forman, Alister. « Energy Justice at the End of the Wire: Enacting Community Energy and Equity in Wales ». *Energy Policy* 107 (2017): 649-57. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.006>.
- Fortin, Marie-José, Anne-Sophie Devanne, et Sophie Le Floch. « Le paysage politique pour territorialiser l'action publique et les projets de développement: le cas de l'éolien au Québec ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* 1, n° 2 (2010). <http://developpementdurable.revues.org/8540>.
- Foucault, Michel. *Surveiller et punir: naissance de la prison*. Collection TEL. Paris: Gallimard, 2008.
- Frolova Ignateva, Marina, éd. *Renewable Energies and European Landscapes: Lessons from Southern European Cases*. Dordrecht: Springer, 2015.
- Gabillet, Pauline. « Les entreprises locales de distribution à Grenoble et Metz, des outils de gouvernement énergétique urbain partiellement appropriés ». Université Paris Est, 2015.
- Gailing, Ludger, et Timothy Moss, éd. *Conceptualizing Germany's energy transition: institutions, materiality, power, space*. Palgrave pivot. London: Palgrave Macmillan, 2016.
- Gariépy, Michel, et Michel Marié, éd. *Ces réseaux qui nous gouvernent?* Collection Villes et entreprises. Paris ; Montréal: L'Harmattan, 1997.
- Geels, Frank W. « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study ». *Research policy* 31, n° 8 (2002): 1257–1274.
- Geels, Frank W., et Johan Schot. « Typology of Sociotechnical Transition Pathways ». *Research Policy* 36, n° 3 (2007): 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>.
- Gillett, WB, RJ Hacker, et W Kaut. « Photovoltaic demonstration projects », 1990.
- Giuliani, Maria Vittoria. « Theory of attachment and place attachment ». In *Psychological theories for environmental issues*, Bonnes, Lee et Bonaiuto., 137-70. Aldershot: Ashgate, 2003.
- Gomart, Emilie. « Surprise par la méthadone: expérimentations de substitution ». ENSM, 1999.
- Gomart, Emilie, et Antoine Hennion. « A sociology of attachment: music amateurs, drug users ». *The Sociological Review* 47, n° S1 (1999): 220–247.
- Gras, Alain. *Le choix du feu: aux origines de la crise climatique*. Paris: Fayard, 2007.
- Groupe de Bellevue. *Projet Alter: Esquisse d'un régime à long terme tout solaire*. Paris: Syros, 1978.
- Guillemoles, Jean-François. « Photovoltaïque à très haut rendement de conversion ». In *L'énergie à découvert*, 172-73. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Gumuchian, Hervé, éd. *Les acteurs, ces oubliés du territoire*. Collection Géographie. Paris: Anthropos : Diffusion, Economica, 2003.
- Gumuchian, Hervé, et Bernard Pecqueur, éd. *La ressource territoriale*. Collection Géographie. Paris: Economica : Anthropos, 2007.
- Habermas, Jürgen. *La technique et la science comme « idéologie »*. Traduit par Jean-René Ladmiraal. Paris: Gallimard, 1990.
- Halpern, Charlotte, Pierre Lascoumes, et Patrick Le Galès, éd. *L'instrumentation de l'action publique: controverses, résistances, effets*. Domaine Gouvernances. Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 2014.
- Hansen, Teis, et Lars Coenen. « The Geography of Sustainability Transitions: Review, Synthesis and Reflections on an Emergent Research Field ». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17 (2015): 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001>.

- Hardin, Garrett. « The Tragedy of the Commons ». *Science* 162, n° 3859 (1968): 1243-48.
- Hardt, Michael, et Antonio Negri. *Commonwealth*. First Harvard University Press paperback edition. Cambridge, Mass London: Belknap Press of Harvard University Press, 2011.
- . *Multitude: Guerre et démocratie à l'âge de l'empire*. Paris: Découverte, 2004.
- Harlow, Harry F. « The nature of love ». *American psychologist* 13, n° 12 (1958): 673.
- Harrison, Paul. « Poststructuralist theories ». In *Approaches to human geography*. London ; Thousand Oaks, Calif: SAGE, 2006.
- Harvey, David. *Justice, nature, and the geography of difference*. Cambridge, Mass: Blackwell Publishers, 1996.
- Hecht, Gabrielle. *Being nuclear: Africans and the global uranium trade*. Cambridge, Mass: MIT Press, 2012.
- Heffron, Raphael J., et Darren McCauley. « What Is the 'Just Transition'? » *Geoforum* 88 (2018): 74-77. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.11.016>.
- Hennion, Antoine. « Vous avez dit attachements?... » In *Débordements*, Presses des Mines., 179-90. Paris, France, 2010.
- Hertzog, Robert. « Les incitations financières au développement de l'énergie solaire ». *Revue juridique de l'environnement* 4, n° 4 (1979): 277-291.
- Hohfeld, W.N. « Some fundamental legal conceptions as applied in judicial reasoning ». *Yale Law Journal* 23 (1913): 16-59.
- Höök, Mikael, et Xu Tang. « Depletion of Fossil Fuels and Anthropogenic Climate Change—A Review » *Energy Policy* 52 (2013): 797-809. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.046>.
- Institut Economique et Juridique de l'Energie (ouvrage collectif). *Alternatives au nucléaire*. IEJE. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 1975.
- Jacobs, David. *Renewable Energy Policy Convergence in the EU: The Evolution of Feed-in Tariffs in Germany, Spain and France*. Farnham, Surrey, England; Burlington, VT: Ashgate, 2011.
- Jaglin, Sylvie, et Eric Verdeil. « Énergie et villes des pays émergents: des transitions en question. Introduction ». *Flux*, n° 3 (2013): 7-18.
- Joly, Jean-Pierre, et Abdelilah Slaoui. « Silicium cristallin: de la cellule au module ». In *L'énergie à découvert*, 165-66. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Klein, Etienne. « L'énergie, une grandeur "qui se conserve" ». In *L'énergie à découvert*, 39. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Labussière, Olivier. « Energies renouvelables et territoire: nouveaux accès, nouveaux potentiels ». *L'énergie à découvert*, 2013, 286-287.
- . « Le défi esthétique en aménagement: vers une prospective du milieu ». Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2007.
- Labussière, Olivier, et Alain Nadaï. « Expérimentations cartographiques et devenirs paysagers : la planification éolienne de la Narbonnaise (Aude) ». *Espaces et sociétés* 146, n° 3 (2011): 71. <https://doi.org/10.3917/esp.146.0071>.
- . « How to inquire about energy transition processes? » In *Energy transition: a Socio-technical Inquiry*, Labussière Olivier et Nadaï Alain. London: Palgrave, 2018.
- . *L'énergie des sciences sociales*. [Paris]: Alliance Athena, 2015.
- Lacoste, Yves. *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre*. Éd. augm. La découverte poche Essais 399. Paris: Éd. La Découverte, 2014.
- Laganier, Richard, Bruno Villalba, et Bertrand Zuideau. « Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire ». *Développement durable et territoires*, n° Dossier 1 (2002). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.774>.

- Landelle, Philippe. « Le développement des sources d'énergie renouvelables et l'aménagement durable du territoire ». Limoges, 2008.
- Larrue, Corinne. *Analyser les politiques publiques d'environnement*. Collection Logiques politiques. Paris: Harmattan, 2000.
- . « Politiques territoriales et développement durable ». In *Le développement durable à découvert*. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Lascombes, Pierre, et Patrick Le Galès, éd. *Gouverner par les instruments*. Gouvernances. Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 2005.
- Latour, Bruno. *Changer de société, refaire de la sociologie*. Paris: La Découverte, 2007.
- . « Factures/fractures. De la notion de réseau à celle d'attachement ». *Ce qui nous relie*, 2000, 189–208.
- . « Lettre à mon ami Pierre sur l'anthropologie symétrique ». *Ethnologie française* 26, n° 1 (1996): 32-37.
- . *Politiques de la nature: comment faire entrer les sciences en démocratie*. La Découverte poche Sciences humaines et sociales 166. Paris: La Découverte, 2008.
- . « The Promises of Constructivism ». *Chasing technoscience: Matrix for materiality* Indiana University Press, Bloomington, IN, 2003, 27–26.
- Latour, Bruno, et Pierre Lemonnier, éd. *De la préhistoire aux missiles balistiques: l'intelligence sociale des techniques*. Collection « Recherches ». Paris: La Découverte, 1994.
- Lawhon, M., et J. T. Murphy. « Socio-Technical Regimes and Sustainability Transitions: Insights from Political Ecology ». *Progress in Human Geography* 36, n° 3 (2012): 354-78.
<https://doi.org/10.1177/0309132511427960>.
- Le Baut-Ferrarese, Bernadette. *Traité de droit des énergies renouvelables*. Paris: Éd. "Le Moniteur, 2012.
- Le Monde. « Desertec, un projet réaliste, mais qui a un coût élevé ». *Le Monde*, 13 juillet 2009.
http://www.lemonde.fr/planete/article/2009/07/13/desertec-un-projet-realiste-mais-qui-a-un-cout-eleve_1218128_3244.html.
- . « Et si l'Europe se chauffait avec le soleil du Sahara ». *Le Monde*, 13 juillet 2009.
- . « L'Etat accorde un sursis au plus grand projet de biomasse en France, à Gardanne ». *Le Monde*, 9 juin 2017. http://www.lemonde.fr/pollution/article/2017/06/08/la-justice-annule-l-autorisation-d-exploitation-de-la-plus-grande-centrale-biomasse-de-france_5140715_1652666.html.
- Lemonnier, Pierre. « Et pourtant ça vole! L'ethnologie des techniques et les objets industriels ». *Ethnologie française*, 1996, 17–31.
- Leray, Théo, et Bertrand de La Roncière. *30 ans de maîtrise de l'énergie*. Arcueil: ATEE, 2002.
- Leroi-Gourhan, André. *Le geste et la parole. Tome 1: technique et langage*, 1964.
- . *L'homme et la matière: évolution et techniques*. Numérisation et impr. Sciences d'aujourd'hui 1. Paris: Éd. Albin Michel, 2013.
- . *Milieu et techniques*. Sciences d'aujourd'hui 2. Paris: Ed. Albin Michel, 2012.
- Lévy, Jacques, et Michel Lussault. *Dictionnaire de la géographie*. Paris: Belin, 2013.
- Lincot, Daniel. « La conversion photovoltaïque de l'énergie solaire ». *Découverte*, n° 344-345 (2007): 47-65.
- . « Qu'est-ce que le solaire photovoltaïque? » Présentation en conférence présenté à Journée SHS et photovoltaïque, CEA Saclay, 2017.
- « Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux ». *Journal Officiel de la République Française*, 1975, 7279.

- « Loi n° 93-122 du 29 janvier 1993 relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 25 (1993): 1588.
- « Loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 35 (2000): 2143.
- « Loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003 relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, 2003, 265.
- « Loi n° 2003-590 du 2 juillet 2003 urbanisme et habitat ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 152 (2003): 11176.
- « Loi n° 2010-1488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité (1) ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0284 (2010): 21467.
- « Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (1) ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0189 (2015): 14263.
- « Loi n°74-908 du 29 octobre 1974 relative aux économies d'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, 1974, 11083.
- Lovins, Amory B. *Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace*. Harmondsworth; New York [etc.]: Penguin, 1977.
- Marres, Noortje. *Material participation: technology, the environment and everyday publics*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire ; New York: Palgrave Macmillan, 2012.
- Martin, Gilles J. « Le droit au soleil et les troubles de voisinage ». *Revue Juridique de l'Environnement* 4, n° 4 (1979): 292–305.
- Massey, Doreen. « A global sense of place ». *Marxism today*, 1991, 24-29.
- Masson-Delmotte, Valérie, Hervé Le Treut, et Didier Paillard. « Energie, effet de serre et changement climatique ». In *L'énergie à découvert*, 22-25. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Mathy, Sandrine, Patrick Criqui, et Jean-Charles Hourcade. « Pathways to Deep Decarbonization in France ». IDDRI (Institute for Sustainable Development and International Relations); Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 2015.
- May, Nadine. « Eco-balance of a solar electricity transmission from North Africa to Europe ». Mémoire de fin d'études. Braunschweig: Technical University of Braunschweig, 2005.
- Mercier, Guy. « Prémises d'une théorie de la propriété ». *Cahiers de géographie du Québec* 30, n° 81 (1986): 319–341.
- Middlemiss, Lucie, et Bradley D. Parrish. « Building capacity for low-carbon communities: The role of grassroots initiatives ». *Energy Policy* 38, n° 12 (2010): 7559-66.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.003>.
- Miller, Richard, Steve Sorrell, et Jamie Speirs. « UKERC review of evidence for global oil depletion ». Technical report 4: Decline rates and depletion rates. London, UK: UK Energy Research Centre, 2009.
- Ministère de la transition écologique et solidaire. « Arrêté du 30 novembre 2017 relatif à la prise en charge des coûts de raccordements aux réseaux publics d'électricité, en application de l'article L. 341-2 du code de l'énergie ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0282 (2017).
- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat. « Arrêté du 12 janvier 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0011 (2010): 727.

- — —. « Arrêté du 31 août 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0202 (2010): 15919.
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire.
« Arrêté du 17 juillet 2008 fixant les taux de réfaction mentionnés dans l'arrêté du 28 août 2007 fixant les principes de calcul de la contribution mentionnée aux articles 4 et 18 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0270 (2008): 17716.
- — —. « Conditions de l'appel d'offres portant sur des installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire photovoltaïque », 2009.
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement. « Arrêté du 4 mars 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0054 (2011): 4218.
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, et Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique. « Arrêté du 26 juin 2015 modifiant l'arrêté du 4 mars 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0149 (2015): 11013.
- Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie. « Arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000. » *Journal Officiel de la République Française*, n° 171 (2006): 11133.
- — —. « Arrêté du 13 mars 2002 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations d'une puissance inférieure ou égale à 36 kVA pouvant bénéficier de l'obligation d'achat ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 62 (2002): 4620.
- Ministère de l'Économie et des Finances, et Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. « Arrêté du 7 janvier 2013 modifiant l'arrêté du 4 mars 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0026 (2013): 1920.
- — —. « Arrêté du 7 janvier 2013 portant majoration des tarifs de l'électricité produite par certaines installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0026 (2013): 1923.
- Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer et des collectivités territoriales. « Arrêté du 15 janvier 2010 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2010 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil telles que visées au 3° de l'article 2 du décret n° 2000-1196 du 6 décembre 2000 ». *Journal Officiel de la République Française*, n° 0024 (2010).
- Misa, Thomas J. « Retrieving Sociotechnical Change from Technological Determinism ». In *Does Technology Drive History?: The Dilemma of Technological Determinism*, 115-42. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994.
- Mitchell, Don. « Cultural Landscapes: Just Landscapes or Landscapes of Justice? » *Progress in Human Geography* 27, n° 6 (2003): 787-96. <https://doi.org/10.1191/0309132503ph464pr>.
- Mitchell, Timothy, et Christophe Jaquet. *Carbon democracy: le pouvoir politique à l'ère du pétrole*. Paris: La Découverte, 2013.

- Montebello, Pierre. « Simondon et la question du mouvement ». *Revue philosophique de la France et de l'étranger* 131, n° 3 (2006): 279. <https://doi.org/10.3917/rphi.063.0279>.
- Mor, Elsa. « La transition énergétique urbaine: vers une reconfiguration multi-niveaux des systèmes de gouvernance et des systèmes énergétiques?: Deux études de cas contrastées: Bristol (Royaume-Uni) et Munich (Allemagne) ». Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement du territoire, Le Mans, 2015.
- Moss, Timothy, Sören Becker, et Matthias Naumann. « Whose Energy Transition Is It, Anyway? Organisation and Ownership of the *Energiewende* in Villages, Cities and Regions ». *Local Environment*, 2014, 1-17. <https://doi.org/10.1080/13549839.2014.915799>.
- Mukerji, Chandra. « The Material Turn ». In *Emerging Trends in the Social and Behavioral Sciences: An Interdisciplinary, Searchable, and Linkable Resource*, 2015.
- Mumford, Lewis. « Authoritarian or democratic technics ». *Technology and Culture* 5, n° 1 (1964): 1-8. ———. *Technique et civilisation*. Paris: Editions du Seuil, 1964.
- Muniesa, Fabian. « A flank movement in the understanding of valuation ». *The Sociological Review* 59, n° s2 (2011): 24–38.
- Murdoch, Jonathan. *Post-structuralist geography: a guide to relational space*. London ; Thousand Oaks, Calif: SAGE, 2006.
- Nadaï, Alain. « “Planning”, “Siting” and the Local Acceptance of Wind Power: Some Lessons from the French Case ». *Energy Policy* 35, n° 5 (2007): 2715-26. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.003>.
- Nadaï, Alain, et Dan van der Horst. « Introduction: Landscapes of Energies ». *Landscape Research* 35, n° 2 (2010): 143-55. <https://doi.org/10.1080/01426390903557543>.
- Nadaï, Alain, et Olivier Labussière. « Exhaustible renewable wind power ». In *The Routledge Research Companion to Energy Geographies*. Routledge, 2017.
- . « Landscape Commons, Following Wind Power Fault Lines. The Case of Seine-et-Marne (France) ». *Energy Policy* 109 (2017): 807-16. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.049>.
- . « L'éolien, une énergie renouvelable épuisable? » In *Le développement durable à découvert*, Agathe Euzen. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Nadaï, Alain, Olivier Labussière, Ariane Debourdeau, Yannick Régnier, Béatrice Cointe, et Laure Dobigny. « French Policy Localism: Surfing on 'Positive Energie Territories' (Tepos) ». *Energy Policy* 78 (2015): 281-91. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.005>.
- NegaWatt. « Scenario NegaWatt », 2011. http://www.negawatt.org/telechargement/SnW11/Scenario-negaWatt-2011_Dossier-de-synthese.pdf.
- Olson, Mancur. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. 21. printing. Harvard Economic Studies 124. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press, 2003.
- Olwig, Kenneth R., et Don Mitchell. « Justice, Power and the Political Landscape: From American Space to the European Landscape Convention: Introduction to a Special Issue ». *Landscape Research* 32, n° 5 (2007): 525-31. <https://doi.org/10.1080/01426390701552688>.
- Orsi, Fabienne. « Elinor Ostrom et les faisceaux de droits: l'ouverture d'un nouvel espace pour penser la propriété commune ». *Revue de la régulation*, n° 14-2ème semestre (2013). <http://regulation.revues.org/10471>.
- Ostrom, Elinor. *Gouvernance des biens communs*. Bruxelles: De Boeck, 2010.
- Ostrom, Elinor, Joanna Burger, Christopher B. Field, Richard B. Norgaard, et David Policansky. « Revisiting the commons: local lessons, global challenges ». *science* 284, n° 5412 (1999): 278–282.
- Parc Naturel Régional du Vercors. « La charte du Parc du Vercors 2008-2020 ». Charte du PNR. Lans-en-Vercors, 2007.

- Parlement Européen, et Conseil de l'Union Européenne. « Directive 96/92/CE du parlement européen et du conseil du 19 décembre 1996 concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité ». *Journal Officiel de l'Union Européenne*, n° L027 (1997): 20-29.
- — —. « Directive 98/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 concernant des règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel ». *Journal Officiel de l'Union Européenne*, n° L204 (1998): 1-12.
- Paterson, Matthew. « Principles of justice in the context of global climate change ». In *International relations and global climate change*, 119-26. Cambridge, Mass: MIT Press, 2001.
- Pehlivanian, Sophie. « Histoire de l'énergie solaire en France: science, technologies et patrimoine d'une filière d'avenir ». Thèse de doctorat en Histoire, Université de Grenoble, 2014.
- Peluso, Nancy Lee. « What's Nature Got To Do With It? A Situated Historical Perspective on Socio-Natural Commodities: *Socio-Natural Commodities: Situated Histories* ». *Development and Change* 43, n° 1 (2012): 79-104. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.2012.01755.x>.
- Perlin, John. *From space to earth: the story of solar electricity*. 1st Harvard University Press ed. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 2002.
- Pestre, Dominique. « Développement durable : anatomie d'une notion ». *Natures Sciences Sociétés* 19, n° 1 (2011): 31-39. <https://doi.org/10.1051/nss/2011104>.
- Pierre, Geneviève. « Produire pour son territoire. De l'autonomie agricole au projet local agro-énergétique. Illustrations dans l'Ouest français ». Mémoire de HDR, Université de Caen, 2013.
- Pierre, Geneviève, et Philippe Madeline. « Les campagnes dans la transition énergétique ». *Géocarrefour* 90, n° 4 (2015): 293-96.
- Planck, Max. *Das prinzip der Erhaltung der Energie*. Leipzig: Teubner, 1887.
- Poize, Noémie. « Etude du cadre législatif et réglementaire applicable au financement participatif des énergies renouvelables ». Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par RAEE, 2015.
- Poize, Noémie, et Andreas Rüdinger. « Projets citoyens pour la production d'énergie renouvelable, comparaison France-Allemagne ». IDDRI-RAEE, 2014. http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/WP0114_NP%20AR_projets%20citoyens.pdf.
- Portney, Kent E. *Sustainability*. MIT Press essential knowledge series. Cambridge, Massachusetts: London, England : The MIT Press, 2015.
- Poupeau, François-Mathieu, éd. *Gouverner sans contraindre: l'agence locale de l'énergie outil d'une politique énergétique territoriale*. Logiques sociales. Paris: Harmattan, 2008.
- — —. « La fabrique d'une solidarité nationale: État et élus ruraux dans l'adoption d'une péréquation des tarifs de l'électricité en France ». *Revue française de science politique* 57, n° 5 (2007): 599. <https://doi.org/10.3917/rfsp.575.0599>.
- — —. *Le service public à la française face aux pouvoirs locaux: les métamorphoses de l'État jacobin*. CNRS science politique. Paris: CNRS, 2004.
- — —. « Les entreprises locales d'énergie Un levier d'action (...) ». *Annales de la recherche urbaine* 103 (2008): 153-58.
- — —. « Quand l'Etat territorialise la politique énergétique. L'expérience des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie ». *Politiques et management public* 30, n° 4 (2013): 443-72. <https://doi.org/10.3166/pmp.30.443-472>.
- Prados Velasco, María José, Marina Frolova Ignateva, Eugenio Baraja Rodríguez, et Cayetano Espejo Marín. « Paisajes emergentes de las energías renovables en España ». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 66, 223-252, 2014.

- Prieur, Michel. « Le droit public solaire en France ». *Revue Juridique de l'Environnement*, 1979.
- Prost, Antoine. *Douze leçons sur l'histoire*. Collection Points Série Histoire Inédit histoire 225. Paris: Éd. du Seuil, 1996.
- Quezel-Ambrunaz, Christophe. « L'énergie solaire en tant que bien ». In *L'énergie solaire: aspects juridiques*, 131-71. Chambéry: Université de Savoie, 2010.
- Raffestin, Claude. *Pour une géographie du pouvoir*. Géographie économique et sociale, t. 13. Paris: Librairies techniques, 1980.
- Raimond, Jean-Michel, et Serge Haroche. « Energie et lumière ». In *L'énergie à découvert*, 46-47. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Réseau de Transport d'Electricité (RTE). « Panorama de l'électricité renouvelable 2014 », 2014. http://www.rte-france.com/sites/default/files/panorama_des_energies_renouvelables_2014.pdf.
- Rhônealpeénergie, et Agence Française de la Maîtrise de l'Énergie. « L'énergie bois, une alternative réaliste pour les chaufferies industrielles et collectives ». Rhônealpeénergie, 1985.
- Rhônealpeénergie-Environnement. « Le photovoltaïque raccordé au réseau en milieu agricole - Guide d'aide au montage de projets portés par des exploitants ou sociétés agricoles ». Lyon, 2009. http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/guide_PV_des_exploitants_agricoles_nov2009.pdf.
- Rifkin, Jeremy. *L'âge de l'accès: la nouvelle culture du capitalisme*. Paris: la Découverte, 2005.
- Roca i Cabarrocas, Pere, et Negar Naghavi. « Photovoltaïque: les filières couches minces ». In *L'énergie à découvert*, 168-69. A découvert. Paris: CNRS Editions, 2013.
- Rocher, Laurence. « Le chauffage urbain dans la transition énergétique: des reconfigurations entre flux et réseau ». *Flux*, n° 2 (2013): 23-35.
- Roulin, Gdalia. « Lettre ouverte sur la centrale de Gardanne du Collectif SOS Forêt du Sud (2014) ». *Le blog Médiapart de Gdalia Roulin* (blog), 17 octobre 2015. <https://blogs.mediapart.fr/gdalia-roulin/blog/171015/lettre-ouverte-sur-la-centrale-de-gardanne-du-collectif-sos-foret-du-sud-2014>.
- Roux, Jacques. « Penser le politique avec Simondon ». *Multitudes* 18, n° 4 (2004): 47. <https://doi.org/10.3917/mult.018.0047>.
- Rumpala, Yannick. « «Développement durable»: du récit d'un projet commun à une nouvelle forme de futurisme? » *A contrario*, n° 2 (2010): 111-132.
- — —. « Le « développement durable » appelle-t-il davantage de démocratie ? Quand le « développement durable » rencontre la « gouvernance »... ». *VertigO*, n° Volume 8 Numéro 2 (2008). <https://doi.org/10.4000/vertigo.4996>.
- Rydin, Yvonne. « The Challenges of the "Material Turn" for Planning Studies ». *Planning Theory & Practice* 15, n° 4 (2014): 590-95. <https://doi.org/10.1080/14649357.2014.968007>.
- Samuelson, Paul A. « The pure theory of public expenditure ». *The review of economics and statistics* 36, n° 4 (1954): 387-89.
- Santos, Milton. *La nature de l'espace*. L'Harmattan. Géographies en liberté. Paris, 1997.
- Savaresi, Annalisa. « Justice and the Energy Transition: Early Lessons from Community Renewables », 2017.
- Scheer, Hermann. *Le solaire et l'économie mondiale: stratégie pour des temps modernes écologiques*. Arles: Actes Sud, 2001.
- Schlagger, Edella, et Elinor Ostrom. « Property Rights Regimes and Natural Resources ». *Land Economics* 68, n° 3 (1992): 249-62.
- Seyfang, Gill, et Alex Haxeltine. « Growing grassroots innovations: Exploring the role of community-based social movements for sustainable energy transitions ». CSERGE working paper EDM, 2010. <http://www.econstor.eu/handle/10419/48802>.

- Seyfang, Gill, et Adrian Smith. « Community action: a neglected site of innovation for sustainable development? » *The Centre for Social and Economic Research on the Global Environment Working Paper, EDM*, 2006. http://cserge.uea.ac.uk/sites/default/files/edm_2006_10.pdf.
- Simcock, Neil. « Procedural Justice and the Implementation of Community Wind Energy Projects: A Case Study from South Yorkshire, UK ». *Land Use Policy* 59 (2016): 467-77. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.034>.
- Simondon, Gilbert. *Du mode d'existence des objets techniques*. [Paris]: Aubier, 2012.
- — —. *L'individuation psychique et collective: à la lumière des notions de forme, information, potentiel et métastabilité*. Paris: Aubier, 2007.
- Simondon, Gilbert, et Jacques Garelli. « L'individu et sa genèse physico-biologique ». J. Millon, 1995.
- — —. « L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information ». Millon, 2005.
- Simonnot, Philippe. *Les nucléocrates*. Presses Universitaires de Grenoble. Capitalisme & Survie. Grenoble, 1978.
- Smil, Vaclav. *Energy transitions: global and national perspectives*. Second edition. Santa Barbara, California: Praeger, an imprint of ABC-CLIO, LLC, 2017.
- — —. *Energy transitions: history, requirements, prospects*. Santa Barbara, Calif: Praeger, 2010.
- Smith, Merritt Roe, et Leo Marx. *Does Technology Drive History?: The Dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994.
- Sorrell, Steve, Jamie Speirs, Roger Bentley, Richard Miller, et Erica Thompson. « Shaping the Global Oil Peak: A Review of the Evidence on Field Sizes, Reserve Growth, Decline Rates and Depletion Rates ». *Energy* 37, n° 1 (2012): 709-24. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.10.010>.
- Soubeyran, Olivier. *Pensée aménagiste et improvisation. L'improvisation en jazz et l'écologisation de la pensée aménagiste*. Paris: Archives Contemporaines Editions, 2015.
- Souviron, Jean-Pierre. « Rapport sur le débat énergie et environnement dit rapport Souviron », 1994.
- Sovacool, Benjamin K., et Michael H. Dworkin. « Energy Justice: Conceptual Insights and Practical Applications ». *Applied Energy* 142 (2015): 435-44. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.002>.
- Stanley, Anna. « Just Space or Spatial Justice? Difference, Discourse, and Environmental Justice ». *Local Environment* 14, n° 10 (2009): 999-1014. <https://doi.org/10.1080/13549830903277417>.
- Summerton, J. « Do Electrons Have Politics? Constructing User Identities in Swedish Electricity ». *Science, Technology & Human Values* 29, n° 4 (2004): 486-511. <https://doi.org/10.1177/0162243904264487>.
- Szarka, Joseph. « Wind power, policy learning and paradigm change ». *Energy Policy* 34, n° 17 (2006): 3041-48. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.05.011>.
- Tabourdeau, Antoine. « Entre forêt et énergie: composer la transition: le cas du bois-énergie en Auvergne et Rhône-Alpes ». Université Grenoble Alpes, 2014.
- Tereno, Susana, Isabel Soares, Eva Martins, Daniel Sampaio, et Ellizabeth Carlson. « La théorie de l'attachement : son importance dans un contexte pédiatrique ». *Devenir* 19, n° 2 (2007): 151. <https://doi.org/10.3917/dev.072.0151>.
- Theys, Jacques. « A la recherche du développement durable: un détour par les indicateurs ». In *Le développement durable, de l'utopie au concept*. Environnement. Paris: Elsevier, 2001.
- Theys, Jacques, et Cyria Emelianoff. « Les contradictions de la ville durable ». *Le Débat* 113, n° 1 (2001): 122. <https://doi.org/10.3917/deba.113.0122>.
- Thompson, Edward Palmer, Gilles Dauvé, Mireille Golaszewski, Marie-Noëlle Thibault, Miguel Abensour, et François Jarrige. *La formation de la classe ouvrière anglaise*. Paris: Éd. Points, 2012.
- Thrift, N. J. *Non-representational theory: space, politics, affect*. International Library of Sociology. Milton Park, Abingdon, Oxon ; New York, NY: Routledge, 2008.

- Tricot, Anne. « La mise à l'épreuve d'un projet par son milieu associé: analyse des controverses du projet autoroutier A8bis ». *Techniques, territoires et sociétés*, n° 31 (1996): 157-78.
- — —. « L'empire du milieu : quand une controverse environnementale interroge la conception et la conduite d'un projet autoroutier ». Thèse de doctorat en Aménagement du territoire, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 1998.
- Truffer, Bernhard, et Lars Coenen. « Environmental Innovation and Sustainability Transitions in Regional Studies ». *Regional Studies* 46, n° 1 (2012): 1-21. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.646164>.
- United Nations Environment Programme. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. [Nairobi, Kenya]: UNEP, 2011.
- Vanuxem, Sarah. « Les choses saisies par la propriété. De la chose-objet aux choses-milieus ». *Revue interdisciplinaire d'études juridiques* 64, n° 1 (2010): 123. <https://doi.org/10.3917/riej.064.0123>.
- Verdier, Nicolas. « L'échelle dans quelques sciences sociales: petite histoire d'une absence d'interdisciplinarité ». In *Echelles et temporalités en géographie*, 2:25-56. CNED, 2004.
- Veyne, Paul. *Comment on écrit l'histoire: texte intégral*. Nouv. éd. Points Histoire 226. Paris: Ed. du Seuil, 1996.
- Vivien, Franck-Dominique. *Le développement soutenable*. Paris: La Découverte, 2005.
- Walker, Gordon, et Patrick Devine-Wright. « Community renewable energy: What should it mean? » *Energy Policy* 36, n° 2 (2008): 497-500. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.019>.
- Weinstein, Olivier. « Comment comprendre les "communs": Elinor Ostrom, la propriété et la nouvelle économie institutionnelle ». *Revue de la régulation*, n° 14-2ème semestre (2013). <http://regulation.revues.org/10452>.
- Werlen, Benno. *Society action and space: an alternative human geography*. London ; New York: Routledge, 1993.
- Whatmore, Sarah. *Hybrid geographies: natures, cultures, spaces*. London ; Thousand Oaks, Calif: SAGE, 2002.
- Winance, Myriam. « Mobilités en fauteuil roulant : processus d'ajustement corporel et d'arrangements pratiques avec l'espace, physique et social ». *Politix* 90, n° 2 (2010): 115. <https://doi.org/10.3917/pox.090.0115>.
- — —. « Thèse et prothèse: le processus d'habilitation comme fabrication de la personne. L'Association Française contre les Myopathies face au handicap ». École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2001.
- — —. « Trying Out the Wheelchair: The Mutual Shaping of People and Devices through Adjustment ». *Science, Technology & Human Values* 31, n° 1 (2006): 52-72. <https://doi.org/10.1177/0162243905280023>.
- Winner, Langdon. *Autonomous technology: technics-out-of-control as a theme in political thought*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1977.
- — —. « Do artifacts have politics? » *Daedalus*, 1980, 121-136.
- Zecca, Antonio, et Luca Chiari. « Fossil-Fuel Constraints on Global Warming ». *Energy Policy* 38, n° 1 (2010): 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.068>.

Annexes

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure 1: Co-évolution du prix des modules et de la production annuelle mondiale d'électricité photovoltaïque entre 1978 et 1998 (Source : apex-bpsolar.com) | 19 |
| Figure 2: Evolution du parc photovoltaïque raccordé aux réseaux depuis 2006 en France (Source: RTE, panorama de l'électricité renouvelable, 2014, p.35)..... | 21 |
| Figure 3 : Répartition des installations photovoltaïques par tranche de puissance en France en 2015 (Source : Commissariat général au plan, Chiffres clés des énergies renouvelables, 2015, p.18)... | 24 |
| Figure 4: Synthèse du raisonnement de la thèse : problème initial, positionnement géographique, thèse et hypothèses initiales | 29 |
| Figure 5: Puissances photovoltaïques installées en France par années de mise en service (Source: Commissariat général au développement durable - Chiffres clés des énergies renouvelables, 2015, p.18) | 45 |
| Figure 6: Les différentes formes du rayonnement solaire (Source: www.energieplus-lesite.be)..... | 55 |
| Figure 7: Evolution du rendement record des technologies photovoltaïques existantes de 1975 à 2017. Source: Daniel Lincot, présentation lors des journées PV et SHS du CEA-Itésé du 25 avril 2017) . | 56 |
| Figure 8: Incidence de l'inclinaison et de l'orientation des panneaux solaires sur le rendement énergétique d'une opération photovoltaïque (Source: www.photovoltaique.info)..... | 57 |
| Figure 9: Schéma de la catégorisation des phénomènes au sein de la sphère juridique (Réalisation A.Fontaine à partir de Chardeaux 2006) | 72 |
| Figure 10: La qualification juridique du phénomène énergétique solaire (Réalisation A.Fontaine à partir de Bailleul 2010) | 74 |
| Figure 11: Pertes et récupération de chaleur dans les centrales électriques (Bourgeois 1977)..... | 135 |
| Figure 12: Description schématique du fonctionnement d'un réseau de chaleur (La lettre de RAE n°7, 1983, p.2)..... | 136 |
| Figure 13: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour du premier épisode (1977-1985)..... | 144 |
| Figure 14: Trame relationnelle dont émerge un « espace d'hésitation » au cours de l'épisode de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire en Rhône-Alpes (1977-1985)..... | 144 |
| Figure 15: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour du cas de Saint-Jean-en-Royans (1989-1995) | 165 |
| Figure 16: Trame relationnelle dont émerge un espace d'hésitation au cours de l'épisode de Saint-Jean-en-Royans (1989-1995)..... | 165 |
| Figure 17: Schéma de fonctionnement du raccordement des opérations PV au réseau dans le cadre du programme des six toitures – Source : Archives personnelles de l'ancien expert du SER et consultant PV | 175 |
| Figure 18: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour des projets photovoltaïques pionniers (1985-1999) | 183 |
| Figure 19: Trame relationnelle dont émerge un espace d'hésitation au cours de l'épisode des projets photovoltaïques pionniers (1985-1999) | 183 |
| Figure 20: Solutions possibles pour l'investissement d'une collectivité territoriale dans un projet PV tel que discuté au sein du programme NENA (Source: http://bauptoispv.raee/collectivites.php).. | 205 |
| Figure 21: Croissance de la puissance totale cumulée installée en France en MWc - Source : SOeS... | 206 |
| Figure 22: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour de la politique nationale du PV pendant la période 2006-2011 | 209 |

| | |
|---|-----|
| Figure 23: Dimension systémique des contraintes affrontées par les collectifs centrales villageoises | 228 |
| Figure 24: Photographies d'un bourg du plateau de la Leysse vu du versant opposé et de toitures présentant des enjeux de rénovation réalisée lors d'un atelier-paysager sur le plateau de la Leysse (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011) | 237 |
| Figure 25: Grille d'évaluation des sites remplie lors de la réunion du 19 octobre 2011. (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011) | 240 |
| Figure 26: Extraits du rapport du bureau d'étude technique contenant pour chaque toiture : (1) une modélisation de l'intégration des panneaux, (2) une modélisation de la productibilité par rapport à la course du soleil et (3) une modélisation économique – Source : Rapport Cythélia, Juin 2012. | 246 |
| Figure 27: Toitures équipées dans le cadre du premier projet de la centrale villageoise SAS PERLE – Source: www.centralesvillageoises.fr | 250 |
| Figure 28: Grille d'évaluation participante des sites solaires dans le Pilat – Source: PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011. | 255 |
| Figure 29: Croquis d'intégration architecturale des panneaux de la centrale villageoise sur la commune des Haies - Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012) | 263 |
| Figure 30: Scénario d'intégration des panneaux n°1 en deux groupes de toitures. Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012) | 264 |
| Figure 31: Scénario d'intégration n°2 selon une silhouette le long du bourg. Source : Architecte paysagiste du PNR du Pilat (mars 2012) | 265 |
| Figure 32: Proposition d'intégration des panneaux solaires sur la mairie et la salle polyvalente des Haies. Source : Etude Kalice (Juillet 2012) | 271 |
| Figure 33: Modélisation de la productibilité annuelle des panneaux sur la mairie des Haies. Source : Etude Kalice (Juillet 2012) | 271 |
| Figure 34: Répartition des toitures de la première opération photovoltaïque collective installée sur le village des Haies. Source: www.centralesvillageoises.fr | 275 |
| Figure 35: Synthèse de l'analyse ontogénétique autour des projets pilotes des centrales villageoises (2010-2017) | 296 |
| Figure 36: Modèle développé au cours de la thèse pour suivre l'émergence de projets alternatifs et leur devenir | 314 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1: Synthèse de l'état de l'art relatif aux approches géographiques de la construction de la transition énergétique et du développement soutenable | 16 |
| Tableau 2: Catégories d'opérations photovoltaïques au regard de leurs types de portage | 25 |
| Tableau 3: Pondération des critères dans l'instruction des dossiers de l'appel d'offres de 2009 (Source: MEEDDAT 2009, p.9) | 40 |
| Tableau 4: Synthèse des qualités de la ressource construites dans le cadre des projets photovoltaïques du "cas zéro" | 67 |
| Tableau 5: Qualification des biens chez les économistes dans la foulée des travaux de Samuelson (1954) | 73 |
| Tableau 6: Lecture de la construction des qualités de la ressource ou du bien chez Mitchell, Hecht et Cronon | 89 |
| Tableau 7: Proposition d'approche ontogénétique pour penser la construction de la ressource énergétique solaire | 102 |
| Tableau 8: Approche ontogénétique de la construction de la ressource au fil des projets solaires du « cas zéro » | 103 |
| Tableau 9: Appréhension par les 'attachements' de l'émergence de 'modes d'existences' relationnels de la ressource dans le « cas zéro » | 119 |
| Tableau 10: Prix des énergies classiques et des différentes formes de bois-énergie (en centimes de Francs par kWh entrée chaufferie) (RAE et AFME 1985, p.2) | 146 |
| Tableau 11: Synthèse de l'émergence de modes d'existence relationnels de la ressource bois-énergie autour du projet de Saint-Jean-en-Royans | 159 |
| Tableau 12: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2002 et 2006 (Source: www.photovoltaique.info) | 192 |
| Tableau 13: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2006 et 2010 avec la prime d'intégration (Source: www.photovoltaique.info) | 197 |
| Tableau 14: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque suite aux arrêtés de janvier 2010 (Source: www.photovoltaique.info) | 208 |
| Tableau 15: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque suite à l'arrêté du 31 août 2010 (Source: www.photovoltaique.info) | 208 |
| Tableau 16: Tarifs d'achat pour le photovoltaïque en France entre 2011 et 2012 (Source: www.photovoltaique.info) | 210 |
| Tableau 17: Caractéristiques des huit premiers projets-pilotes de centrales villageoises en Rhône-Alpes | 230 |
| Tableau 18: Extrait de l'étude de recensement des toitures sur le plateau de la Laysse. (Etude Indiggo, synthèse Puygros, janvier 2011, p.6) | 240 |
| Tableau 19: Tableau récapitulatif des résultats de l'étude de faisabilité de l'opération solaire à La Thuile - Source: Rapport Cythélia, Juin 2012. | 246 |
| Tableau 20: Résumé synthétique de l'analyse du cas de la centrale villageoise du Plateau de la Laysse | 251 |
| Tableau 21: Matrice synthétisant les options de sélection de toitures. Source : Etude Kalice (Juillet 2012) | 272 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 22 : Synthèse des scénarios de sélection de toitures sur la commune des Haies. Source: Archives RAEE (avril 2013)..... | 273 |
| Tableau 23: Résumé synthétique de l'analyse du cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu | 276 |
| Tableau 24: Proposition de typologie pour saisir les modalités relationnelles d'adaptation des collectifs solaires. | 285 |
| Tableau 25:Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leysse : un collectif construit comme un granulat | 288 |
| Tableau 26: Le cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu : un collectif construit comme un agrégat | 290 |
| Tableau 27: Propositions de mise en circulation du soleil des toitures au réseau électrique..... | 304 |

Liste des cartes

| | |
|--|-----|
| Carte 1: Situation du PNR du Vercors | 37 |
| Carte 2: Situation de la commune de Lans-en-Vercors et de la forêt de Jay | 41 |
| Carte 3: Développement de l'électronucléaire en Rhône-Alpes à la fin des années 1970..... | 133 |
| Carte 4: Situation de la commune de Saint-Jean-en-Royans dans le PNR du Vercors..... | 150 |
| Carte 5: Territoires pilotes du programme "centrales villageoises photovoltaïques" en Rhône-Alpes en 2010-2012 | 214 |
| Carte 6: Situation du territoire du Plateau de la Leysse au sein du PNR du Massif des Bauges..... | 233 |
| Carte 7: Fréquentation des axes routiers sur le Plateau de la Leysse et visibilité des sites. (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)..... | 235 |
| Carte 8: Recensement des motivations des propriétaires de toitures de La Thuile (mars 2012) (Claire Lucas, Analyse paysagère et urbaine phase 1, novembre 2011)..... | 244 |
| Carte 9: Extraits du rapport ERDF contenant notamment (1) un zonage du réseau électrique local et (2) une liste des travaux à mener sur ce réseau pour le raccordement des toitures du projet sur La Thuile – Source : Rapport ERDF de juin 2012. | 247 |
| Carte 10: Situation du territoire de la région de Condrieu et de la commune des Haies | 252 |
| Carte 11: Ensemble des zones visibles (en bleu) depuis le village d'Echalas. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011. | 256 |
| Carte 12: Zones du village d'Echalas (en vert) les plus visibles depuis les points de vue environnants. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011..... | 257 |
| Carte 13: Ensoleillement du territoire de la région de Condrieu en nombres d'heures durant l'année 2012. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011..... | 259 |
| Carte 14: Covisibilités et surfaces de toitures sur la commune des Haies. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011. | 259 |
| Carte 15: Intensité solaire et orientation des toitures sur la commune des Haies. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011. | 260 |
| Carte 16: Motivation des propriétaires et usage des bâtiments sur la commune des Haies. Source: PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011..... | 260 |
| Carte 17: Covisibilités et contraintes d'aménagement à Condrieu. Source : PNR du Pilat, Rapport de stage 2010-2011. | 261 |
| Carte 18: Zones de raccordement au réseau proposées par ERDF lors de la rencontre du 22 mars 2012 sur la commune des Haies. Source: Archives de RAEE. | 266 |
| Carte 19: Propositions de zonages et de groupes de toitures au regard de la spatialité du réseau par ERDF. Source: Etude ERDF d'avril 2012..... | 267 |

Liste des acronymes

| | |
|----------|---|
| AEE | Agence des Economies d'Énergie |
| AIEA | Agence Internationale de l'Énergie Atomique |
| ADEME | Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie |
| AFME | Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie |
| AGEDES | Association Grenobloise pour l'Étude et le Développement de l'Énergie Solaire |
| AGEDEN | Association pour une Gestion Durable de l'Énergie |
| ALE | Agence Locale de l'Énergie |
| ALTENER | Alternatives Energétiques |
| AQA | Agence pour la Qualité de l'Air |
| ANRED | Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets |
| ANR | Agence Nationale de la Recherche |
| ANT | Actor-Network Theory |
| ASDER | Association Savoyarde pour le Développement des Énergies Renouvelables |
| ATEnEE | Actions Territoriales pour l'Environnement et l'Efficacité Énergétique |
| CAF | Club Alpin Français |
| CEA | Commissariat à l'Énergie Atomique |
| CLER | Comité de Liaison des Énergies Renouvelables (devenu Réseau pour la transition énergétique) |
| COMES | Commissariat à l'Énergie Solaire |
| CSPE | Contribution au Service Public de l'Électricité |
| CUMA | Coopérative d'utilisation de matériel agricole |
| DG | Direction Générale |
| DGEMP | Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières |
| DRAAF | Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt |
| DREAL | Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement |
| EARL | Entreprise Agricole à Responsabilité Limitée |
| EDF | Électricité de France |
| EREC | European Renewable Energy Council |
| EREF | European Renewable Energies Federation |
| ENR | Énergies Renouvelables |
| EPR | Établissement Public Régional |
| ERDF | Électricité Réseau Distribution de France |
| FACE | Fonds d'Amortissement des Charges d'Électrification |
| FEDARENE | Fédération Européenne des Agences et Régions pour l'Énergie et l'Environnement |
| FEDER | Fonds Européen de Développement Économique et Régional |
| FLAME | Fédération des Agences Locales de Maîtrise de l'Énergie et du Climat |
| FPNRF | Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France |
| FRAPNA | Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature |
| FSPE | Fonds du Service Public de la Production d'Électricité |
| HLM | Habitation à Loyer Modéré |
| GAEC | Groupement Agricole d'Exploitation en Commun |
| GDF | Gaz de France |
| IAB | Intégration au bâti |
| IEJE | Institut Économique et Juridique de l'Énergie |
| IEPE | Institut Économique et Politique de l'Énergie |
| INES | Institut National de l'Énergie Solaire |
| ISB | Intégration simplifiée au bâti |
| kWc | kilo-watt crête |
| kWh | kilo-watt heure |

| | |
|---------|---|
| MEEDDAT | Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire |
| MLP | Multi Level Perspective |
| MTI | Modèles Territoriaux d'Innovation |
| MWc | mega-watt crête |
| MWh | mega-watt heure |
| NENA | Network Enterprise Alps |
| NFFO | Non-Fossil-Fuel Obligations |
| NOME | Nouvelle Organisation des Marchés de l'Électricité |
| OPET | Organisation for the Promotion of Energy Technologies |
| OPTF | Offre Au Public de Titres Financiers |
| PERLE | Production d'Énergie Renouvelable sur le Plateau de la LEysse |
| PLU | Plan Local d'Urbanisme |
| PNR | Parc Naturel Régional |
| POS | Plan d'Occupation des Soles |
| PV | Photovoltaïque |
| RAE | Rhônealpiénergie |
| RAEE | Rhônealpiénergie-Environnement |
| RARE | Réseau national des Agences Régionales de l'Énergie et de l'environnement |
| SAS | Société par Action Simplifiée |
| SCEA | Société Civile d'Exploitation Agricole |
| SCIC | Société Coopérative d'Intérêt Collectif |
| SER | Syndicat des Énergies Renouvelables |
| SEM | Société d'Économie Mixte |
| SHS | Sciences Humaines et Sociales |
| StreG | Stromeinspeisungsgesetz (ou loi sur le raccordement électrique) |
| STS | Science and Technology Studies |
| TEPCV | Transition Énergétique pour la Croissance Verte |
| TICFE | Taxe Intérieure sur le Consommation Finale d'Électricité |
| TTC | Toute Taxe Comprise |
| TURPE | Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Électricité |
| ZNIEFF | Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique |

Liste des entretiens semi-directifs

| Entretiens semi-directifs | | | |
|---------------------------|----------|--|--|
| N° entretien | Date | Organisme | Fonction/rôle |
| Entretien n°1 | 16/04/12 | Municipalité de Lans-en-Vercors | Maire |
| Entretien n°2 | 24/04/12 | Moutain Wilderness | Militant |
| Entretien n°3 | 27/04/12 | FRAPNA | Militant |
| Entretien n°4 | 30/05/12 | Association Jay'me ma Forêt (opposition au projet de centrale solaire au sol de Lans-en-Vercors) | Président et secrétaire |
| Entretien n°5 | 19/06/12 | Municipalité de Lans-en-Vercors et CEA | Ingénieure et élue de la majorité |
| Entretien n°6 | 03/10/12 | Municipalité de Lans-en-Vercors | Elu d'opposition |
| Entretien n°7 | 30/10/12 | PNR du Vercors | Chargé de mission climat-énergie |
| Entretien n°8 | 30/11/12 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |
| Entretien n°9 | 12/12/12 | PNR du Vercors et Animatrice CV Gervanne | Chargé de mission climat-énergie et animatrice projet centrale villageoise |
| Entretien n°10 | 20/03/13 | Centrale villageoise du Trièves | Membres fondateurs |
| Entretien n°11 | 25/03/13 | Communauté de communes du Trièves | Chargé de mission |
| Entretien n°12 | 28/03/13 | SAS centrale villageoise de la Gervanne | Président |
| Entretien n°13 | 04/04/13 | Communauté de communes d'Eyrieux-aux-Serres | Chargé de mission |
| Entretien n°14 | 04/04/13 | PNR des Monts d'Ardèche | Chargé de mission climat-énergie |
| Entretien n°15 | 04/04/13 | Association de préfiguration de la SCIC centrale villageoise du Val d'Eyrieux | Président |
| Entretien n°16 | 12/04/13 | RAEE | Chargés de mission énergies renouvelables |
| Entretien n°17 | 15/04/13 | ASDER | Chargé de mission |
| Entretien n°18 | 22/04/13 | PNR du Pilat | Chargé de mission climat-énergie |
| Entretien n°19 | 22/04/13 | Communauté de communes de la région de Condrieu | Elu (et animateur de la centrale villageoise de la Région de Condrieu) |
| Entretien n°20 | 25/04/13 | Municipalité de La Thuile | Elu (et animateur de la centrale villageoise du plateau de la Leysse) |
| Entretien n°21 | 19/12/13 | Communauté de communes d'Eyrieux-aux-Serres | Chargé de mission |
| Entretien n°22 | 19/12/13 | Association de préfiguration de la SCIC centrale villageoise du Val d'Eyrieux | Président |
| Entretien n°23 | 07/02/14 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |
| Entretien n°24 | 27/02/14 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |
| Entretien n°25 | 11/03/14 | Fédération des PNR de France | Chargé de mission aménagement du territoire |
| Entretien n°26 | 26/03/14 | RAEE | Chargée de mission énergies renouvelables |

| Entretiens semi-directifs (suite) | | | |
|--|-------------|---|--|
| N° entretien | Date | Organisme | Fonction/rôle |
| Entretien n°27 | 02/04/14 | AGEDEN | Directeur |
| Entretien n°28 | 22/04/14 | Région Rhône-Alpes | Chargé de mission climat-énergie |
| Entretien n°29 | 03/06/14 | Réseau Info-Energie Rhône-Alpes | Président (et ancien directeur RAEE et services énergie de la Région Rhône-Alpes) |
| Entretien n°30 | 14/06/14 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |
| Entretien n°31 | 19/06/14 | Fédération des PNR de France | Chargé de mission climat-énergie |
| Entretien n°32 | 20/06/14 | AGEDEN | Président (et ancien ingénieur RAEE et chargé de mission énergie de la Région Rhône-Alpes) |
| Entretien n°33 | 09/07/14 | RAEE | Chargé de mission programmes européens |
| Entretien n°34 | 09/07/14 | ex-IEJE-IEPE | Ancien directeur et chercheur |
| Entretien n°35 | 16/07/14 | RAEE | Directeur |
| Entretien n°36 | 16/09/14 | ex-IEJE-IEPE | Ancien chercheur |
| Entretien n°37 | 03/10/14 | AMORCE | Ancien directeur (et ancien chargé de mission AFME) |
| Entretien n°38 | 09/10/14 | IDES Consultants | Juriste |
| Entretien n°39 | 05/02/15 | RAEE | Chargée de mission énergies renouvelables |
| Entretien n°40 | 06/02/15 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |
| Entretien n°41 | 03/04/15 | SAS centrale villageoise de la région de Condrieu | Président |
| Entretien n°42 | 03/04/15 | PNR du Pilat | Ancien stagiaire cartographie |
| Entretien n°43 | 13/04/15 | Cabinet de conseil architecture et paysage | Architecte-paysagiste |
| Entretien n°44 | 24/04/15 | PNR du Pilat | Architecte-paysagiste, chargée de mission climat-énergie et ex-stagiaire cartographie |
| Entretien n°45 | 29/04/15 | SIEL | Directeur général adjoint |
| Entretien n°46 | 08/07/15 | ERDF | Directeur territorial |
| Entretien n°47 | 01/10/15 | Hydro-Renage / ERCISOL | Membre du bureau |
| Entretien n°48 | 02/10/15 | HESPUL | Experte photovoltaïque |
| Entretien n°49 | 23/10/15 | ALE / Toits en transition | Chargé de mission |
| Entretien n°50 | 03/11/16 | HESPUL | Directeur (et ancien élu régional en Rhône-Alpes) |
| Entretien n°51 | 18/11/16 | RAEE | Chargé de mission énergie et accompagnement des PNR |

| Entretiens semi-directifs (suite) | | | |
|--|-------------|--------------------------|---|
| N° entretien | Date | Organisme | Fonction/rôle |
| Entretien n°52 | 30/11/16 | ENERCOOP & Solaire d'ici | Chargé de mission |
| Entretien n°53 | 07/12/16 | GM Consultant | Expert photovoltaïque (ancien installateur PV et expert du SER) |

Liste des observations participantes

| Observation participante | | | |
|---|-------------|--|--------------------------|
| N° de l'observation participante | Date | Situation ou réunion | Lieu |
| n°1 | 16/04/13 | Réunion de lancement du réseau régional des projets citoyens et participatifs EnR | Lyon |
| n°2 | 17/04/13 | Réunion locale d'appel à épargne de la centrale villageoise du Trièves | Saint-Martin-de-Clelles |
| n°3 | 13/05/13 | Comité de pilotage régional des centrales villageoises | Condrieu |
| n°4 | 17/05/13 | Débat national sur le solaire | Lyon |
| n°5 | 03/10/13 | Congrès national des PNR sur la transition énergétique et écologique | St-Rémy-lès-Chevreuse |
| n°6 | 10/10/13 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |
| n°7 | 12/12/13 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |
| n°8 | 19/12/13 | Réunion conseil d'administration de la centrale villageoise du Val d'Eyrieux | Les-Ollières-sur-Eyrieux |
| n°9 | 27/02/14 | Première assemblée générale de la centrale villageoise de la région de Condrieu | Les Haies |
| n°10 | 26/02/14 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |
| n°11 | 01/04/14 | Comité de pilotage régional des centrales villageoises | Valence |
| n°12 | 30/06/14 | Réunion des chargés de mission énergie de la fédération des PNR de France | Millau |
| n°13 | 08/07/14 | Réunion de pilotage régionale des initiatives TEPOS | Lyon |
| n°14 | 18/10/14 | Inauguration de la centrale villageoise du Pilat suivie du comité de pilotage régional | Les Haies |
| n°15 | 27/01/15 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |
| n°16 | 05/02/15 | Réunion inter-PNR sur la question de l'énergie | Lyon |
| n°17 | 25/04/15 | Inauguration de la centrale villageoise du plateau de la Leysse suivi du comité de pilotage régional | La Thuile |
| n°18 | 14/09/15 | Comité de pilotage du projet SOLAIRE d'ICI | Grenoble |
| n°19 | 17/10/15 | Inauguration de la centrale villageoise du Val d'Eyrieux | Les-Ollières sur Eyrieux |
| n°20 | 01/04/16 | Comité de pilotage régional des centrales villageoises | Valence |
| n°21 | 30/11/16 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |
| n°22 | 20/12/17 | Réunion Energie Citoyenne en Rhône-Alpes | Lyon |

Liste des archives consultées

| Archives consultées dans le cadre du chapitre 3 | Description du fonds et des éléments consultés | Documents mentionnés dans la thèse |
|---|---|---|
| | <p>Le fonds 4918W regroupe de manière disparate les archives de l'association EnviRhônalpes (une des associations regroupées dans RAEE) et des documents de la DARTE (direction de l'agriculture, du tourisme et de l'environnement). Les boîtes 1 à 28 correspondent spécifiquement aux archives de EnviRhônalpes pour 3,45 mètres linéaires. Ces boîtes correspondent essentiellement aux documents administratifs et aux bilans économiques de l'association mais contiennent quelques notes de travail et études.</p> | x |
| Archives papier de la région Rhône-Alpes (Hôtel de région, Lyon Confluence) | <p>Le fonds 5471W regroupe les archives existantes des différentes directions régionales climat-énergie s'étant succédées sur la période de 1993 à 2007: la DARTE (direction de de l'agriculture, du tourisme et de l'environnement) de 1989 à 1995, la DEE (direction de l'environnement et de l'énergie) de 1995 à 2000, la DAFEE (direction de l'agriculture, de la forêt, de l'environnement et de l'énergie) de 2000 à 2005 puis la D2E (direction de l'environnement et de l'énergie) de 2005 à 2011. L'analyse a portée spécifiquement sur les boîtes 1 à 57 correspondant spécifiquement à la thématique énergie pour 6,95 mètres linéaires. Ces boîtes correspondent essentiellement aux documents administratifs et aux bilans économiques de l'association mais contiennent quelques notes de travail et études. Les boîtes 11 à 12 contiennent des archives de travail de RAEE tandis que les boîtes 13 à 39 regroupent des documents relatifs au suivi des travaux des associations départementales de l'énergie par RAEE au nom de la Région.</p> | <p>Boîte 11 - documentation de la journée de travail du 2 mars 2000 "opérateur bois-énergie Rhône-Alpes"</p> <p>Boîte 12 - documentation de la journée bois-énergie et PNR du 12 décembre 1995 à Saint-Jean-en-Royans</p> |
| | <p>Le fonds AP et CP regroupe les rapports sur le budget, les rapports du préfet de région et les procès-verbaux des assemblées et commissions plénières de l'Etablissement Public Régional entre 1972 et 1982 puis du Conseil Régional à partir de 1982. L'analyse a portée spécifiquement sur les boîtes numérotées de 30 à 103 portant sur la période de 1976 à 1983 en se focalisant sur les synthèses trimestrielles des rapports votés par l'assemblée plénière et sur les In-extenso d'assemblée plénière pour appréhender la nature des débats lors du traitement des questions d'énergie</p> | <p>Boîte 31 - rapport 77-06-038CP</p> <p>Boîte 52 - budget primitif pour l'exercice 1979</p> <p>Boîte 69 - In-extenso de l'assemblée plénière de janvier-février 1981</p> |
| Archives électroniques de la Région Rhône-Alpes | <p>Les archives des assemblées et commissions plénières entre 1992 et 1998 sont disponibles à la consultation à l'Hôtel de Région par informatique. Elles nous ont permis de lister l'ensemble des rapports et décisions votées sur la thématique "énergie".</p> <p>Les archives des services énergie-climat de la région ont en partie été numérisés sur la période 2000-2015. Elles regroupent les rapports annuels d'activités, les rapports clés, les délibérations et les rapports du budget.</p> | Rapport 92.02.557 sur la politique énergétique régionale |

| Archives consultées dans le cadre du chapitre 3 (suite) | Description du fonds et des éléments consultés | Documents mentionnés dans la thèse |
|--|--|---|
| Archives de l'association Rhônalénergie-Environnement (Villeurbanne) | Les archives papier disponibles de l'association RAEE couvrent la période de 1978 jusqu'à aujourd'hui. Les archives conservées contiennent (1) les documents juridiques et économiques, (2) les procès-verbaux et in-extenso des assemblées générales et des conseils d'administration, (3) les rapports d'activité annuels depuis 1993, (4) les livrables publiés par RAEE depuis 1981 et enfin (5) les Lettres de Rhônalénergie de 1981 à aujourd'hui. | <p>CR de l'assemblée constitutive du 3 mars 1978</p> <p>Lettre de RAE n°7 de décembre 1983.</p> <p>CR du conseil d'administration du 12 décembre 1980</p> <p>CR de l'assemblée générale du 20 octobre 1978</p> <p>CR du conseil d'administration du 21 avril 1978</p> <p>Document "l'énergie bois, une alternative réaliste pour les chaufferies industrielles et collectives" de septembre 1985</p> <p>Lettre de RAE n°5 spécial bois de 1983.</p> <p>CR du conseil d'administration du 3 décembre 1993</p> <p>CR de l'assemblée générale du 16 février 1995</p> <p>CR de l'assemblée générale du 11 décembre 1996</p> <p>CR du conseil d'administration du 19 janvier 1990</p> <p>CR de la réunion du bureau du 21 octobre 1993</p> |

| Archives consultées dans le cadre des chapitres 5 à 7 | Description du fonds et des éléments consultés | Documents mentionnés dans la thèse |
|--|---|---|
| Archives papiers et électroniques des chargés de mission de RAEE | Ces archives regroupent l'ensemble des communications entre les partenaires préalables au lancement du programme, les comptes rendus de comité de pilotage régionaux, les détails financiers du programme puis pour chacun des huit sites-pilotes l'ensemble des échanges, des études réalisées et les comptes rendus de toutes les réunions. | Etude Indiggo, synthèse Puygros, janvier 2011 Rapport Cythélia, Juin 2012 Rapport ERDF de juin 2012 (sites de La Thuile et des Haies) Etude Kalice (Juillet 2012) |
| Archives électroniques de l'architecte-paysagiste intervenue dans l'animation de l'opération sur le plateau de la Leysse | Ces archives regroupent les comptes rendus des réunions réalisées, les documents intermédiaires et finaux réalisés au cours de l'étude paysagère et de la phase d'animation du projet. | CR atelier paysage du 8 Juin 2011 par l'architecte-paysagiste et RAEE. Analyse paysagère et urbaine, présentation de l'approche méthodologique et des premiers résultats (phase 1) Analyse paysagère, scénario d'intégration des panneaux sur le village de La Thuile (phase 2) |
| Archives électroniques de l'équipe du PNR du Pilat | Ces archives regroupent l'ensemble des comptes rendus des réunions de tous les collectifs (animation, prise de décision) et notamment tous les travaux réalisés dans le cadre du processus de sélection du site pilote et des toitures sur la commune des Haies. | Rapport de stage PNR Pilat 2010-2011 Scénarios d'intégration des panneaux sur les Haies (mars 2012) |

Sommaire détaillé

| | |
|--|-----------|
| Financement de la recherche..... | 4 |
| Remerciements | 5 |
| Note aux lecteurs..... | 7 |
| Sommaire | 8 |
| Introduction générale..... | 9 |
| Une transition énergétique soutenable ?..... | 10 |
| Energies renouvelables et soutenabilité : un problème géographique..... | 12 |
| Contexte académique de recherche..... | 12 |
| Dimensions géographiques de la recherche | 14 |
| Du rayonnement solaire à la ressource énergétique | 17 |
| Territorialisation de la politique du photovoltaïque en France : une soutenabilité en question..... | 18 |
| Politiques publiques du photovoltaïque en France..... | 18 |
| D'une filière prometteuse à une filière problématique..... | 20 |
| Une analyse qualitative sur l'émergence des projets PV collectifs et coopératifs..... | 23 |
| Une enquête sur la ressource énergétique et sa construction | 25 |
| Définition initiale de la ressource..... | 25 |
| Thèse, hypothèses et annonce du plan..... | 26 |
| Partie 1 : Le processus de construction de la ressource énergétique solaire : propositions pour une analyse relationnelle | 31 |
| Chapitre 1 : Passer du rayonnement solaire à la ressource énergétique : un processus matériel problématique..... | 34 |
| Section 1 : Projets photovoltaïques et construction de la ressource solaire : un « cas zéro » dans le PNR du Vercors | 35 |
| 1. Un projet de centrale photovoltaïque au sol controversé..... | 36 |
| 1.1. Un projet construit sur la base d'un appel d'offre national (2008-2009)..... | 36 |
| 1.2. Une controverse autour de la sélection du site pour la centrale solaire (2009-2010) | 42 |
| 2. Le photovoltaïque comme problème d'aménagement et de construction de « sites »..... | 45 |
| 2.1. Emergence d'un projet photovoltaïque alternatif..... | 45 |
| 2.2. La construction d'un site solaire : un moment problématique clé pour analyser la construction politique de la ressource ? | 48 |
| Section 2 : De la source à la ressource : analyser un processus de construction de qualités | 51 |
| 1. Un processus régulièrement réduit à ses dimensions physiques et techniques..... | 52 |
| 1.1. Abord physique du rayonnement solaire : débats et controverses..... | 52 |

| | |
|--|------------|
| 1.2. Captation du rayonnement solaire : une somme d'enjeux techniques..... | 54 |
| 1.3. Concentrer le rayonnement diffus : un enjeu matériel | 57 |
| 2. Construire la ressource : rentrer dans la matérialité du processus pour saisir sa dimension politique..... | 60 |
| 2.1. Passer du rayonnement solaire à la ressource : un processus de résolution de problèmes .. | 60 |
| 2.2. Une construction de la ressource solaire marquée par l'émergence de « qualités » | 62 |
| 2.3. Synthèse : la ressource est une construction politique dotée de qualités territorialisées..... | 65 |
| Chapitre 2 : La construction politique de la ressource solaire : cadres théoriques pour une analyse relationnelle | 70 |
| Section 1 : Construction politique de la ressource et matérialité | 71 |
| 1. Ressource, matérialité et appropriation : plusieurs degrés de pensée relationnelle..... | 71 |
| 1.1. Ressource solaire et droit de la propriété : une approche relationnelle limitée..... | 71 |
| 1.2. L'appropriation de la ressource chez Ostrom | 76 |
| 2. La ressource comme construction sociotechnique : une focale sur l'émergence de qualités .. | 79 |
| 2.1. La construction des qualités du carbone dans « Carbon Democracy » de Mitchell..... | 79 |
| 2.2. La construction des qualités du grain céréalier dans « Nature's Metropolis » de Cronon | 82 |
| 2.3. La construction des qualités de l'uranium dans « Being Nuclear » de Hecht..... | 85 |
| 2.4. Les qualités de la ressource sont constamment reconfigurées..... | 87 |
| Section 2 : Construction politique de la ressource et technique | 91 |
| 1. La technique véhicule-t-elle des propositions politiques ? | 91 |
| 1.1. La technique a des « qualités politiques »..... | 91 |
| 1.2. Les qualités politiques de la technique sont construites..... | 94 |
| 2. Penser la construction de la ressource à partir de Simondon..... | 97 |
| 2.1. L'heuristique relationnelle de la philosophie de Simondon : mode d'existence et ontogenèse technique | 98 |
| 2.2. La ressource est une entité toujours en cours d'individuation | 101 |
| Section 3 : Construction politique de la ressource et spatialité..... | 104 |
| 1. La relation ressource/espace au cœur du questionnement de la géographie | 104 |
| 1.1. Géographies interactionnistes : un devenir distinct de la ressource et de l'espace | 104 |
| 1.2. Géographies relationnelles : l'espace comme « dimension » de la construction de la ressource..... | 107 |
| 1.3. Nouvelle géographie des ressources et analyse de l'émergence de qualités relationnelles..... | 110 |
| 2. La co-émergence de la ressource et de son milieu associé saisi par les « attachements » | 112 |
| 2.1. Les attachements : des relations « hésitantes » de co-émergence et de circulation de qualités | 113 |
| 2.2. La ressource émerge en même temps que son milieu associé par attachements..... | 117 |
| Partie 2 : Politiques de la ressource solaire : une enquête sur l'émergence de « milieux associés » | 123 |

| | |
|---|------------|
| Chapitre 3 : Expériences énergétiques pionnières en Rhône-Alpes (1970-2000) : | |
| enquête sur l'émergence d'un « espace d'hésitation » | 127 |
| Section 1 : Les projets de valorisation des rejets thermiques de l'industrie nucléaire en Rhône-Alpes (1977-1985) | 129 |
| 1. Un contexte national de recherche de nouvelles ressources énergétiques..... | 129 |
| 1.1. Une politique nationale pour les économies d'énergie et la valorisation des rejets thermiques | 129 |
| 1.2. Rhône-Alpes : un laboratoire de la valorisation des rejets thermiques..... | 131 |
| 2. Emergence contrariée d'un milieu associé de la valorisation des rejets thermiques du nucléaire | 134 |
| 2.1. Un processus d'intéressement et de mise en discussion de qualités sous contrainte | 134 |
| 2.2. Des projets ambitieux de construction de ressources réduits ou abandonnés..... | 137 |
| 3. Des expériences qui ouvrent un « espace d'hésitation » | 140 |
| Section 2 : La valorisation du bois-énergie en circuits-courts via des chaufferies collectives (1989 -1995)..... | 145 |
| 1. Emergence d'une approche territoriale de la ressource bois-énergie dans le Vercors | 145 |
| 1.1. Le bois-énergie : d'une énergie fatale à une ressource | 145 |
| 1.2. Un développement accompagné par une politique de la ressource | 147 |
| 2. Le projet de Saint-Jean-en-Royans : mise à l'épreuve d'une proposition relationnelle territoriale (1989 – 1995) | 149 |
| 2.1. Emergence d'un projet collectif de chaufferie collective et réseau de chaleur rural (1989-1992) | 149 |
| 2.2. Un processus de construction de la ressource ponctué de multiples épreuves (1992-1994) | 154 |
| 2.3. Un mode d'existence territorial de la ressource remis en cause (1994-1996) | 157 |
| 3. Un projet pionnier qui nourrit l'émergence de nouvelles politiques de la ressource | 159 |
| 3.1. Une proposition relationnelle territoriale qui n'est pas pérennisée localement | 159 |
| 3.2. Une expérience qui alimente le développement de nouvelles capacités d'action sur les renouvelables | 160 |
| Section 3 : Les premiers projets de valorisation du rayonnement solaire via le photovoltaïque <i>off-grid</i> et <i>on-grid</i> en Rhône-Alpes (1985-1999)..... | 166 |
| 1. Le photovoltaïque <i>off-grid</i> en Rhône-Alpes : une première approche de la ressource énergétique solaire (1985-1992) | 166 |
| 1.1. Une politique de démonstration technologique qui structure son milieu associé (1983-1987) | 166 |
| 1.2. Un premier mode d'existence de la ressource solaire discuté en Rhône-Alpes (1986-1992) | 169 |
| 1.3. Du <i>off</i> au <i>on-grid</i> : émergence d'une nouvelle approche de la ressource solaire..... | 171 |

| | |
|--|------------|
| 2. L'émergence des premiers projets <i>on-grid</i> : une nouvelle approche de la ressource qui soulève des tensions (1991-1999)..... | 172 |
| 2.1. Le « programme des six toitures » (1991-1993) : une première approche du raccordement au réseau..... | 172 |
| 2.2. Les projets Phébus (1992-1999) : une proposition alternative d'abord du réseau..... | 176 |
| 2.3. Emergence d'un débat sur l'adoption d'une politique de tarifs d'achat..... | 179 |
| Section 4 : Synthèse et discussion | 184 |
| Chapitre 4 : Politique du photovoltaïque : propositions et controverses relationnelles autour de la construction de la ressource (2000-2016)..... | 189 |
| Section 1 : 2000-2006 : Emergence d'une première figure d'individuation | 191 |
| 1. Mise en place du tarif d'achat | 191 |
| 2. Photovoltaïque et logique de gestion du réseau électrique | 193 |
| 3. Financement du tarif d'achat..... | 194 |
| Section 2 : 2006-2011 : Controverses et émergence de propositions relationnelles alternatives..... | 196 |
| 1. Un tournant incitatif de la politique du photovoltaïque (2006)..... | 196 |
| 2. Controverses et émergence de figures d'individuation alternatives | 198 |
| 2.1. Dérives autour de la figure de l'investisseur-proprétaire individuel..... | 198 |
| 2.2. Exploration de figures d'individuation alternatives | 201 |
| 3. Une politique nationale progressivement ajustée (2007-2011)..... | 205 |
| Section 3 : 2011-2016 : Structuration de figures d'individuations alternatives et ajustements de la politique nationale..... | 210 |
| 1. Recadrage de la politique du photovoltaïque (2011) | 210 |
| 2. Poursuite de la structuration de figures d'individuation alternatives | 211 |
| 2.1. Vers une émergence non concertée de nouveaux paysages de l'énergie..... | 211 |
| 2.2. Emergence de figures d'individuation alternatives : les « centrales villageoises » | 212 |
| 3. Ajustement par tâtonnements successifs de la politique nationale (2012-2017) | 215 |
| 3.1. Simplification et baisse progressive du tarif (2012-2014) | 215 |
| 3.2. Controverse relationnelle autour du tarif et du réseau (2015) | 216 |
| 3.3. Emergence de mesures favorables pour les projets collectifs (2015-2018)..... | 217 |
| Section 4 : Synthèse et discussion | 221 |
| Partie 3 : Les coopératives « centrales villageoises photovoltaïques » : analyse d'une trajectoire émergente d'individuation de la ressource..... | 226 |
| Chapitre 5 : Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leyse (2010 - 2015) ... | 232 |
| Section 1 : Du territoire au site : un processus collectif qui devient conflictuel (avril 2010 - octobre 2011)..... | 234 |
| 1. Lancement de la démarche et définition du périmètre d'action (été 2010) | 234 |
| 2. Une approche méthodologique par le paysage qui échoue (avril-septembre 2011)..... | 236 |

| | |
|---|------------|
| 3. Un processus de sélection du site pilote qui divise le collectif (octobre-novembre 2011).... | 238 |
| Section 2 : Du site aux toitures : un processus de mutualisation contrarié (janvier 2012 – octobre 2012) | 242 |
| 1. Mise en place d’une méthodologie de mutualisation des toitures (janvier-février 2012) | 242 |
| 2. Mise à l’épreuve de la méthodologie de mutualisation (mars-juin 2012) | 244 |
| 3. Eclatement du collectif (juin-octobre 2012) | 247 |
| 4. Relance du projet et construction d’une rentabilité collective (février 2013 – avril 2015) .. | 248 |
| Chapitre 6 : Le cas de la centrale villageoise de la Région de Condrieu (2010 - 2014) | 252 |
| Section 1 : Du territoire au site : exploration d’enjeux multiples (avril 2011 – octobre 2011) | 254 |
| 1. Mise en place d’une méthodologie par tâtonnements successifs (avril-juillet 2011) | 254 |
| 2. Une sélection consensuelle d’un site (septembre-octobre 2011) | 257 |
| Section 2 : Du site aux toitures : émergence d’un collectif robuste (novembre 2011 – juillet 2012) | 262 |
| 1. Constitution de groupes de toitures prometteurs (novembre 2011-mars 2012) | 262 |
| 2. Eclatement des groupes prometteurs de toitures (mars-avril 2012) | 265 |
| 3. Une volonté de « faire collectif » qui prime (mars-juillet 2012) | 268 |
| Section 2 : Au-delà de la construction d’une rentabilité collective (juillet 2012 – octobre 2014) | 270 |
| 1. Un intéressement économique maîtrisé (juillet-décembre 2012) | 270 |
| 2. Une puissance revue à la baisse (janvier 2013-avril 2013) | 273 |
| Section 3 : Synthèse intermédiaire de l’analyse des cas | 277 |
| Chapitre 7 : Trajectoires d’individuation de la ressource et construction d’une transition énergétique soutenable..... | 280 |
| Stratégies d’adaptation des collectifs coopératifs solaires dans un contexte peu coopératif | 281 |
| 1. Penser les collectifs émergents comme des multiplicités | 281 |
| 2. Emergence et stratégies d’adaptation des collectifs « centrale villageoise » | 286 |
| 2.1. Le cas de la centrale villageoise du plateau de la Leysse | 286 |
| 2.2. Le cas de la centrale villageoise de la région de Condrieu | 289 |
| Espace d’hésitation rhônalpin et trajectoires discontinues de transition | 292 |
| Collectifs coopératifs et construction d’une transition énergétique soutenable | 298 |
| Centrales villageoises et « communs » | 302 |
| Conclusion générale | 306 |
| Une thèse sur la construction de la ressource et de sa soutenabilité | 307 |
| Contributions et limites de la thèse | 308 |
| De la source à la ressource : l’importance des relations | 308 |

| | |
|---|------------|
| La soutenabilité comme qualité relationnelle en émergence..... | 309 |
| Caractériser des trajectoires de transition hésitantes | 310 |
| Politiques publiques de la transition et milieux associés | 311 |
| Contribution des collectifs coopératifs à la transition énergétique | 312 |
| Limites et perspectives de recherche..... | 312 |
| Quel devenir pour les collectifs solaires coopératifs ? | 312 |
| Contribuer à une histoire des alternatives énergétiques..... | 313 |
| Penser des trajectoires de transition discontinues | 314 |
| Bibliographie | 316 |
| Annexes..... | 335 |
| Liste des figures..... | 336 |
| Liste des tableaux | 338 |
| Liste des cartes..... | 340 |
| Liste des acronymes | 341 |
| Liste des entretiens semi-directifs | 343 |
| Liste des observations participantes..... | 346 |
| Liste des archives consultées..... | 347 |
| Sommaire détaillé..... | 350 |

Résumé

Cette recherche s'intéresse à la construction des ressources énergétiques renouvelables et, chemin faisant, à celle de la soutenabilité de la transition énergétique dans la filiation des travaux de la nouvelle géographie des ressources (Bridge, Castree). La thèse défendue est que la ressource énergétique émerge d'un ensemble de relations construites entre une source d'énergie et une perspective de valeur qui lui est progressivement associée. Ainsi, les qualités de la ressource énergétique ne sont pas données par les caractéristiques physiques de la source d'énergie (e.g. le rayonnement solaire abondant et diffus) mais par les relations (matérielles, sociales et spatiales) qui se tissent autour de cette source pour l'associer à des matérialités (e.g. le réseau électrique, la toiture, le paysage) dans une perspective de valorisation. En cela, la soutenabilité des énergies renouvelables est présentée comme une qualité relationnelle qui émerge en même temps que se structure le « milieu associé » (Simondon) de projets photovoltaïques.

La thèse s'organise autour d'une enquête sur l'émergence de projets photovoltaïques coopératifs (i.e. les centrales villageoises), en région Rhône Alpes, qui proposent de construire la ressource solaire de manière collective et multidimensionnelle (e.g. paysage, partage de valeur), dans le contexte du début des années 2010. L'enquête montre que ces projets se nourrissent des héritages (e.g. des réseaux d'acteurs, de compétences, de visions politiques) d'un ensemble de projets énergétiques pionniers développés en Rhône-Alpes des années 1970 aux années 1990, héritages grâce auxquels ces collectifs apprennent à composer avec une politique nationale du photovoltaïque qui leur est peu favorable. Leur contribution à la construction de ressources solaires soutenables repose sur la capacité de ces collectifs à constamment s'adapter pour dépasser les épreuves qu'ils rencontrent.

Mots clés : ressource, source, énergie solaire, photovoltaïque, trajectoires de transition, soutenabilité, collectifs coopératifs, centrales villageoises, approche relationnelle, milieu associé, espace d'hésitation, région Rhône-Alpes, Parcs Naturels Régionaux.

Abstract

This research focuses on the construction of renewable energy resources as well as the construction of energy transition sustainability in the wake of the new geography of resources (Bridge, Castree). This research argues that an energy resource emerges from a set of relations woven between an energy source and a value perspective progressively associated to it. Thus, resource qualities are not given by the physical characteristics of the energy source (e.g. the diffuse and abundant solar radiation) but by the relations (material, social, spatial) woven around this source to associate it to several materialities (e.g. the electric grid, the roofs, the landscape) in order to construct its value. Within this framework, the energy resources sustainability is presented as a relational quality that emerges while the "associated milieu" (Simondon) of photovoltaic projects is being developed.

The thesis is organized around an inquiry about the emergence of photovoltaic cooperative projects (i.e. the "centrales villageoises") in the Rhône-Alpes region, which try to construct the solar energy resource in a collective and multidimensional manner (e.g. landscape, value redistribution) in the context of the early 2010s. The inquiry underlines that these projects rely on several heritages (e.g. networks of actors, skills and political visions) from a series of pioneering energy projects developed in Rhône-Alpes between the 1970s and the 1990s. Through these, the groupings of actors develop an ability to navigate in a national photovoltaic policy which does not seem facilitate their growth. Their contribution to the construction of sustainable energy resources rests on the ability of these collectives to constantly adapt themselves to overcome the many trials they face.

Keywords: resource, source, solar energy, photovoltaic, transition trajectories, sustainability, cooperative collectives, 'centrales villageoises', relational approach, associated milieu, hesitation space, Rhône-Alpes region, Natural Regional Parks.