



HAL
open science

Les technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) dans l’Axe-Seine : description des futurs possibles d un dispositif technique de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Jonas Pigeon

► To cite this version:

Jonas Pigeon. Les technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) dans l’Axe-Seine : description des futurs possibles d un dispositif technique de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Architecture, aménagement de l’espace. Université du Havre, 2016. Français. NNT : 2016LEHA0013 . tel-01692021

HAL Id: tel-01692021

<https://theses.hal.science/tel-01692021>

Submitted on 24 Jan 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.



Université du Havre
U.F.R des Lettres et Sciences Humaines
U.M.R 6266 IDEES/Le Havre
Ecole doctorale "Hommes, Sociétés, Risques et
Territoires"

Thèse
pour obtenir le grade de docteur de Normandie Université

Discipline : Aménagement de l'espace, Urbanisme

Les technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) dans l'Axe-Seine : description des futurs possibles d'un dispositif technique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Présentée et soutenue publiquement par :

Jonas PIGEON

Le 5 septembre 2016

Sous la direction de Benjamin Steck, Professeur, Université du Havre
et

Co-encadrée par Patrick Gravé et Olivier Joly, Maîtres de Conférences, Université du Havre

Composition du jury :

Mathieu Brugidou, Chercheur senior EDF/R&D, Science Politique, Groupe de Recherche Energie, Technologie et Société,
(Rapporteur)

Laurent Chapelon, Professeur, Aménagement de l'Espace, UMR GRED, Université Paul-Valéry Montpellier 3 (Rapporteur)

Patrick Gravé, Maître de Conférences, Sociologie, Université du Havre (Co-encadrant)

Olivier Joly, Maître de Conférences, Aménagement de l'espace, Urbanisme, Université du Havre (Co-encadrant)

Olivier Sirost, Professeur, Sociologie, CETAPS, Université de Rouen.

Benjamin Steck, Professeur, Professeur, Géographie, Université du Havre (Directeur).

Remerciements

Au terme de cette recherche je prends pleinement conscience de la dimension collective de l'expérience de thèse et je souhaitais donc remercier les différents protagonistes qui m'ont accompagné tout au long de ce travail. Mes premiers remerciements vont tout d'abord à mon équipe d'encadrement de l'Université du Havre, Patrick Gravé, Olivier Joly, Benjamin Steck, qui ont contribué à ma formation en tant que chercheur en sciences sociales et particulièrement sur les méthodes de traitements quantitatifs.

Au moment de mettre un point à ce manuscrit, je souhaitais remercier Laurent Chapelon et Mathieu Brugidou d'avoir accepté de rapporter sur cette thèse. Je souhaitais aussi remercier Olivier Sirost d'avoir accepté de faire partie de ce jury de soutenance de thèse.

Les résultats issus de cette recherche n'auraient pas eu cette dimension sans plusieurs appuis scientifiques, logistiques et financiers. Je voudrais en premier lieu remercier la chaire captage, transport et stockage du CO₂ qui m'a à la fois apporté une ouverture scientifique très stimulante au cours de ces années de travail, et m'a également permis de valoriser cette recherche à de fréquentes occasions. Je souhaiterais donc remercier l'ensemble de l'équipe de la chaire CTSC et plus particulièrement Denis Clodic, Joëlle Andrianarijaona, Emeline Lepetit et Bernard Gérard sans qui ce réseau de recherche n'aurait pu fonctionner. Par ailleurs, cette recherche n'aurait pu aboutir sans la participation de professionnels, de responsables associatifs, de chercheurs qui ont pris part aux entretiens et aux populations qui ont répondu à mon enquête. Je souhaiterais donc particulièrement remercier M. Khelifa Immoune qui a coordonné la passation des questionnaires sur les agglomérations de la CREA et de l'AUDAS, ainsi que la CCI du Havre qui a financé cette enquête.

L'expérience de thèse est également une aventure humaine, je souhaitais donc remercier, tout d'abord mes collègues doctorants, docteur, ingénieurs d'études, et plus particulièrement, Yan Mu, Kévin Crochemore, Stéphane Henry, Gabrielle Grandcamp, Emilie Ortiga, Catalina Santana, Ronan Kerbiriou, Félix Perrin, pour les cafés et les repas partagés. Je souhaitais aussi remercier l'équipe administrative du Cirtai et plus particulièrement Christelle Merrien. Je souhaitais par ailleurs remercier d'autres collègues chercheurs ou professionnels, avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger autour de ces travaux (Athanasé Bopda, Thierry Dezalay, Patricia Sajois, Albert Gueissaz, Guillaume Christen, Minh Ha-Duong, Olivier Labussière, Jules Donzelot, Juliette Duszynski, Jérôme Quillet)

Pour finir, l'achèvement de ce travail est également le fruit de la patience et de la présence de mes proches en particulier Catherine Leseigneur et Mingfei Jiang, Philippe Brard pour sa relecture attentive de ce manuscrit, ainsi que les autres amis avec qui j'ai eu l'occasion de me détendre et de me libérer de la pression de ce travail de recherche (François Mignot, Philippe Charpentier, David Brosse, Étienne Françoise, et bien d'autres)

Sommaire

Introduction Générale	9
I les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ : fonctionnement d'un système sociotechnique	41
Introduction de la première partie	43
1 Le CTSC comme modalité de réponse à la problématique du réchauffement climatique : genèse et fonctionnement d'un dispositif technique.	47
2 Utilisation effective ou projetée du CTSC : quelles attentes techniques pour ce dispositif en Europe du Nord ?	65
Conclusion de la première partie	94
II L'« L'Axe-Seine » : un espace géographique pertinent pour implanter les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ?	99
Introduction de la deuxième partie	101
3 Quelles dynamiques spatiales dans l'espace Axe-Seine ?	105
4 L'espace et ses usages : quels enjeux dans le territoire de l'Axe-Seine au regard d'une potentielle implantation des technologies de CTSC ?	147
Conclusion de la deuxième partie	192
III Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans « l'Axe-Seine » : quels imaginaires techniques associés à un dispositif en devenir ?	197
Introduction de la troisième partie	199

5	Le CTSC dans l'Axe-Seine : Conditions d'apparition et premières attentes relatives à un projet technique.	203
6	2012-2015 : vers une transformation des promesses techno-scientifiques relatives aux technologies de CTSC ?	241
	Conclusion de la troisième partie	285
	Conclusion Générale	288

Table des figures

1	Cadre d'analyse de la recherche (Pigeon 2015)	31
2	Différents systèmes de captage du CO ₂ (Source : IPCC 2005b)	50
3	Coût de transport du CO ₂ selon le mode (Source : IPCC 2005b).	51
4	Keahole Point	54
5	Matrice des politiques favorables au CTSC, selon le Global CCS Institute (Source : GCCSI 2013, p. 74)	66
6	Projets de CTSC en Norvège (Source : SCCS)	68
7	Répartition des sources d'émission de CO ₂ et réservoirs de stockage au Royaume-Uni (Source : DECC 2012).	80
8	Hub européen du CTSC en Écosse en 2050 (Source : SCCS 2012)	89
9	Schéma d'Aménagement Basse-Seine 1971	110
10	Représentation chorématique des dynamiques spatiales de la Basse-Seine (Pigeon 2015).	111
11	Les dynamiques spatiales du projet Axe-Seine	117
12	SRCAE dans la coordination des démarches territoriales d'aménagement (Source : CERTU 2010.)	124
13	Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur agricole (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)	126
14	Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur résidentiel (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)	127
15	Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur tertiaire (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)	128
16	Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur des transports (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)	129
17	Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)	130
18	Part des émissions de Gaz à effet de serre par secteur, dans les trois régions de l'Axe-Seine (Année 2005. Source : Pigeon 2015, d'après SRCAE.)	131
19	Part des émissions selon le secteur d'activité dans l'Axe-Seine en 2012.	133
20	Part des émissions de CO ₂ selon le secteur d'activité en Basse-Normandie.	134
21	Part des émissions de CO ₂ selon le secteur d'activité en Haute-Normandie	136
22	Part des émissions de CO ₂ selon le secteur d'activité en Île-de-France	137

23	Localisation des sites compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine en 2012 (Pigeon 2015).	138
24	Principales concentrations de sites compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine	140
25	Part de la population au chômage dans les communes de l'Axe-Seine (année 2011).	150
26	Part des professions intermédiaires dans les communes de l'Axe-Seine.	151
27	Occupations des sols dans l'Axe-Seine (Source : CORINE Landcover2006).	154
28	Typologie en cinq classes des opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC sur le plan factoriel 1-2.	158
29	Appellations d'origine contrôlée et protégée dans l'Axe-Seine.	165
30	Parcs Naturels Régionaux dans l'Axe-Seine.	167
31	Les Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Faunistiques et Floristiques dans l'Axe-Seine.	170
32	Nombre de débats publics dans l'Axe-Seine depuis 2003.	172
33	Scénarios de prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville (Source : GPMH).	174
34	Plan de localisation du Projet Port Seine Métropole Ouest (Source : Ports de Paris 2014.)	179
35	Trois scénarios soumis par RFF lors du débat Public (Source : RFF 2012.)	185
36	Zones de captage mutualisé dans la ZIP de l'Estuaire de la Seine (source : LE THIEZ 2009, p. 13)	221
37	Zones de captage mutualisé dans la ZIP de Port-Jérôme (source : LE THIEZ 2009, p. 13)	222
38	Zones potentiellement adaptées au stockage de CO ₂ dans le réservoir du Trias (Source : LE THIEZ 2009, p. 24)	226
39	Zones potentiellement adaptées au stockage de CO ₂ dans le réservoir du Dogger (Source : LE THIEZ 2009, p. 25)	227
40	Typologie des récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine (2006 – 2011.)	239

Liste des tableaux

1	Principales études et recherches relatives à l’Axe-Seine	121
2	Matrices des dimensions SRCAE	142
3	Typologie des opinions relatives à l’idée d’une utilisation des technologies de CTSC dans les agglomérations de Mantes en Yvelines et de Rouen (Pigeon 2015).161	
4	Débats publics dans l’Axe-Seine par département et types de projet.	172
5	Enjeux soulevés par le débat public relatif au prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville.	176
6	Enjeux soulevés lors du débat public Port Seine Métropole Ouest.	181
7	Enjeux soulevés par le débat public du projet Ligne Nouvelle Paris-Normandie. .	186
8	Enjeux soulevés par le débat public du projet Ligne Nouvelle Paris-Normandie suite.	187
9	Premiers récits relatifs aux technologies de CTSC dans la presse de l’estuaire de la Seine.	214

Introduction générale

La question du réchauffement climatique et de ses conséquences¹ fait partie des préoccupations politiques internationales depuis la fin des années 1980. L'influence des émissions anthropiques de CO₂ sur ce phénomène est scientifiquement avérée (IPCC 2007, p. 5). En 1988 un Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC)² a été créé sous l'égide du programme environnemental de l'ONU et de l'organisation météorologique mondiale. L'objectif de cette organisation est de fournir aux instances politiques mondiales, un panorama clair et précis de l'état des connaissances sur le changement climatique et ses impacts environnementaux et socio-économiques³. Le GIEC produit donc à une temporalité régulière des rapports de synthèses sur l'évolution du climat, mais aussi sur les technologies permettant d'atténuer ce changement climatique. Bien que variable au cours de cette période⁴, l'attention accordée au réchauffement climatique a néanmoins abouti à des engagements relatifs au contrôle des émissions de CO₂.

Au regard des travaux du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat) un seuil limite de 400 ppm (partie par million) de CO₂ dans l'atmosphère a été défini afin de ne pas dépasser un réchauffement du climat supérieur à deux degrés Celsius⁵. Pour tenir ces engagements réglementaires, des solutions techniques mais également des changements dans les pratiques sociales ont donc été envisagés. Ainsi aux recherches relatives aux dimensions techniques s'ajoutent des recherches sur la mise en place des technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Citons notamment des recherches relatives à l'adaptation des réglementations à ces technologies, aux incitations financières nécessaires à leur diffusion ou encore, à l'acceptabilité sociale de ces technologies. Cette recherche s'inscrit dans le contexte rappelé ici. Toutefois, dans ce travail nous ne nous interrogerons pas sur l'ensemble de ces technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre, ni sur le changement des pratiques sociales à proprement parler. Mener une telle réflexion serait bien ambitieux et une thèse n'y

1. Montée du niveau des océans, fréquence plus élevée d'événements climatiques exceptionnels tels que les sécheresses ou les inondations. Ces phénomènes naturels auront aussi des conséquences sociales et économiques (ex : déplacement de populations, recomposition des modes de vie, etc.)

2. GIEC ou *International Panel on Climate Change*.

3. <https://ipcc.ch/organization/organization.shtml>. Consulté le 7 mars 2016.

4. Nous pensons ici au protocole de Kyoto en 1997 qui a jeté les bases des réglementations relatives à la limitation des émissions de gaz à effet de serre, mais aussi à l'échec de la conférence de Copenhague, avec l'absence de mise en place d'un texte contraignant sur la limitation des émissions de gaz à effet de serre. http://www.lemonde.fr/le-rechauffement-climatique/article/2009/12/19/la-bilan-decevant-du-sommet-de-copenhague_1283070_1270066.html, consulté le 20 septembre 2014.

5. http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/128188_fr.htm consulté le 21 septembre 2014.

suffirait pas. Nous centrerons donc notre réflexion sur un dispositif technique particulier : le captage, transport et stockage du CO₂ (CTSC). Ces technologies ont émergé dans les années 1990 mais sont encore peu diffusées. Par conséquent, tant sur le plan technique que sur les dimensions économiques, sociales ou réglementaires, des recherches restent à mener. Dans cette réflexion, le dispositif technique sera envisagé en interaction avec des environnements sociaux. Nous n’aborderons donc pas les dimensions purement techniques du CTSC.

Ce dispositif technique concerne les industries fortement émettrices de CO₂ comme les centrales électriques au charbon ou au gaz, les industries pétrochimiques, les industries métallurgiques ou encore les cimenteries. Il se compose de trois volets – le captage, le transport et le stockage – et sa finalité est de capter les émissions de CO₂ issues des procédés industriels, de transporter celui-ci par conduites ou par navires, pour ensuite stocker ce gaz dans des réservoirs géologiques. Ainsi, en stockant le CO₂, l’impact de ces activités économiques sur le réchauffement climatique s’en trouverait-il réduit. Les experts du GIEC (IPCC 2005b) estiment en effet que la dépendance des sociétés humaines aux énergies fossiles se poursuivrait jusqu’au milieu du XXI^e siècle. De fait, l’utilisation d’un tel dispositif technique permettrait de limiter les conséquences les plus dramatiques du réchauffement climatique, en laissant suffisamment de temps pour bâtir un autre modèle de société utilisant davantage de sources d’énergie décarbonnée. Notre recherche relative aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ne s’intéresse pas à ce dispositif technique à l’échelle mondiale. Précisons donc maintenant ce sujet de recherche, ainsi que les éléments qui cadrent ce travail.

1. L’acceptabilité sociale des technologies de CTSC, une commande à questionner.

Cette recherche a été financée pendant trois ans par une chaire industrielle, la chaire CTSC qui associe l’Ecole des Mines de Paris et l’Université du Havre, ainsi que certains de leurs laboratoires respectifs. Cette chaire finance à la fois des recherches issues des laboratoires, mais aussi des thèses de doctorat dans de multiples disciplines autour des problématiques posées par la mise en place du CTSC. Citons notamment la géologie, la chimie, la mécanique, la gestion, le droit ou encore les mathématiques appliquées. Le sujet-commande proposé par cette chaire était intitulé de la façon suivante :

L’acceptabilité sociale des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ le long de l’Axe-Seine.

À la lecture de ce sujet, nous étions confrontés aussi bien au choix du positionnement à adopter pour travailler sur les technologies de captage, transport et stockage du CO₂, qu’à la délimitation de l’espace géographique sur lequel l’acceptabilité sociale de ces technologies devait être étudiée. Avant de revenir sur les différentes implications d’un tel sujet, rappelons également que dans les attendus du commanditaire, une enquête quantitative auprès d’un échantillon représentatif de la population de l’Axe-Seine était souhaitée. Pour mener à bien cette recherche nous

devions donc lever les implicites de ce sujet. Que signifie l'acceptabilité sociale des technologies de captage, transport et stockage du CO₂? Pour quelles raisons s'intéresser à l'acceptabilité sociale de ces technologies dans l'espace de l'Axe-Seine? Et comment définit-on cet espace? Revenons donc sur les présupposés d'un tel sujet de recherche et précisons notre posture théorique et méthodologique.

1.1 La notion d'acceptabilité sociale : quelques éléments de définition

Pour lever les implicites de notre sujet de recherche et ainsi comprendre ce que signifie l'acceptabilité sociale des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, définissons la notion « d'acceptabilité sociale ». Nous rappellerons dans un premier temps des exemples d'utilisation de cette notion dans les travaux en psychologie sociale et dans ceux qui ont trait aux énergies renouvelables. Enfin, nous examinerons l'utilisation qui est faite de cette notion pour le captage, transport et stockage du CO₂.

L'acceptabilité sociale dans une perspective psychosociologique

Pour le psychosociologue Somat (*L'acceptabilité sociale des technologies* 2009), *L'acceptabilité sociale est l'étude des attitudes et des contraintes sociales et normatives conduisant les usagers à recourir effectivement à une technologie donnée.*⁶

Cette première définition de la notion d'acceptabilité sociale cadre bien à première vue, avec l'objet de notre recherche. Cependant, elle ne semble pas correspondre à l'usage qu'en fait notre commanditaire. Ce dernier s'intéresse à l'acceptabilité sociale du captage, transport et stockage du CO₂ par les populations de l'Axe-Seine. Dans cette perspective, le cadre d'analyse psychosociologique (ici illustré par la définition de Somat) se révèle peu adapté. Une référence au modèle d'acceptation de la technique de Davis (DAVIS 1987), ou encore au modèle d'acceptabilité des systèmes de Nielsen (NIELSEN 1993), montre que ces cadres d'analyse se focalisent sur les utilisateurs. Recourir à ce type de cadre analytique ne nous permettrait pas de déterminer *l'acceptabilité sociale* des technologies de CTSC par les populations de l'Axe-Seine.

L'acceptabilité sociale dans la littérature relative aux énergies renouvelables.

La littérature relative à l'acceptabilité sociale des technologies d'énergie renouvelable précise toutefois la définition de cette notion. Wüstenhagen, Wolsink, et al. (WUSTENHAGEN, WOLSINK et BURER 2007) dans leur article intitulé *Social acceptance of renewable energy innovation : an introduction to the concept* tentent de définir le concept d'acceptabilité sociale pour le domaine des énergies renouvelables, par l'analyse de différentes recherches. Ces cher-

6. http://ens.univ-rennes1.fr/dess-dri/site/forum/fichier/5_acceptabilite_%20Alain_Somat.pdf consulté en décembre 2010.

cheurs parviennent à définir trois dimensions interdépendantes de l'acceptabilité sociale des énergies renouvelables : l'acceptabilité socio-politique d'une technologie, l'acceptabilité de cette technologie par une communauté d'habitants⁷ donnée et l'acceptabilité de cette technologie par le marché.

Selon ces chercheurs, l'acceptabilité socio-politique correspondrait à l'acceptabilité sociale au sens large. Il s'agit par exemple de l'acceptabilité des politiques environnementales menées par un gouvernement (ex : les taxes écologiques). Ces politiques doivent être acceptées par les populations, mais aussi par les parties prenantes clés susceptibles de freiner leur mise en place. Par exemple, ces chercheurs soulignent que, dans un premier temps, le soutien général aux technologies énergétiques vertes a conduit les décideurs à négliger le facteur d'acceptabilité sociale comme un facteur décisif pour la réussite de l'implantation de ces infrastructures dans un territoire donné.

La deuxième dimension de l'acceptabilité sociale définie dans cet article est l'acceptabilité de la communauté locale. Selon ces auteurs, cette notion est liée aux négociations et aux débats relatifs à l'installation des infrastructures d'énergie renouvelable dans un territoire donné. Ils s'intéressent ici à l'équité dans les procédures d'installation de ces infrastructures, ainsi qu'à l'équité par rapport aux inconvénients et aux avantages que subissent les populations habitant à proximité de ces installations. En effet, les populations accueillant les infrastructures d'énergie renouvelable ne doivent pas avoir le sentiment d'être lésées par rapport à d'autres populations. Cette dimension renvoie également à la notion de confiance envers les instances de contrôle, ainsi qu'à la notion de risque perçu. Ces deux questions ont notamment été abordées par Huijts (HUIJTS 2003, HUIJTS 2007) au sujet du stockage géologique de CO₂ sous un quartier résidentiel aux Pays-Bas. Dans son enquête, cette chercheuse montre notamment une défiance des populations vis-à-vis des intentions des industriels, mais aussi un manque de confiance dans l'expertise des acteurs associatifs. Les acteurs politiques semblent donc les plus compétents au regard de cette recherche pour implanter les technologies de CTSC.

Enfin, la question de l'acceptabilité par le marché concerne l'adoption de ces innovations techniques particulières par les consommateurs, par les investisseurs, et enfin à l'intérieur même d'une entreprise. Les chercheurs s'inspirent ici des travaux de recherche relatifs à la diffusion de l'innovation (ROGERS 2003), tout en signalant que ces innovations restent des types particuliers d'innovations techniques. Dans une telle perspective, l'existence d'un marché des énergies vertes pourrait avoir des conséquences sur l'acceptabilité sociale des énergies renouvelables. En effet, pour répondre à la demande des consommateurs, il serait nécessaire de développer ce type d'énergie. Or tous les pays n'ont pas la surface ou le potentiel suffisant pour développer de nombreuses infrastructures de production d'énergie solaire ou éolienne. A l'inverse, des pays ayant ce potentiel ne souhaiteront pas nécessairement le développer. De plus, Wüstenhagen, Wolsink et al. (WUSTENHAGEN, WOLSINK et BURER 2007) signalent que les politiques publiques ne facilitent pas toujours ces investissements ; ou encore que certaines entreprises n'adoptent pas ces technologies alors qu'une demande existe. Ce phénomène donne notamment lieu à la création

7. Le terme communauté est ici employé en référence au terme anglais de *Community*. Ce dernier fait ici référence à la fois au public en général, mais aussi au quartier, au voisinage.

de communauté d'habitants investissant dans ces infrastructures pour produire de l'électricité à partir des énergies renouvelables (YASUSHI, MAKOTO et TETSUNARI 2007).

Les travaux de Wüstenhagen et al. clarifient l'intérêt de notre commanditaire. Notre sujet-commande qui définit un dispositif technique à étudier, le CTSC, dans espace géographique précis, l'Axe-Seine, rapprocherait cette recherche de la notion d'acceptabilité territoriale de ces technologies. Or, nous ne pouvons nous inscrire dans cette démarche car dans l'Axe-Seine, le CTSC est peu diffusé⁸. Par conséquent, étudier les perceptions d'un échantillon représentatif de la population de cet espace géographique ne permettrait de mettre au jour que des perceptions générales de ce dispositif technique. En effet, aucun projet de CTSC d'échelle industrielle ne concerne pour le moment les habitants de l'Axe-Seine.

L'acceptabilité sociale dans la littérature relative aux technologies de CTSC

Dans la littérature relative à l'acceptabilité sociale des technologies de captage, transport et stockage du CO₂, cette notion est abordée par l'utilisation de multiples facteurs. Citons par exemple, l'influence de l'information (TOKUSHIGE, AKIMOTO et TOMODA 2007), l'influence du type d'information (ITAOKA et al. 2009), la perception des risques associés à l'utilisation de ces technologies (SINGLETON 2007) ou encore, l'influence de l'utilisation du CTSC sur le coût mensuel de l'électricité comparativement à d'autres énergies (REINER, CURRY et FIGUEIRDO 2006). Une telle démarche de recherche d'indicateurs ne clarifie pas la définition de la notion d'acceptabilité sociale. Les travaux réalisés par ces scientifiques ne questionnent jamais le dispositif de captage, transport et stockage du CO₂. Pour ces scientifiques, ces technologies semblent acceptables en elles-mêmes, voire indispensables pour faire face au réchauffement climatique. Ces partis pris traduisent une conception particulière du rapport Technique/Société. La technique est ici considérée comme autonome de la société qui serait susceptible de l'accepter ou de la refuser. Charge aux sciences sociales de montrer ce qui est acceptable dans ce dispositif technique.

1.2 Emploi de la notion d'acceptabilité sociale comme appréhension limitée d'un questionnement sur la technique

Selon nous, la notion d'acceptabilité sociale conduit à une appréhension limitée d'un dispositif technique comme le CTSC. Pour justifier cette affirmation, nous nous interrogerons tout d'abord sur le rapport Technique/Société induit par l'utilisation de cette notion. Ensuite, nous nous interrogerons sur l'emploi de cette notion dans les recherches d'aménagement de l'espace.

8. Dans l'Axe-Seine on dénombre seulement deux projets de captage du CO₂ sur la ZIP du Havre (EDF et Sedibex), un projet sur la ZIP de Port Jérôme (Air Liquide,) et un projet de captage de CO₂ par des micro-algues, dans la cimenterie de Gargenville. En revanche, aucun projet de stockage géologique de CO₂ n'est actuellement en cours.

L'acceptabilité sociale : la conception technique, une activité sociale autonome ?

L'emploi de la notion d'acceptabilité sociale présuppose une certaine conception des rapports Technique/Société. Souvent envisagée en aval de la conception d'un dispositif technique⁹, l'acceptabilité sociale renvoie à la conception de l'insertion sociale d'un dispositif technique, telle que se la représentent les ingénieurs ou les techniciens. Poser le problème en ces termes revient à considérer que la conception d'un dispositif technique suit une logique purement rationnelle. Une fois la technologie au point « techniquement », elle devrait pouvoir être mise en place hors du laboratoire sans rencontrer de fortes oppositions. Suivant une logique issue de la rationalité technoscientifique, une technologie qui fonctionne devrait de fait être acceptée. Les oppositions ne seraient donc que le fruit d'une incompréhension, de peurs, ou de réactions irrationnelles quant aux risques supposés d'une technologie (BARTHE 2006).

La sociologie des sciences et des techniques et plus particulièrement, la sociologie de l'Acteur-Réseau¹⁰ montre que cette autonomie de l'activité scientifique ou technique n'est pas réelle. Barthe (BARTHE 2006) affirme notamment dans son ouvrage *Le pouvoir d'indécision : la mise en politique des déchets nucléaires*, que les solutions retenues, concernant la méthode à adopter pour traiter la problématique des déchets nucléaires, sont le fruit d'arbitrages techniques, économiques, politiques et sociaux (Op. cit., p. 68). Plus généralement cette sociologie montre que les concepteurs de ces dispositifs techniques imaginent des scénarios d'utilisation, projettent une société dans laquelle ils attribuent des rôles aux humains et non-humains (AKRICH 1987; CALLON 1979; LATOUR 1992). Lorsque ces projets techniques sont mis en place, ces scénarios se concrétisent si les utilisateurs projetés rencontrent des utilisateurs réels (AKRICH 1987, p. 208). En revanche, il arrive que ces scénarios se voient modifiés par des intermédiaires comme les installateurs des dispositifs techniques. Dans l'article précédemment cité, Akrich revient sur l'exemple de la mise en place d'un système d'électrification par panneaux photovoltaïques. Les concepteurs de ce dispositif technique, soucieux de la durée de vie de l'équipement, ont introduit un système de coupure sur la batterie pour éviter que celle-ci soit trop chargée ou trop déchargée. Cependant, cette interruption automatique de l'électricité contraint les usages et les pratiques sociales des utilisateurs, comme le fait de regarder la télévision. Ces derniers s'en plaignent donc à l'installateur. Las d'être dérangé, ce dernier installa donc un système de court circuit sur les batteries (Op. cit., p. 215-216). Le scénario initial imaginé par les concepteurs de ce dispositif technique s'en trouve donc modifié. Ces apports théoriques montrent que dans une perspective sociologique, la notion d'acceptabilité sociale n'est pas pertinente. Les choix techniques relevant également d'arbitrages techniques, économiques, politiques et sociaux. Utiliser la notion d'acceptabilité sociale c'est *a priori* adhérer aux représentations des concepteurs de technologies concernant les modes d'utilisation adaptée des techniques et plus généralement, de la société dans laquelle ces dispositifs techniques s'inscrivent. Pour quelles raisons placer ces représentations sociales hors de la réflexion sociologique ? Pour Durkheim (DURKHEIM 1937), la rupture avec les prénotions est une des premières étapes nécessaire à l'observation des phé-

9. Notre recherche se situe dans ce contexte, les options techniques sont relativement arrêtées et notre recherche est davantage conçue comme intervenant après le verrouillage d'un dispositif technique.

10. Voir notamment LATOUR 1992, CALLON 1979, AKRICH 1987.

nomènes sociaux. La notion d'acceptabilité sociale ne répond donc pas aux exigences d'une démarche de recherche en sociologie. Qu'en est-il de l'utilisation de cette notion en aménagement de l'espace ?

Le NIMBY (Not In My Back Yard) : ou « l'inacceptabilité » sociale des projets d'aménagement.

Dans une perspective d'aménagement de l'espace, la question de l'acceptabilité sociale des projets d'aménagement est davantage abordée par l'acronyme NIMBY¹¹. Cette notion est en effet utilisée par les aménageurs ou les urbanistes pour décrire des oppositions, qualifiées d'égoïstes, aux projets d'infrastructures (O'HARE 1977). Dans la notion de NIMBY, nous identifions une logique similaire à celle présente dans la notion d'acceptabilité sociale. Qualifier les oppositions à certains projets d'infrastructures d'égoïstes, c'est considérer *a priori*, qu'un projet d'aménagement est porteur de l'intérêt général. De fait, celui-ci devrait être accepté par tous. Or dans la pratique, ces projets se voient opposer des intérêts qui relèvent tout autant de l'intérêt général. Lolive (LOLIVE 1997) montre, dans son analyse de l'implantation de la ligne TGV Méditerranée, la capacité de certaines associations à opposer au projet une autre définition de l'intérêt général. En s'appuyant sur des oppositions très localisées à ce projet, ces associations parviennent à fédérer les populations autour de thématiques comme la défense du paysage provençal. La procédure de débat public nécessaire à l'implantation de certains types d'infrastructures illustre aussi cette pluralité des définitions de l'intérêt général, soulevée par un projet d'aménagement. Dès lors, la notion de NIMBY – versant négatif de l'acceptabilité sociale – dans une recherche relative à la structuration des territoires conduirait à privilégier une définition de l'intérêt général, au détriment d'autres définitions possibles. Dans une perspective scientifique, justifier une telle posture semble peu aisé. Référons-nous notamment au principe de neutralité axiologique défendu par Weber (M. WEBER 1917). Utiliser la notion NIMBY place de fait le chercheur au service d'une commande, or ce n'est pas son rôle.

Tant les travaux de la sociologie de l'acteur-réseau, que certains travaux d'aménagement de l'espace montrent que la notion d'acceptabilité sociale ainsi envisagée ne relève pas d'une démarche scientifique. De fait, la commande qui nous est confiée ne pourra être traitée en ces termes. La pluralité des définitions de l'intérêt général soulevée par un projet d'aménagement (qui s'apparente aux transformations rencontrées par un projet technique, au fil de son évolution) sont à prendre en compte dans notre réflexion. Mais avant de détailler notre approche, poursuivons le questionnement des implicites de cette commande. Comment le commanditaire définit-il l'Axe-Seine ? Pour quelles raisons ce territoire lui semble-t-il pertinent pour mettre en place le captage, transport et stockage du CO₂ ?

11. Nous citons cette acronyme mais nous pourrions faire référence à bien d'autres (ex : NUMBY *Not Under My BackYard*, LULU *Locally Unwanted Land Use*, BANANA *Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything*, NOPE *Not On Planet Earth*, NIMTO *Not In My Term of Office*).

2. L’Axe-Seine un espace privilégié pour l’utilisation des technologies de CTSC ?

Le choix du commanditaire pour cet espace géographique reste imprécis. Dans le sujet-commande, seules les deux bornes de l’Axe-Seine, Le Havre et Paris, sont précisées. Cependant, nous disposons d’une étude réalisée par l’entreprise Géogreen (LE THIEZ 2009) relative à la mise en place de ces technologies dans l’Axe-Seine. Dans ce travail, nous avons identifié deux éléments justifiant la pertinence du CTSC dans cet espace géographique : l’importance des émissions de CO₂ issues de l’industrie lourde (notamment des Zones Industriales-Portuaires (ZIP) du Havre et de Port-Jérôme), mais aussi la présence d’aquifères salins, des nappes d’eau souterraines saturées en sel, potentiellement utilisables pour stocker le CO₂ capté. En raison de ces caractéristiques, cet espace géographique semblerait donc pertinent pour développer une chaîne complète de CTSC (du captage au stockage du CO₂) à l’échelle industrielle. Rappelons notamment que les émissions de CO₂ issues des industries de production d’énergie dans l’Axe-Seine représentaient 32% du total des émissions de CO₂ de ce secteur en France pour l’année 2000¹². Ces éléments justifient probablement le choix de l’espace géographique défini par le commanditaire. Interrogeons-nous toutefois sur la terminologie proposée par ce dernier. Pourquoi utiliser les termes « Axe-Seine » ?

Les documents mis à notre disposition par le commanditaire ne permettaient pas de répondre à cette question. En revanche, l’emploi de cette terminologie fait écho à un projet d’aménagement du territoire lancé par l’État en 2008. Le gouvernement souhaitait alors permettre à la ville de Paris de rester une ville-monde. Afin de structurer la réflexion sur ce projet, un concours d’architecture fut organisé. Le projet porté par l’équipe Grumbach remporta ce concours. Cette équipe considérait que toutes les villes-monde possèdent un port qui les relie aux flux mondialisés. Elle proposa par conséquent d’étendre la métropole parisienne le long de la vallée de la Seine, le Havre devenant ainsi le port de Paris (GRUMBACH 2009)¹³. Par ailleurs, l’ambition de l’équipe Grumbach était aussi de limiter les impacts environnementaux de la métropole parisienne. Elle souhaitait faire de l’Axe-Seine « la métropole de l’après Kyoto ». Par la suite, les élus, les chambres de commerces et les grands ports maritimes se sont emparés de ce projet. Les ports de l’Axe-Seine se sont notamment fédérés dans un groupement d’intérêt économique, HAROPA (Le Havre-Rouen-Paris) pour coordonner leurs activités dans cet espace. Le choix des termes « Axe-Seine » par le commanditaire n’est donc pas anodin. Cette terminologie laisse supposer une volonté d’inscrire l’utilisation du CTSC dans un projet d’aménagement plus global qui comporte aussi un volet environnemental. Nous pouvons faire l’hypothèse que le commanditaire envisage le CTSC comme un moyen pour construire « la métropole de l’après Kyoto ».

La réflexion sur l’aménagement de la vallée de la Seine comme unité spatiale est relativement ancienne. Le Schéma d’Aménagement et d’Urbanisme de la Région Île-de-France (SDAURIF) de

12. Pourcentage réalisé sur la base des données EIDER <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/Eider/tables.do> consulté le 21 septembre 2014.

13. Lui-même s’inspirant du projet de François Ier en 1517, lors de la fondation du Havre.

1965 envisageait déjà un tel projet¹⁴. Face à l'accroissement démographique de l'agglomération parisienne et la volonté de maintenir la qualité de vie des habitants de la capitale, les concepteurs du SDAU de 1965 préconisent de structurer l'urbanisation de l'agglomération autour d'axes préférentiels. Ces derniers s'appuient sur les axes de communication existants. La vallée de la Seine faisait partie des axes de développement retenus (SDAURIF 1965, p. 82-95). La mission gouvernementale d'aménagement de la Basse-Seine propose en 1968 et 1971 un nouveau schéma d'aménagement de ce territoire. Ce schéma manifeste par exemple la volonté de créer une ville nouvelle au Vaudreuil pour équilibrer le développement de l'agglomération de Rouen, ou encore la construction d'un nouveau pont en aval du pont de Tancarville¹⁵. Ces éléments montrent donc que cet espace est approprié de longue date, dans son unité comme objet de l'aménagement, mais aussi l'objet de projets futurs.

3. Le CTSC dans l'Axe-Seine : instrument d'un futur possible pour cet espace ?

Comme le montre notre problématisation du sujet-commande proposé par la Chaire CTSC, s'interroger sur les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine revient à considérer ces dernières dans une perspective sociotechnique (BIJKER, HUGHES et PINCH 1989). Dans cette perspective, les dimensions techniques du captage, transport et stockage du CO₂ sont donc pour nous indissociables des dimensions juridiques, sociales, économiques ou réglementaires. Par ailleurs, comme nous l'avons signalé auparavant ces projets techniques scénarisent la société dans laquelle ils s'implantent. Ainsi, le projet d'implanter les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est-il porteur d'une représentation d'une utilisation de ce dispositif technique dans cet espace géographique. De plus, notre définition de l'Axe-Seine laisse supposer que cet espace géographique est un territoire, car il est considéré comme tel par les acteurs de l'aménagement. Dans la définition de Colletis et Rychen (2004, p. 217), la notion de territoire se subdivise en trois niveaux : l'entité territoriale telle que déterminée par ses frontières, le territoire comme *vecteur de l'action de l'homme sur l'espace tant dans la réalisation de ses activités courantes, que dans ses actions d'aménagement*, et enfin, un territoire dans sa perspective relationnelle qui comprend *l'ensemble des structures auxquelles appartiennent les individus (...) qui jouent un rôle dans leur processus de décision*. Ces éléments d'histoire de l'Aménagement, ainsi que la définition de la notion de territoire évoqués ici montrent que l'Axe-Seine s'apparente à un territoire ou du moins à un système territorial. Cependant, c'est aussi un espace projeté comme l'illustre la proposition de Grumbach. Nous devons envisager le projet de captage, transport et stockage du CO₂ en tenant compte de la dynamique particulière de cet espace géographique, elle aussi porteuse d'un futur possible (« La métropole de l'après Kyoto »).

14. <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/documents-cartographiques-du-a968.html> consulté le 21 septembre 2014.

15. http://www.cdu.urbanisme.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/003_BET_Val_de_Reuil_texte.pdf consulté le 8 novembre 2014

Au regard de ces éléments de définition, la question initiale de cette recherche se formule ainsi :

Dans une perspective du développement durable de l'Axe-Seine, comment les parties prenantes de cet espace mobilisent-elles les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pour atteindre cet objectif?

S'interroger ainsi sur les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine revient à poser les questions suivantes : Quelles sont les représentations du CTSC pour les différentes parties prenantes de cet espace ? Comment ces représentations ont-elles évolué ?

Quelles sont les représentations du développement durable de l'Axe-Seine pour ces parties prenantes ?

Quelles relations existe-t-il entre ce projet de CTSC et le projet de développement de l'Axe-Seine ?

Et enfin, quelles pourraient être les limites à l'implantation d'un tel dispositif dans ce territoire ?

Pour répondre à ces différentes questions, détaillons les éléments théoriques sur lesquels nous nous appuyerons. Dans la critique du sujet, nous avons rappelé l'importance de l'interdépendance entre technique et société, ainsi que la nécessité de ne pas restreindre notre attention à une seule définition de l'intérêt général. Ces éléments conceptuels constituent donc un socle théorique sur lequel nous nous appuyerons. Dans cette recherche nous nous trouvons toutefois dans une situation particulière. Étant donné l'état d'avancement du projet de CTSC dans l'Axe-Seine, qui relève presque à l'heure actuelle de *l'utopie* technique, notre recherche ne s'intéressera pas aux processus concrets d'implantation des infrastructures de CTSC dans l'Axe-Seine. Dans ce travail, notre regard se portera donc davantage sur les visions et les représentations de ce dispositif technique, présentes dans des *scénarios*, dans la presse ou encore, dans les discours des parties prenantes investies dans l'Aménagement de l'Axe-Seine. S'intéresser à ces représentations, c'est en somme tenter de comprendre les visions actuelles d'un futur de cet espace géographique dans lequel le CTSC pourrait jouer un rôle. Dans cette recherche, nous nous interrogerons en fait sur les attentes et les « espoirs » relatifs à l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ et leur articulations avec les représentations du Futur de l'Axe-Seine.

Le Futur : un objet particulier pour les Sciences Humaines et Sociales ?

En Sciences Humaines et Sociales, l'analyse du Futur comme le souligne Adam (ADAM 2004)¹⁶ est présente dès les premières recherches en Sciences Sociales. Comme elle le signale, Condorcet, Saint-Simon ou Comte s'interrogeaient déjà sur le rôle des sciences humaines et sociales dans la construction d'une société future. Selon elle, ces derniers se considéraient comme des créateurs de futur chargés de pousser la société vers la modernité, le progrès scientifique et technique. Pour ces précurseurs, les chercheurs en sciences sociales devaient avoir comme

16. Sociologue et Philosophe Britannique.

objectif de guider ce progrès technique afin d'améliorer la société. Cependant, comme le rappelle ensuite Adam, cette préoccupation de la sociologie pour le futur a par la suite été mise en retrait jusqu'aux années 1960. Dans cette seconde période d'intérêt relative à la question du Futur en sociologie, Adam identifie deux types d'orientations poursuivies par la sociologie pour aborder le futur. Selon elle, les sociologues britanniques ont principalement abordé le futur en définissant des modèles statistiques toujours plus raffinés pour anticiper le futur. Ils sont à l'origine de ce que l'on appelle maintenant la prospective ou la futurologie, c'est-à-dire un processus de construction de futur. A l'inverse, un groupe de sociologues des Etats-Unis a, quant à lui, abordé cette question en s'intéressant aux « images du futur » véhiculées dans la société (BELL et MAU 1971). Selon Adam, cette orientation vers la question du futur s'est construite à la fois sur une opposition de ces sociologues à l'approche fonctionnaliste de la sociologie parsonnienne et à une sociologie comme science uniquement au service de la demande politique, d'informations quantitatives. L'objectif de ces sociologues est donc d'identifier ces représentations du futur, mais aussi, comme les précurseurs des sciences sociales, de guider la société vers un futur meilleur.

Actuellement la recherche de compréhension du futur représente de nouveau un enjeu pour les Sciences Humaines et Sociales. Comme le souligne Giddens (GIDDENS 1999), les sociétés modernes sont orientées vers le Futur, elles cherchent à le contrôler à le coloniser. La poursuite de projets scientifiques et techniques projette les sociétés vers le futur. La question des conséquences techniques de l'utilisation de l'énergie nucléaire ou l'utilisation des nanotechnologies sont de bons exemples d'une projection des sociétés vers le futur. Observons dans les paragraphes qui suivent l'appréhension du Futur par les chercheurs en Sciences Humaines et Sociales au regard de ces deux approches. Nous caractériserons ensuite l'approche défendue dans ce travail de thèse relative aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine.

La prospective : modalité de construction des « futurs » techniques et des « futurs » territoriaux

Pour définir la démarche prospective, référons-nous à la définition donnée par Mermet (MERMET 2004, p. 208). Ce sociologue définit ainsi la prospective :

Le terme de prospective désigne ici toute démarche qui consiste à construire, en mettant en œuvre des méthodes clairement explicitées (méthodes de scénarios, de modélisation, de consultation d'experts...), des conjectures sur l'évolution du futur d'un système humain, économique, écologique, dans un contexte où existent des enjeux de décisions sous controverse.

Nous pourrions compléter cette définition en signalant que toute démarche prospective a pour ambition de répondre aux deux questions suivantes : que peut-il advenir ? Que pouvons-nous y faire ? Ces deux questions illustrent les deux facettes de ce type de démarche. La première est exploratoire et cherche à identifier par des méthodologies de scénarisation ou de modélisation des futurs possibles. La seconde a, quant à elle, pour objectif de définir les moyens d'atteindre un futur désirable (DE JOUVENEL 2004).

En France, des démarches prospectives ont souvent été mobilisées dans le cadre de l'Aménagement du Territoire. La Direction à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale (DATAR) est notamment connue pour ses exercices de scénarisation relatifs au Futur du Territoire français. Citons par exemple, le scénario de l'inacceptable, scénario tendanciel de la France en l'an 2000, ou encore plus récemment, la démarche Territoires 2040 menée entre 2010 et 2012. Selon Julien, Lamonde et Latouche (JULIEN, LAMONDE et LATOUCHE 1975) les premiers travaux de prospective réalisés à la DATAR avait pour but fondamental de fixer des objectifs d'aménagement et les moyens de les atteindre en analysant les interactions entre le développement socio-économique et l'utilisation de l'espace (Op. cit., p. 39). La démarche Territoire 2040 est, quant à elle, plus nuancée. Comme le souligne Vanier (VANIER 2009), la méthodologie de scénarisation retenue pour la démarche Territoire 2040 est exploratoire. Elle refuse l'exercice de scénarisation classique qui conduit selon lui à décrire des horizons univoques ou encore à extrapoler des tendances lourdes. La démarche territoire 2040 fonctionne par ateliers d'experts qui s'expriment en tant que personnes et non en tant qu'institution sur des futurs possibles associés au territoire français. Cette démarche qualitative de scénarisation souhaite donc caractériser des futurs hétérogènes pour 2040.

Excepté pour la démarche Territoire 2040, nous observons ici comme le souligne Adam (ADAM 2004) que l'objectif de la prospective est de construire une vision du futur qui est normative. La deuxième question *Que pouvons-nous y faire ?* à laquelle doit normalement répondre une démarche prospective rappelle bien cette dimension. Cependant, comme le montre Adam, les sciences sociales ont aussi abordé la question du futur en analysant ces scénarios construits par la prospective technoscientifique. Observons les enseignements de ces travaux.

Aborder la question du futur en Sciences Humaines et Sociales : une analyse compréhensive des scénarios technoscientifiques.

Pour Adam, le Futur n'est pas simplement abordé par les sciences sociales sous l'angle de la construction normative telle que l'entreprennent les premiers travaux de prospectives. Ces constructions du Futur peuvent en elles-mêmes être des objets d'études pour les sociologues. Selon Adam, Bell et Mau (BELL et MAU 1971) sont les premiers sociologues américains, dans les années 1960, à réintégrer la question du futur dans le champ de la sociologie. Ces chercheurs considèrent que le passé comme le futur ont une interprétation particulière dans le présent. Ils ajoutent que ces passés influencent les visions du futur dans un groupe social donné. Bell et Mau proposent donc d'étudier des *images du Futur* présentes dans une société donnée. Pour eux, la notion d'image du futur est une attente relative à un état de choses à venir dans le futur (Op. cit., p. 23). Ces images du Futur peuvent selon Bell et Mau être partagées par plusieurs groupes sociaux ou encore, être considérées comme désirables ou non. Ces images peuvent être intentionnellement manipulées par certains groupes sociaux et influencer l'orientation des comportements ainsi que le processus de décision politique (Op. cit., p. 24).

Ces recherches sociologiques abordant ainsi le futur ont eu une influence sur les travaux menés

sur ces questions en sociologie des sciences et des techniques dans les années 2000. Les exercices de projection vers le futur sont en effet particulièrement présents dans la pratique des sciences et des techniques. Les sociologues des sciences et des techniques ont donc développé des approches particulières pour analyser ces projections dans le futur. Revenons ici sur les principaux concepts.

Comme nous l'avons souligné précédemment, la sociologie de l'acteur-réseau a révélé les processus de scénarisation présents au cœur des projets techniques (AKRICH 1987). Dans les années 2000, les chercheurs en sociologie de sciences et des techniques se sont plus particulièrement tournés vers l'analyse des attentes ou des promesses relatives à la technique (BROWN et MICHAEL 2003, BORUP et al. 2006). Ces derniers considèrent en effet que les nouvelles technologies ou les nouvelles découvertes scientifiques n'existent pas en elles-mêmes, mais sont structurées par l'imagination et les visions des scientifiques ou des ingénieurs relatives à un dispositif particulier (Op. cit., p. 285). Ces attentes et ces promesses guident la conduite des activités scientifiques et techniques relatives à un dispositif particulier au cours du processus d'innovation. Elles sont performatives. Les promesses techniques permettent notamment d'aller au-delà de la sphère des scientifiques et de mobiliser des réseaux économiques et politiques pour soutenir le développement d'un dispositif technique ou d'un programme scientifique. En somme, les promesses ou les attentes techniques permettent de coordonner les activités au cours du processus d'innovation et de gérer les incertitudes. Borup et al. définissent le concept d'attente ou de promesse technique comme des *représentations à un instant t de situations et de possibilités technologiques futures* (Op. cit., p. 286). Ajoutons par ailleurs, en nous référant aux travaux de Brown et Michael, que ces attentes ou ces promesses techniques varient selon les acteurs en présence mais aussi au cours du processus d'innovation et des évolutions techniques (BROWN et MICHAEL 2003, p. 4). Les sociologues proposent donc d'analyser ces promesses techniques pour comprendre les « futurs » associés à ces projets technoscientifiques. Comme le soulignent notamment Brown et Michael, les chercheurs en sciences sociales doivent envisager le futur comme un objet analytique et pas simplement comme un espace temporel neutre, sur lequel des attentes peuvent être projetées. Il est selon eux nécessaire d'analyser comment le futur est mobilisé au cours des actions présentes pour rassembler des ressources, coordonner des activités et gérer l'incertitude. Ici, nous observons une tendance inverse à celle des premiers travaux de prospective dont l'objectif était de définir un futur souhaitable et d'établir les moyens d'y parvenir.

Les travaux de la sociologie des attentes et des promesses techniques résumés ici restent centrés sur le monde scientifique comme porteur de ces constructions des « futurs ». Les projets technoscientifiques sont cependant aussi lancés, guidés, et soutenus par des instances politiques. Pour analyser cette dynamique Jasanoff et Kim proposent le concept d'imaginaire sociotechnique (JASANOFF et KIM 2009, JASANOFF et KIM 2015). Pour ces sociologues des sciences et des techniques, la Science et la Technique ne transcendent pas la réalité mais sont inscrites dans les pratiques sociales. Ces dernières orientent les recherches technoscientifiques autant qu'elles sont elles-mêmes structurées par ces découvertes scientifiques et techniques. Pour ces chercheurs, les façons de connaître le monde, qu'il soit naturel ou social, sont inséparables des façons dont

nous choisissons d'y vivre. (JASANOFF 2004). Dans cette perspective de recherche, Jasanoff et Kim définissent ainsi les imaginaires sociotechniques.

« Nous définissons les imaginaires sociotechniques nationaux comme des formes de vie et d'ordre social collectivement imaginées qui influencent la conception et l'accomplissement de projets scientifiques et/ou technologiques d'échelle nationale » (JASANOFF et KIM 2009, p. 120).

Le concept d'imaginaire sociotechnique défini ici complète la notion de promesse technoscientifique. Ici, l'ambition des chercheurs n'est pas simplement d'analyser le futur projeté d'un dispositif technique, mais de comprendre comment les institutions politiques projettent un ordre social futur et structurent les recherches scientifiques et techniques pour y parvenir. Détaillons maintenant comment nous utiliserons ces approches du Futur en Sciences Humaines et Sociales au cours de cette recherche.

Comment analyser le futur des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine ? Le choix d'une approche compréhensive.

Les différentes approches de la question du futur par les Sciences Sociales résumées dans la section précédente illustrent d'une part l'existence d'approches normatives, relevant de la prospective stratégique, et d'autre part des approches plus exploratoires ou compréhensives du Futur. Notre critique de la notion d'acceptabilité sociale, et notamment son caractère normatif concernant la définition du rapport Technique/Société, nous conduit à rejeter les démarches de prospective stratégique. En effet, une prospective stratégique des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine nous conduirait à élaborer un scénario dans lequel la mise en place de ces technologies est souhaitable, puis de détailler les moyens de parvenir à cet objectif. Dans notre recherche, nous analyserons donc les promesses technoscientifiques relatives aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, ainsi que les imaginaires sociotechniques présents dans ce territoire et associés à ces technologies. Précisons maintenant, l'utilisation de ces concepts dans le cadre de notre recherche.

Quelles promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC ?

Dans les recherches relatives au CTSC, cette approche est mobilisée par Hansson (HANSSON 2012). Ce chercheur en sciences sociales s'interroge sur les relations entre scénarios de mise en place du CTSC aux échelles internationale et européenne, et les politiques utilisées pour déployer ces technologies. Hansson observe alors dans ces scénarios, une représentation du CTSC comme techniquement au point, sans risque, dont le développement est uniquement limité par des contraintes sociales ou politiques. Dans ces documents, le captage, transport et stockage du CO₂ est présenté comme une solution incontournable pour limiter le réchauffement planétaire. Il rappelle cependant que ces scénarios s'appuient essentiellement sur des estimations, ou des

analogies avec d'autres technologies similaires. Selon lui, raisonner sur de telles données présente donc de sérieuses limites. Selon Hansson, les experts sous-estiment les facteurs limitant la diffusion de ce dispositif technique. Selon ce chercheur, le coût du stockage ou l'absence d'arrêt du nucléaire seraient les seuls facteurs limitants pris en compte dans certaines études. Pour autant, cela n'empêche pas les institutions d'établir des politiques de déploiement du CTSC à partir de ces données. Les attentes vis-à-vis des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ sont donc très importantes et guident l'action politique. Or, comme le souligne Hansson, dans la pratique le déploiement de ces technologies n'est pas couronné de succès comme l'anticipaient ces scénarios.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéresserons à la fois au scénario des technologies de CTSC pour l'Axe-Seine, mais aussi aux attentes vis-à-vis de ce dispositif technique dans un environnement plus large, celui des parties prenantes investies dans l'aménagement de l'Axe-Seine. Comprendre les attentes de ces parties prenantes vis-à-vis des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est selon nous décisif. En raison de la dimension performative de ces représentations d'un futur technique, il nous sera possible d'identifier comment le CTSC est susceptible d'être mis en place dans l'Axe-Seine¹⁷. Les attentes techniques (*technological expectations*) se caractérisent toutefois par un contexte spatio-temporel. Elles sont donc susceptibles d'évoluer au cours du temps et des améliorations des techniques elles-mêmes. Nous proposons d'utiliser le concept de cycle d'attention (DOWNS 1972) pour analyser les évolutions des représentations de ce dispositif technique pour les acteurs de l'Axe-Seine.

Le concept de cycle d'attention a été initialement conçu par Downs (1972) (politologue et économiste) pour comprendre l'attention accordée aux problématiques environnementales dans les sphères politiques et médiatiques. Downs avait en effet identifié six étapes dans la médiatisation des problèmes environnementaux : 1. l'étape pré-problème (*The pre-stage problem*) où les problèmes d'environnement ne font pas l'objet d'une grande attention de la part des médias et des populations ; 2. la découverte alarmante (*alarmed discovery*) qui traduit une prise de conscience par les populations de la problématique environnementale ; 3. la réaction euphorique (*euphoric reaction*) vis-à-vis des solutions disponibles pour résoudre le problème ; 4. la prise de conscience des coûts (*realising the cost of significant progress*) de ces solutions ; 5. le déclin graduel de l'intérêt public (*gradual decline of intense public interest*) qui est lié aux coûts sociaux et économiques de ces solutions ; 6. et enfin, l'étape post-problème (*post-problem stage*) qui traduit une résurgence périodique de cette problématique dans la sphère médiatique. Selon Downs, l'attention face à une problématique environnementale est tout de même plus importante à la fin du cycle qu'au début, car des institutions ont été créées pour répondre aux problèmes environnementaux et elles perdurent.

Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ font partie des solutions de la problématique du réchauffement climatique. Shackley et Evar (2012) — spécialistes des perceptions et de la gouvernance du CTSC — ont donc appliqué ce concept de cycle d'attention, à ces techno-

17. Cette attention davantage portée sur les acteurs du territoire est également liée à la commande de la Chaire CTSC qui insistait sur une compréhension des sphères autres que celles considérées comme techniques. De fait, nous n'avons pas enquêté auprès d'industriels.

logies. Ils se sont donc intéressés à l'émergence de ce dispositif technique sur les scènes politiques et médiatiques à l'échelle internationale, et à l'échelle plus particulière du Royaume-Uni. Shackley et Evar montrent tout d'abord que l'intérêt des organisations politiques internationales pour le CTSC a débuté dans le milieu des années 1990 pour les États précurseurs. Dans les années 2000, la nécessité de mettre en place des politiques de réductions des émissions de gaz à effet de serre, via l'utilisation d'autres sources de production d'énergie, est selon eux, devenu un enjeu majeur. Les évaluations scientifiques des différentes options techniques possibles ont amené les institutions internationales à considérer le CTSC comme une solution pertinente pour réduire efficacement les émissions de CO₂. De plus, en s'installant sur des sites industriels existants, ces infrastructures entraînaient peu de changements sociaux et organisationnels comparativement à d'autres sources d'énergie. A l'enthousiasme des débuts, succède un scepticisme grandissant concernant la mise en place de ces technologies. Shackley et Evar rappellent les incertitudes entourant les coûts d'un tel dispositif technique. Ils illustrent aussi ce scepticisme en faisant référence à une succession d'annulations de projets de captage, transport et stockage du CO₂, des financements incomplets pour les subventionner, ainsi que l'opposition grandissante de certaines ONG environnementales et des populations. L'analyse de la presse environnementale anglaise souligne aussi un accroissement des opinions négatives vis-à-vis de ce dispositif technique. Dans la conclusion de ce chapitre, Shackley et Evar montrent que finalement, la question que pose véritablement la mise en place des technologies de CTSC réside à la fois dans l'actualité de la question du changement climatique sur l'agenda politique et sur les choix techniques à engager, dans une situation d'incertitude.

Dans cette recherche, nous réutiliserons ce concept de cycle d'attention pour retracer l'histoire des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine. Cette approche permettra d'une part de comprendre le problème initial à l'origine de ce projet technique¹⁸. D'autre part, cela nous permettra également d'observer les transformations des attentes techniques relatives au CTSC.

Quels imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine ?

Comme nous l'avons signalé dans la section précédente, analyser les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine ne semble pas suffisant pour appréhender la problématique du futur des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. L'analyse des imaginaires sociotechniques, concept défini par Jasanoff et Kim (JASANOFF et KIM 2009), semble également nécessaire. Le projet d'Axe-Seine, proposé par l'équipe Grumbach en 2008 poursuit l'objectif de faire de la vallée de la Seine la « Métropole de l'après Kyoto ». Pour atteindre cet objectif, l'étude proposée par l'équipe Grumbach se réfère au concept de l'économie circulaire. En 1989, Frosch et Gallopoulos (FROSCHE et GALLOPOULOS 1989), deux ingénieurs du laboratoire de recherche de General Motors sont parmi les premiers à développer le concept

18. Projet qui a de fait, donné lieu à la formalisation et à la formulation d'un sujet-commande pour une recherche en sciences sociales.

d'économie circulaire. Frosch et Gallopoulos observent tout d'abord qu'une généralisation du standard de vie des démocraties occidentales à la planète entière aurait un impact considérable sur la production de déchets. Ils font par exemple l'hypothèse qu'une population de 10 milliards d'habitants en 2030 adoptant un tel standard de vie générerait 400 milliards de tonnes de déchets par an (Op. cit., p. 144). Pour Frosch et Gallopoulos ce standard ne serait tenable qu'une dizaine d'années au regard de la quantité de déchets produits et de l'épuisement des ressources. Ces ingénieurs proposent donc ensuite d'optimiser le recyclage des déchets. Ils proposent donc de créer des écosystèmes industriels où les déchets d'une industrie pourraient devenir une ressource pour les industries voisines. Frosch et Gallopoulos considèrent l'écosystème comme un idéal-type duquel les industries devraient se rapprocher, mais ce dernier reste inaccessible car le recyclage nécessite toujours l'utilisation d'énergie.

L'équipe Grumbach (GRUMBACH 2009) s'appuie pleinement sur ce concept d'économie circulaire pour concrétiser la métropole de l'après Kyoto. Cependant, ce concept d'écosystème industriel est dans le projet Grumbach généralisé à l'ensemble des composantes de l'Aménagement du Territoire (habitat, mobilités, activités économiques) pour lesquels les flux sont analysés (Op. cit., p. 77). Ainsi le projet de l'équipe Grumbach soutenu par le gouvernement dès 2009 s'appuie-t-il pleinement sur l'imaginaire sociotechnique de l'économie circulaire.

Des promesses technoscientifiques et des imaginaires sociotechniques structurés par des jeux d'acteurs

Les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC ainsi que les imaginaires sociotechniques décrits précédemment peuvent être multiples et varier selon les parties prenantes en présence. Les parties prenantes de l'Axe-Seine sont en effet impliquées dans des organisations et des *jeux d'acteurs*, qui structurent en partie leurs actions, ainsi que les informations dont ils disposent (CROZIER et FRIEDBERG 1977)¹⁹. Dans notre recherche, nous estimons que l'appartenance organisationnelle des parties prenantes structure les attentes techniques associées aux technologies de CTSC, mais aussi les imaginaires sociotechniques. L'identification des attentes techniques et des imaginaires sociotechniques pour différentes parties prenantes permettront probablement de déduire les stratégies sous-jacentes à l'utilisation de ces technologies. Ce dispositif technique est en effet susceptible de permettre à certaines parties prenantes de l'Axe-Seine de conserver leurs positions dans les *jeux d'acteurs* dans lesquels elles sont investies. Les Grands Ports Maritimes (GPM) en tant que gestionnaires de zones industrielles verraient probablement dans ce système un nouveau service à proposer aux industries. Ainsi resteraient-ils potentiellement compétitifs face à d'autres ports dans la résolution de problématique des émissions de CO₂, grâce à une telle technologie.

Au-delà d'une compétition entre des ports de régions différentes, nous supposons que le CTSC

19. Crozier et Friedberg privilégient le concept de *jeu* au concept de *rôle*. Le concept de jeu permet selon eux de concilier la prise en compte de la contrainte des structures et la liberté des acteurs. Ces derniers font des choix parmi des stratégies disponibles leur permettant de tirer partie de l'organisation dans laquelle ils se trouvent. Le concept de rôle ne se focaliserait selon Crozier et Friedberg que sur l'influence des contraintes de l'organisation sur l'action des individus.

pourrait également être envisagé comme un moyen de maintenir ou de recomposer les positions des différentes parties prenantes au sein de l’Axe-Seine. En effet, comme le rappellent Boltanski et Thévenot (BOLTANSKI et THÉVENOT 1991), les objets ou les dispositifs techniques peuvent être mobilisés dans les situations de disputes pour justifier une conception de l’ordre social, répondant à un principe supérieur commun. Nous supposons par exemple que les industriels justifieront l’utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ comme une action en faveur de la protection de l’environnement. A l’inverse, les associations écologistes présentes dans l’Axe-Seine mobiliseront probablement ce même dispositif technique pour dénoncer le peu d’actions des industriels dans la résolution du réchauffement climatique, le CTSC maintenant une dépendance des sociétés aux énergies fossiles. Ces références au CTSC comme moyen justifiant un certain ordre social, compréhensible par l’analyse des attentes des parties prenantes relatives à ces technologies, sont à considérer dans un contexte particulier. Les promesses technoscientifiques associées aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ qui font l’objet de cette recherche sont susceptibles d’évoluer à mesure que le dispositif technique se développe, et investit son lieu d’implantation.

Des promesses technoscientifiques et des imaginaires sociotechniques en interaction avec des dynamiques socio-spatiales.

Comprendre le futur potentiel des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine suppose, au-delà de l’analyse des promesses technoscientifiques et des imaginaires sociotechniques, une description des dynamiques socio-spatiales associées à ces technologies. Selon nous, la structure socio-spatiale de l’Axe-Seine constitue, d’une part, un élément de verrouillage dans l’implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ et, d’autre part, une dimension qui interagit avec les imaginaires sociotechniques présents dans l’Axe-Seine. Précisons ces deux enjeux liés aux dynamiques socio-spatiales.

En nous référant à de précédentes expérimentations des technologies de CTSC, nous avons pu identifier des dynamiques socio-spatiales impliquées dans la mise en place de ces projets techniques. Par exemple, la présence d’espaces naturels protégés ou d’appellations d’origine contrôlée étaient des éléments soulevés lors des controverses relatives aux technologies de CTSC. Comme l’expliquent Callon (CALLON 1986) ou Law (LAW 1989), les dispositifs techniques doivent être envisagés comme des réseaux hétérogènes. Leur existence dépend d’une association réussie entre des éléments, naturels, techniques, réglementaires et socio-organisationnels. Identifier en amont ces dynamiques socio-spatiales susceptibles d’être soulevées dans l’Axe-Seine, si les technologies de CTSC étaient implantées, permet d’esquisser le réseau sociotechnique à construire. La littérature scientifique ainsi que l’analyse de précédentes expérimentations nous conduit à analyser les dynamiques socio-spatiales suivantes.

Pour comprendre les dynamiques socio-spatiales potentiellement impliquées dans un réseau sociotechnique de captage, transport et stockage du CO₂ dans l’Axe-Seine nous nous sommes tout d’abord appuyés sur la littérature relative aux conflits d’aménagement.

Depuis les années 1980, les conflits d'Aménagement se sont multipliés. Pour Subra (SUBRA 2014), la généralisation de ce type de conflit s'explique par la perte de légitimité de l'État comme acteur de l'aménagement, l'audience grandissante du discours écologiste, la croissance des classes moyennes et du niveau de formation des populations, ainsi que la transformation du rapport des populations au territoire. (Op. cit., p. 31-34). Dans cette perspective, des conflits relatifs à l'implantation des technologies de CTSC sont donc susceptibles de se produire dans l'Axe-Seine. Pour préciser les oppositions potentielles aux technologies de CTSC référons-nous aux propos de Borraz (BORRAZ 2008). Comme l'explique ce sociologue, certains dispositifs techniques ou certaines activités peuvent engendrer une opposition des populations car ces dernières les considèrent comme risqués. Selon Borraz, les risques naissent d'une perte de familiarité des populations avec leurs territoires du quotidien (le domicile, l'école) et d'une mise en visibilité de ces activités à risque.

Ces deux phénomènes peuvent résulter de cinq types d'événements (BORRAZ 2008) : l'accident ; l'apparition de problèmes sanitaires ; l'attention attirée par des groupes d'individus sur ces activités jugées dangereuses ; des événements anodins, annexes à l'activité elle-même (intervention de techniciens sur une installation, nuisances sonores, olfactives) ; la publication d'informations qui soulignent les incertitudes (Op. cit., p. 44-45). Selon ce sociologue, ce processus de perte de familiarité et de mise en visibilité conduit ensuite à la mobilisation des riverains. Selon lui, les espaces périurbains ou ruraux sont plus propices à ce type d'oppositions car, dans ces territoires, vivent généralement des populations issues des classes moyennes, qui se mobilisent plus facilement contre des externalités négatives des agglomérations (Op. cit., p. 93-96).

A l'inverse, comme l'explique Subra (SUBRA 2014), les territoires davantage touchés par le chômage accueillent plus favorablement ce type d'infrastructures. En raison des impacts qu'ils entraînent, ces projets d'infrastructures s'accompagnent souvent de mesures économiques compensatoires. Ainsi, dans les territoires marqués par la crise économique sont-ils susceptibles d'être plus favorablement accueillis.

Dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, nous identifierons donc les espaces périurbains où la part des classes moyennes est plus importante ainsi que les espaces où la proportion de population au chômage est plus grande. Cependant, limiter notre analyse à l'identification de ce type d'espace serait insuffisant.

Pour préciser ces premières analyses nous nous référons à une typologie d'opinion relative aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine établie à partir des résultats d'une enquête passée en 2013 auprès d'un échantillon représentatif de la population. Par ailleurs, comme l'illustre la mise en place des technologies de CTSC à Lacq dans le sud-ouest de la France, l'implantation de ce type de projets techniques soulève de nombreux questionnements. A Lacq, ce projet a, par exemple, provoqué l'opposition des producteurs de Jurançon estimant qu'il nuisait à l'image de ce vin²⁰. L'avancement actuel des projets de CTSC dans l'Axe-Seine ne nous per-

20. <http://www.ladepeche.fr/article/2010/01/12/753043-lacq-total-piege-co2-4-500-sous-terre.html> Consulté le 15 juin 2015 <http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2010/02/capter-et-stocker-le-co2-lexp%C3%A9rience-de-lacq.html> Consulté le 15 juin 2015.
<http://www.bastamag.net/Apres-les-gaz-de-schiste-Total> Consulté le 15 juin 2015.

met pas d'identifier ce type d'opposition directement soulevée par ces technologies. Cependant, comme le souligne Subra (SUBRA 2014), les conflits d'aménagement révèlent des rapports de force entre les parties prenantes d'un territoire. Ces rapports de force ont une historicité. Aussi analyserons-nous de précédents conflits d'Aménagement ayant eu lieu dans l'Axe-Seine afin d'identifier les enjeux et les rapports de force soulevés par ces conflits. Ces derniers seront, selon-nous, susceptibles de révéler certaines dynamiques à prendre en compte pour implanter les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine.

Dans notre recherche, les dynamiques socio-spatiales constituent également une ressource pour les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques. Ces imaginaires sociotechniques et ces promesses technoscientifiques prennent la forme de récits. Ils proposent une intrigue qui s'appuie sur une situation présente et qui conduit à un futur désirable (RADAELLI 2000). L'analyse des dynamiques socio-spatiales nous permettra d'analyser ces situations initiales des récits relatifs aux technologies de CTSC et aux imaginaires sociotechniques de l'Axe-Seine. Par ailleurs, nous estimons également que les transformations de ces promesses technoscientifiques et de ces imaginaires sociotechniques auront également des conséquences sur les dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine. Nous estimons que le soutien des décideurs politiques à un projet technoscientifique de CTSC ou d'économie circulaire est susceptible de transformer ces dynamiques socio-spatiales. La mise en place d'une économie circulaire recomposera par exemple les relations existantes entre les acteurs d'un territoire. Ajoutons aussi que la réalisation effective d'un projet technique dans le territoire de l'Axe-Seine à un instant t conduirait à une transformation des imaginaires sociotechniques du territoire et des promesses technoscientifiques qui pourraient être associées à d'autres projets scientifiques et/ou techniques.

Le futur potentiel des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine : produit des hybridations entre promesses technoscientifiques et imaginaires sociotechniques

Nous avons jusqu'ici décrit les éléments conceptuels sur lesquels nous nous appuyerons au cours de cette recherche. Nous considérons ici que les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC étaient susceptibles de varier au cours du processus d'innovation, selon les espaces d'implantation de ces technologies et selon les parties prenantes investies dans ces projets techniques. Par ailleurs, nous estimons que l'analyse du futur potentiel des technologies de CTSC sur le territoire de l'Axe-Seine doit également prendre en compte les imaginaires sociotechniques défendus sur ce territoire. Le soutien des décideurs politiques à un projet technique et/ou scientifique est en effet susceptible d'avoir une influence sur l'avenir des technologies de CTSC. Enfin, nous estimons également que les dynamiques socio-spatiales interagissent avec les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques de l'Axe-Seine. Elles esquissent en effet la situation initiale sur laquelle s'appuient ces promesses et ces imaginaires.

Pour répondre à notre question de recherche, nous proposons la problématique suivante : *les futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine sont le produit d'une hybridation entre les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques défendus sur un territoire. Ces promesses et ces imaginaires sont par ailleurs influencés par les dynamiques socio-spatiales d'un territoire. Ces dernières seront en retour influencées par les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques au cours du processus d'innovation.* Le schéma suivant illustre le cadre théorique de ce travail et précise les hypothèses qui en découlent.

Cadre d'analyse des futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine

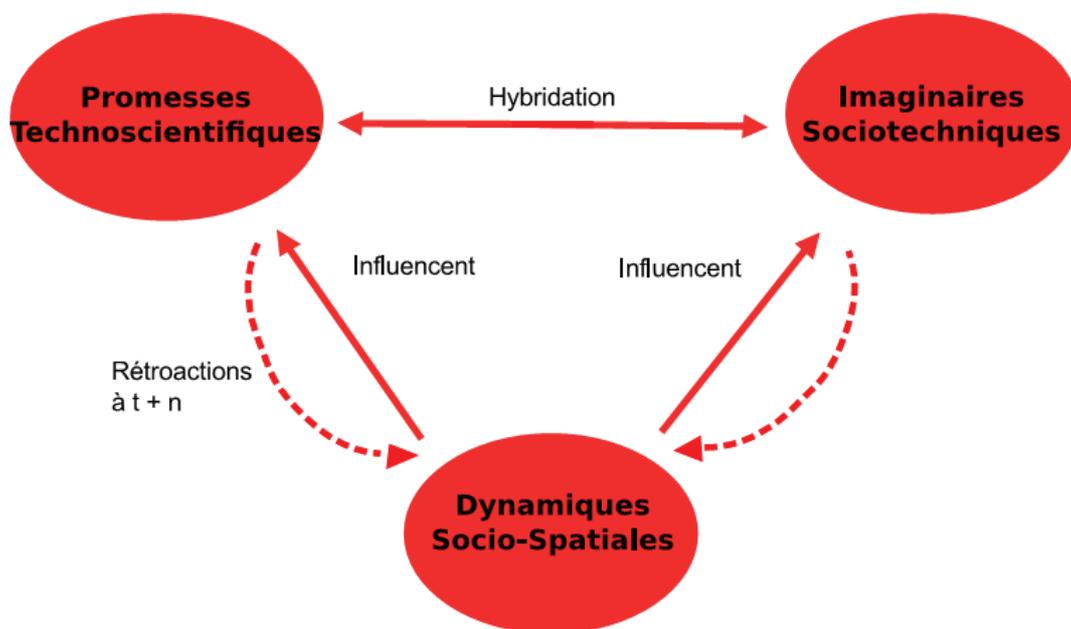


FIGURE 1 – Cadre d'analyse de la recherche (Pigeon 2015)

Dans ce schéma nous retrouvons les éléments conceptuels que nous avons développés précédemment. A partir de ces derniers, nous pouvons formuler plusieurs hypothèses. Dans cette recherche, nous supposons que les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques des parties prenantes de l'Axe-Seine sont le produit des appartenances (sociales, professionnelles, institutionnelles, associatives) de ces dernières, de leur inscription dans des jeux d'acteurs et du territoire d'intervention de ces parties prenantes. Par exemple, les militants d'associations écologistes associeront probablement un imaginaire sociotechnique à l'Axe-Seine et des attentes techniques relatives aux technologies de CTSC, différents de celles des représentants d'associations d'industriels (H1). Nous supposons que les premiers sont davantage susceptibles d'être hostiles à ce dispositif technique que les seconds. Une des promesses technoscientifiques associée aux technologies de CTSC est de permettre une réduction des émissions de CO₂ sans pour autant changer de modèle de société, et sans stopper

la dépendance aux énergies fossiles.

Les *attentes techniques* relatives aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ sont aussi susceptibles d'évoluer dans le temps (SHACKLEY et EVAR 2012). Le scénario ou le modèle de société inscrit dans un dispositif technique évolue au cours des négociations entre les différents acteurs impliqués dans ce dispositif technique. Nous supposons qu'il en est ainsi dans l'Axe-Seine. Au cours de l'avancement du projet de captage, transport et stockage du CO₂, aussi bien le scénario proposé par les promoteurs du dispositif de CTSC que les attentes des parties prenantes locales ont évolué (H2). Référons-nous par exemple à l'évolution des contraintes réglementaires relatives aux émissions de CO₂. Depuis 2005, un système européen d'échange des quotas d'émission de gaz à effet de serre a été mis en place dans les États membres de l'Union. Ce dispositif réglementaire définit une quantité maximum de CO₂ émise par les centrales électriques ou les industries lourdes, dans 31 pays de l'Union Européenne²¹. Cette quantité de CO₂ est ensuite répartie gratuitement entre les différents sites industriels. Si certains sites émettent moins que la quantité qui leur est allouée, ils peuvent revendre leurs quotas de CO₂ sur un marché financier, où ils sont achetés par des sites qui émettent plus que leurs quotas. Pour réduire les émissions de CO₂ de ces secteurs industriels, l'union européenne prévoit de réduire au fil du temps la quantité maximum d'émissions de gaz à effet de serre. Elle fixe un objectif de réduction de 21% en 2020 par rapport à 2005²².

Ce schéma européen d'échange des quotas d'émission de gaz à effet de serre comporte trois phases successives. Lors de la première période d'une durée de trois ans (2005-2007), ce dispositif ne s'appliquait qu'aux secteurs de la production électrique et aux industries très consommatrices d'énergie. Les quotas d'émissions étaient alloués gratuitement et les dépassements entraînaient une pénalité de 40 euros par tonne de CO₂ supplémentaires. Dans la deuxième période (2008-2012), d'autres pays comme l'Islande, le Lichtenstein et la Norvège ont rejoint ce système. Celui-ci a été élargi aux émissions de protoxyde d'azote et la quantité globale d'émission attribuée gratuitement a été réduite de 10% et les pénalités relatives au non respect du quotas équivalente à 100 euros par tonne. Par ailleurs, conformément à la législation de 2008, le secteur du transport aérien a été intégré au système en 2012²³. Lors de la dernière phase de mise en place du système européen d'échange de quotas d'émission (2013-2020), la vente de quotas d'émission de gaz à effet de serre devient la règle. En 2013, 40% des quotas seront vendus aux enchères et non attribués gratuitement comme c'était le cas dans les phases précédentes. Cette quantité de quotas vendus doit augmenter d'année en année²⁴.

Cependant, ce système n'a pas induit les réductions d'émission de gaz à effet de serre espérées. D'une part, la crise économique de 2008 a entraîné une réduction des émissions de gaz à effet de serre et donc le nombre de quotas de CO₂ disponibles. Mécaniquement, le prix du CO₂ a alors baissé. Émettre plus qu'autorisé n'induisait plus un coût économique contraignant²⁵. Par ailleurs, la procédure d'attribution des quotas d'émission de CO₂ pose également question.

21. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm. Consulté le 30 janvier 2015.

22. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm. Consulté le 30 janvier 2015.

23. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013/index_en.htm. Consulté le 30 janvier 2015.

24. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm. Consulté le 30 janvier 2015.

25. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm. Consulté le 30 janvier 2015.

Comme le soulignent Juan (JUAN 2011) ainsi que le Réseau Action Climat (RAC)²⁶, le système d'attribution des quotas d'émission de CO₂ aux sites industriels les plus polluants a plusieurs effets pervers. Pour le Réseau Action Climat, le déploiement de ce système a été relativement laxiste en France. Selon cette ONG, les instances politiques françaises ont attribué ces quotas en fonction des besoins autoproclamés des industriels et non des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle souligne aussi que la gratuité des quotas a eu un effet contre productif sur l'investissement dans les technologies propres. Pour le Réseau Action Climat, les industriels n'investissent pas dans des technologies propres car ils craignent de voir à l'avenir leurs quotas diminuer.

Juan (Op. cit., p. 74-77) rappelle d'abord que les décisions concernant la répartition des quotas sont centralisées. De fait, si le volume global d'émissions reste le même ou diminue peu il est peu probable qu'il soit incitatif pour les industriels. Ensuite, il insiste sur l'auto-déclaration des volumes d'émissions de CO₂ par les entreprises elles-mêmes. Pour Juan, cela met en question l'efficacité du système, car les entreprises n'auront aucun intérêt à signaler des réductions d'émissions. Certaines déclarent même un volume plus important que celui réellement émis pour ensuite revendre leur surplus de quotas (Op. cit., p. 76).

L'absence de véritable contrainte dans le système des quotas remet aussi en question l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Dans un cadre réglementaire contraignant, ce dispositif technique permettrait aux industries de s'exempter de l'achat de quotas d'émission de CO₂. Les surplus de quotas d'émission, ainsi que le fonctionnement du système européen d'échange des quotas d'émission de gaz à effet de serre n'incitent pas au développement de ce dispositif technique. Par conséquent, d'autres scénarios où d'autres attentes techniques devront probablement être mobilisés pour poursuivre ces projets.

Les imaginaires sociotechniques sont eux aussi soumis à une évolution temporelle. Ces derniers s'appuient en effet sur les options technologiques disponibles pour dessiner un futur désirable dans un territoire défini. Comme nous le proposons dans notre modèle théorique, les futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine sont le produit d'une hybridation, c'est-à-dire d'un croisement, d'une combinaison, entre les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques défendus dans l'Axe-Seine. Selon nous, l'hybridation entre des promesses technoscientifiques associées au CTSC dans l'Axe-Seine et les imaginaires sociotechniques présents sur cet espace est cependant conditionnée par la crédibilité des promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC (H3).

Enfin, comme nous l'observons également dans notre schéma conceptuel, les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques dans le territoires de l'Axe-Seine interagissent avec les dynamiques socio-spatiales (H4). Comme nous l'avons souligné, ces dynamiques esquissent à la fois le contour du réseau sociotechnique à mettre en place si les technologies de CTSC étaient implantées dans l'Axe-Seine, mais servent aussi de situations initiales des récits constituant les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques. Détaillons maintenant les approches méthodologiques mobilisées dans

26. http://www.rac-f.org/DocuFixes/fiches_thema/PNAQ/F1_MEPE.pdf Consulté le 4 février 2015.

cette recherche.

4. Analyser l'hybridation entre promesses technoscientifiques et imaginaires sociotechniques : approches méthodologiques mobilisées dans cette recherche.

Dans cette recherche, nous considérons que les futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine sont le produit de l'hybridation entre les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques. Analyser ces promesses et ces imaginaires nécessite cependant de recourir à une méthodologie particulière. Détaillons ici les principales approches mobilisées.

Comme souligné dans les paragraphes précédents, nous mobiliserons une approche compréhensive pour aborder la question du futur des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. L'enjeu est ici de comprendre comment les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques passés et présents, inscrivent l'utilisation de ces technologies dans le futur de l'Axe-Seine. Pour analyser ces promesses et ces imaginaires, nous nous sommes appuyés sur des productions textuelles et discursives des parties prenantes de l'Axe-Seine investies dans les projets de CTSC et dans l'Aménagement du Territoire de l'Axe-Seine. Comme Hansson (HANSSON 2012), nous avons analysé les scénarios relatifs à la mise en place de technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Nous nous sommes par exemple appuyés sur des actes de colloques, des articles scientifiques, mais aussi des déclarations des porteurs de projets de CTSC dans la presse locale de l'Axe-Seine. La seule réalisation d'une analyse documentaire pour comprendre les promesses technoscientifiques relative aux technologies de CTSC pourrait sembler limitée.

Ce choix méthodologique est en effet lié à l'orientation de notre recherche par les commanditaires. L'objectif était la réalisation d'une recherche relative à l'acceptabilité sociale des populations qui, de fait, ne rendait pas légitime une enquête sur les porteurs de projets de CTSC dans l'Axe-Seine²⁷. L'analyse des seules déclarations publiques des porteurs de projets de CTSC a toutefois selon-nous un avantage. Comme le souligne Zittoun (ZITTOUN 2013)²⁸ au sujet des énoncés de politique publique, les déclarations publiques des acteurs politiques ont des dimensions, illocutoire, normative ou prescriptive en plus des dimensions communicationnelle, définitionnelle ou cognitive. Selon le contexte dans lequel elles sont prononcées, ces déclarations engagent ces acteurs politiques vis-à-vis des groupes sociaux qui y assistent ou en ont connaissance notamment si ces dernières sont reprises dans les médias. Dans le cadre de notre recherche, les déclarations dans la presse locale des porteurs de projets de CTSC les engagent vis-à-vis des parties prenantes locales et des populations concernant les objectifs qu'ils poursuivent. Au regard de leur dimension performative, l'analyse des déclarations des porteurs de projets de CTSC dans la presse locale reste donc pertinente relativement aux hypothèses formu-

27. Un compte rendu du Comité d'orientation de la Chaire CTSC du 8 octobre 2010 rappelle la sensibilité du sujet et l'importance d'une validation des informations diffusées en externe.

28. Politiste au Laboratoire Aménagement Économie et Transport, Université de Lyon 2.

lées dans notre modèle théorique. Pour analyser les imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine, nous avons également procédé ainsi. Nous avons cependant complété notre analyse documentaire par la réalisation d'entretiens avec les parties prenantes locales (Associatifs, élus locaux et régionaux, directeurs d'agence de développement économique et d'urbanisme) impliquées dans l'Aménagement du Territoire.

Pour identifier ces promesses technoscientifiques et ces imaginaires sociotechniques dans ces corpus documentaires hétérogènes notre analyse s'appuie sur plusieurs concepts. Par ailleurs ces promesses et ces imaginaires sont influencés par les trajectoires socio-spatiales de l'Axe-Seine. Détaillons ici les concepts qui nous ont permis de répondre aux hypothèses soulevées par notre modèle théorique.

Les notions de *récit* et de *cadrage* : concepts centraux de notre analyse

Les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques sont des éléments discursifs qui engagent les porteurs d'un projet technique ou les décideurs politiques vis-à-vis d'un futur technique ou d'un futur du territoire. Les concepts de récits et de cadrage permettent d'identifier ces promesses technoscientifiques et ces imaginaires sociotechniques. La notion de récit telle qu'elle est employée dans ce travail de thèse s'inspire tout d'abord des travaux de Ricoeur et son concept de *mise en intrigue*. Pour Ricoeur (RICOEUR 1984) la mise en intrigue correspond à l'intégration dans une histoire une et unique d'éléments hétérogènes (Op. cit., p. 18-19). Ensuite, cette conception du récit comme mise en intrigue est notamment prolongée par certaines approches mobilisées en Sciences Politiques. Pour Radaelli (RADAELLI 2000), ces récits sont liés à la définition d'une politique publique qui prend la forme d'histoires causales. Ces récits sont construits de façon chronologique. Ils commencent dans le passé, en présentant l'origine de l'action politique à mener, décrivent le présent (temps de l'action politique), et se poursuivent dans le futur projeté (où l'action aura eu des effets sur la situation). Comme l'affirme également Radaelli, ces récits permettent de stabiliser les hypothèses nécessaires à l'action dans le cadre d'un futur complexe et incertain (Op. cit., p. 257-258). L'analyse des récits et de leur séquentialité est donc pertinente pour identifier les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine.

La notion de cadrage complète celle de récit pour l'analyse de promesses technoscientifiques et des imaginaires sociotechniques. Initialement défini par Bateson (BATESON 1995) et Goffman (GOFFMAN 1991), la notion de cadre désigne les schèmes d'interprétation mobilisés par les individus dans une situation donnée. Ces cadres permettent aux individus de donner un sens à la situation dans laquelle ils se trouvent. Dans notre recherche, nous mobilisons la notion de cadre telle que l'emploient les chercheurs en sociologie des médias ou en sociologie politique. Dans cette perspective, le cadrage correspond au processus de sélection et d'insistance sur certains éléments d'un événement médiatique (GITLIN 1980). Ce processus contribue à construire le fait médiatique autour d'une idée centrale qui donne un sens à ce dernier (GAMSON et MODIGLIANI 1989). Le cadrage accentue ce qui compte et ne compte pas dans un événement. Selon ces so-

ciologues, ces différents cadrages médiatiques ont une incidence sur l'opinion des individus qu'il est possible d'identifier dans des enquêtes d'opinion (Op. cit., p. 3). Dans notre travail de thèse, les différents récits associés aux technologies de CTSC et aux imaginaires sociotechniques de l'Axe-Seine auxquels nous serons confrontés répondront probablement à des cadrages différents d'une situation donnée. Ajoutons cependant qu'un imaginaire sociotechnique se différencie d'un cadre. Comme le soulignent Kim et Jasanoff (JASANOFF et KIM 2009), à la différence des cadres médiatiques qui sont de l'ordre de la sphère communicationnelle, les imaginaires sociotechniques impliquent des actions politiques, comme la définition de priorités de développement, ou l'allocation de fonds à des projets (Op. cit., p. 123).

La modélisation chorématique et les analyses multidimensionnelles : outils de compréhension des dynamiques socio-spatiales.

Comme illustré dans notre cadre théorique, nous envisageons les promesses technoscientifiques ainsi que les imaginaires sociotechniques en interaction avec les dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine. Pour identifier ces dynamiques potentielles dans la vallée de la Seine, nous nous sommes appuyés sur la littérature relative aux conflits d'aménagement, sur de précédentes expérimentations relatives aux technologies de CTSC, mais aussi sur une enquête par questionnaire passée auprès d'un échantillon de la population pour identifier les dynamiques socio-spatiales susceptibles d'avoir une influence sur une éventuelle implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Pour analyser ces dynamiques nous avons employé les outils de la chorématique, ainsi que la statistique multidimensionnelle.

La chorématique est une technique de représentation graphique qui consiste à synthétiser les dynamiques spatiales sous formes de symboles simples. Pour Brunet (BRUNET 1980, BRUNET 1986), initiateur de cette technique de modélisation graphique, il existe un nombre fini de symboles simples permettant de décrire des phénomènes spatiaux (les chorèmes). La combinaison de ces derniers permet de rendre compte des multiples dynamiques d'un espace. Dans cette recherche, cet outil a été utilisé dans une perspective similaire à celle proposée par Lardon et Piveteau (LARDON et PIVETEAU 2005). Ces chercheurs utilisent la chorématique comme outil au service du diagnostic territorial. Ils proposent de schématiser sous cette forme les informations issues des données statistiques, mais aussi celles des différents documents relatifs à l'Aménagement du Territoire. Afin de réaliser des représentations chorématiques des dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine, nous nous sommes par exemple appuyés sur des données relatives à la localisation d'espaces naturels, les concentrations d'émissions de CO₂, mais aussi sur l'analyse des Schémas d'Aménagement et les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie des trois régions impliquées dans ce projet d'aménagement du territoire. L'utilisation de cette méthodologie de modélisation graphique s'inscrit, elle aussi, dans une démarche de compréhension du fonctionnement du territoire de l'Axe-Seine. Les différents matériaux qui permettent l'établissement de ces schémas synthétisent les dynamiques de ce territoire et éclairent les fondements des imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine.

Pour préciser les interactions potentielles entre dynamiques socio-spatiales, promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC, nous nous sommes appuyés sur les résultats d'une enquête quantitative réalisée en 2013 auprès d'un échantillon (n=600) représentatif de la population amont de l'Axe-Seine. Rappelons ici les méthodologies d'échantillonnage et de traitement de cette enquête²⁹.

L'enquête passée auprès des populations amont de l'Axe-Seine était une attendue des commanditaires de cette recherche. Ces derniers souhaitaient connaître l'acceptabilité sociale des technologies de CTSC pour les populations de l'Axe-Seine. Toutefois, comme nous l'avons signalé au début de notre propos introductif, un tel objectif semble difficile à atteindre car les technologies de CTSC restent méconnues des populations. L'enjeu de l'enquête réalisée en 2013 est donc davantage de saisir les opinions des populations concernant l'idée d'une éventuelle utilisation des technologies de CTSC, avant la mise en place d'un projet. Nous supposons cependant qu'une implantation effective de ces technologies dans l'Axe-Seine entraînait une évolution de ces opinions initialement recueillies.

Notre enquête auprès des populations amont de l'Axe-Seine s'inscrit également dans le prolongement d'une première enquête d'acceptabilité sociale de ces technologies menée en 2009 dans l'Estuaire de la Seine (GRAVÉ et JOLY 2009). L'enquête de 2013 hérite de ce premier travail, la méthodologie d'échantillonnage, les questionnements relatifs aux technologies de CTSC et la méthodologie de traitement des données. A ces questionnements concernant les technologies de CTSC, nous avons ajouté dans l'enquête de 2013 des questions relatives à la perception des infrastructures d'énergie renouvelables, des problèmes environnementaux, mais aussi des infrastructures localisées à proximité du domicile des répondants.

Pour construire notre échantillon de population de 600 répondants, nous avons employé une méthodologie d'échantillonnage aléatoire stratifiée dans l'espace. Gumuchian et Marois, (GUMUCHIAN et MAROIS 2000 p. 279) définissent ainsi cette méthodologie :

Par cette méthode de sondage, les échantillons sont stratifiés dans le but de couvrir les caractéristiques d'une région d'étude. Cela constitue un avantage car les comparaisons entre les différentes strates sont possibles. De plus, la précision des estimations est plus grande. Ainsi, peut-on par exemple constituer des strates à partir des différents espaces d'une région métropolitaine et ensuite choisir au hasard les individus ou les objets dans chaque strate.

Nous avons défini nos strates (urbaines, périurbaines et rurales) en fonction de la couche « bâti indifférencié » de la BD TOPO (éditée par l'IGN). Cette couche de données est définie ainsi :

Bâtiment de plus de 20 m², ne possédant pas de fonction particulière pouvant être décrit dans les autres classes de bâtiments surfaciques (...) sélection : bâtiment d'habitation, bergerie, borie, bungalow, bureaux, chalet, bâtiments d'enseignement, garage individuel, bâtiments hospitaliers, immeubles collectifs, lavoirs couverts, musée, prison, refuge, village de vacances.

29. Nous renvoyons les lecteurs de ce document aux annexes pour une analyse complète de l'enquête population.

Pour déterminer l'échantillon nous avons utilisé un carroyage³⁰ avec un maillage de 500m sur 500m de côté, orienté nord-sud comportant 3612 cellules. Nous avons centré cette grille sur l'agglomération de Rouen et le territoire de Seine Aval. Nous avons choisi de considérer ces deux agglomérations bien que cela introduise une discontinuité sur un territoire que nous supposons être un axe ou un corridor, pour ne pas être confrontés à la surreprésentation de la strate rurale très présente entre ces deux agglomérations. Pour caractériser les strates en fonction du bâti nous nous sommes appuyés sur les densités de bâtis par cellule. Au regard des aires spatiales sur lesquelles nous souhaitons travailler, nous avons considéré que les cellules comptant entre 1 et 20 bâtiments (issus de la couche bâti indifférencié de la BD TOPO) feraient partie de la strate « rurale », les cellules comptant entre 21 et 50 bâtiments, de la strate « périurbaine » et les cellules comptant 51 bâtiments et plus, de la strate « urbaine ». Nous avons ensuite procédé à un tirage au sort des cellules dans lesquelles ont été passés les questionnaires. Pour cela, nous nous sommes servis du tableur EXCEL pour tirer de façon aléatoire 100 cellules pour chacune des strates (rurales, urbaine et périurbaine). Des premiers tirages ont été réalisés dans l'agglomération de Rouen, et ensuite dans le territoire de la Seine Aval³¹.

Pour analyser les données recueillies dans cette enquête nous avons suivi une démarche d'analyse *thémascopie*. Lebart (LEBART 1989), initiateur de cette procédure d'analyse, propose de réaliser des analyses de correspondances multiples et des typologies immédiatement après un examen préalable des tris à plat d'une enquête. En procédant ainsi, il est possible selon Lebart de dresser des panoramas globaux des relations entre les données, de critiquer l'information recueillie mais aussi piloter les traitements ultérieurs (Op. cit., p. 23). En observant globalement ces relations il sera ainsi plus facile de déterminer les tableaux croisés ou les analyses de régression à réaliser. Pour la réalisation des analyses de correspondances multiples et des typologies, Lebart propose de choisir l'ensemble des variables correspondant à un thème pour décrire les individus. Ce thème correspond à un *point de vue* pour la description de la population d'individus (Op. cit., p. 27). Les variables correspondant au thème choisi seront considérées comme des variables actives. Les variables appartenant à d'autres thèmes de l'enquête pourront être projetées de façon illustrative sur les analyses des correspondances multiples et les typologies afin d'aider à l'interprétation de ces traitements statistiques.

En utilisant ce type de traitements statistiques, nous n'effectuons pas d'hypothèses préalables quant aux relations entre les variables. Nous sommes ici dans une logique de compréhension des relations entre les variables en retenant un point de vue de description. Comme le notent Escofier et Pagès (ESCOFIER et PAGÈS 2008), les plans factoriels font l'objet d'une interprétation et non d'une étude. Selon ces chercheurs, interpréter les plans factoriels, c'est tout d'abord rendre claire l'information contenue dans les nombreuses variables d'un tableau. Ensuite, interpréter les résultats d'une analyse multidimensionnelle, c'est donner un sens aux données présentes dans un tableau en fonction du contexte. Celui des relations entre les variables ou les individus à l'intérieur d'un tableau. Celui des relations entre les éléments pris en compte dans l'analyse et les éléments supplémentaires et enfin, en fonction du contexte de l'étude et de la connaissance

30. Il s'agit d'une grille que l'on positionne sur l'espace dans un système d'information géographique.

31. nous renvoyons en annexe une description plus précise de la méthodologie de tirage aléatoire.

de ce contexte par le chercheur (Op. cit., p. 269-270). Comme l'illustrent les propos d'Escofier et Pagès, la méthodologie d'analyse statistique multidimensionnelle relève bien d'une approche compréhensive. En effet comme l'affirme Weber, l'interprétation est au centre de la démarche sociologique (M. WEBER 1995).

Les approches méthodologiques détaillées dans les paragraphes précédents illustrent notre volonté d'adopter une approche compréhensive tant pour analyser les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine que les dynamiques socio-spatiales. Pour le moment, nous avons peu explicité précisément les spécificités des corpus de données rassemblés pour cette recherche, ainsi que les méthodes d'analyse employées. Nous rappellerons ces éléments au début des différentes parties de cette thèse. Procéder ainsi permettra de donner au lecteur une vision claire du matériau et des méthodes d'analyse sur lesquelles s'appuie notre argumentation dans chacune des parties du manuscrit.

Nous avons jusqu'à présent détaillé notre approche théorique, ainsi que les méthodologies employées pour décrire les futurs potentiels des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine. Présentons maintenant la structure de notre argumentation. Comprendre les attentes techniques vis-à-vis de ce dispositif technique pour les parties prenantes de l'Axe-Seine implique préalablement de définir les technologies de CTSC. Dans une première partie nous reviendrons donc sur le fonctionnement global de ce dispositif technique, ainsi que sur la genèse de sa création (**Chapitre 1**). Dans cette première partie, nous analyserons aussi les promesses technoscientifiques initiales, ainsi que les premiers imaginaires sociotechniques associés aux technologies de CTSC, dans les pays où cette innovation est employée ou en cours de développement à une échelle commerciale (**Chapitre 2**).

Après avoir détaillé le processus de fonctionnement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂, caractériser le territoire d'implantation potentiel de ce dispositif technique sera l'objectif la deuxième partie de ce travail. L'enjeu est ici d'identifier à la fois les promesses politiques du projet d'aménagement « Axe-Seine », mais aussi les dynamiques socio-spatiales de ce territoire. Dans un premier temps, les orientations poursuivies par les parties prenantes de l'Axe-Seine concernant l'aménagement du territoire et plus particulièrement, la réduction des émissions de gaz à effet de serre seront analysées (**Chapitre 3**). Dans un deuxième temps, nous caractériserons les dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine. Notre objectif sera d'identifier les zones spatiales potentiellement favorables ou au contraire potentiellement défavorables à l'implantation des technologies de CTSC (**Chapitre 4**).

Enfin dans la troisième partie de notre travail, nous reviendrons sur les origines du projet d'implantation de ces technologies dans l'Axe-Seine, ainsi que sur les situations d'utilisation de ce dispositif technique envisagées par les parties prenantes de ce territoire (élus, monde associatif, agences de développement économique, agences d'urbanisme). Grâce à la compréhension des promesses technoscientifiques et des imaginaires sociotechniques associés aux technologies de

CTSC abordés dans la première partie, ainsi que la compréhension des promesses politiques liées à l'aménagement de l'Axe-Seine et des dynamiques socio-spatiales du territoire, nous montrerons dans cette troisième partie comment les technologies de CTSC s'articulent avec un projet de territoire. L'approche adoptée ici sera chronologique et spatialisée. Nous analyserons donc tout d'abord les premiers récits associés aux technologies de CTSC en différents points l'Axe-Seine. Puis la stabilisation des récits concernant un projet de CTSC à l'échelle de ce territoire (**Chapitre 5**). Enfin, nous analyserons les transformations de ces récits au cours du temps ainsi que l'hybridation entre ces derniers et les imaginaires sociotechniques défendus dans l'Axe-Seine (**Chapitre 6**).

Première partie

les technologies de captage, transport
et stockage du CO₂ : fonctionnement
d'un système sociotechnique

Introduction de la première partie

Décrire les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est un préalable avant de débiter une réflexion relative à leur potentielle mise en place dans l'Axe-Seine. Dans cette recherche, ce dispositif technique est envisagé dans le cadre d'une approche socio-technique. Afin de comprendre les dimensions politiques, sociales, et économiques imbriquées dans les technologies de CTSC, retracer l'apparition de ce dispositif technique et son fonctionnement nous semble impératif. Dans la première partie de cette recherche, nous souhaitons répondre à deux questions : que promet le CTSC ? Quelles attentes a généré ce dispositif technique dans les pays où son utilisation est effective ou programmée ?

Pour répondre à la première question, nous reviendrons sur le cadre d'utilisation envisagé pour ces technologies dans la résolution de la problématique du changement climatique. Puis, nous insisterons sur les transformations du cadre d'utilisation de ce dispositif technique au cours de ses premières expérimentations. Cela nous permettra d'identifier les attentes techniques anticipées par les concepteurs de ce dispositif technique et les éléments historiques qui ont joué un rôle dans les transformations des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ (Chapitre 1).

Pour répondre à notre deuxième question, nous aborderons deux exemples de mise en place de ce dispositif technique dans deux pays d'Europe du nord : la Norvège et le Royaume-Uni. Ces deux états très actifs dans l'utilisation des technologies de CTSC. La Norvège expérimente le captage, transport et stockage du CO₂ depuis le milieu des années 1990. Le Royaume-Uni s'est quant à lui investi dans le développement de ces technologies depuis le début des années 2000. Étudier les modalités de déploiement du CTSC en Norvège et au Royaume-Uni, nous permettra de comprendre quelles étaient les attentes associées à la mise en place de ce dispositif technique dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre (Chapitre 2).

L'interrogation poursuivie dans ces deux chapitres est relative aux modalités d'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Grâce aux analyses réalisées dans ces deux chapitres, nous pourrions émettre des hypothèses quant aux attentes que pourrait générer l'utilisation de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine.

Préalables méthodologiques

Dans cette première partie, nous utiliserons deux types de méthodologie d'enquête : l'étude documentaire, ainsi que des entretiens réalisés en Norvège et au Royaume-Uni. Le premier chapitre s'appuie exclusivement sur une étude documentaire. Nous nous sommes confrontés à ces documents en posant les questions suivantes : Comment la société est-elle présentée dans ces documents relatifs aux technologies de CTSC ? Quel rôle y joue ce dispositif technique ? Comment certaines représentations sociales ont-elles modifié ces technologies ou leur cadre d'utilisation ? Le corpus de documents étudié ici se compose à la fois de rapports sur ces technologies, d'articles scientifiques, ou de rapports relatant des retours d'expérience relatifs à l'utilisation de ce dispositif technique.

Dans le deuxième chapitre, nous nous appuyerons sur des entretiens exploratoires réalisés en Norvège et au Royaume-Uni, ainsi que sur des articles de presse ou des documents institutionnels. La consigne de ces entretiens était la suivante :

Carbon Capture and Storage technologies are already implemented in your country. Could you describe me how these technologies were implemented and which role played your organization in this implementation ?

Cette consigne nous permettait à la fois de comprendre les représentations des parties prenantes investies dans la mise en place des technologies de captage, transport et stockage du CO₂, et les formes d'investissement de leurs organisations dans la mise en place de ce dispositif technique. Ainsi pouvions-nous identifier des attentes techniques relatives au CTSC.

Pour ces entretiens exploratoires, les personnes rencontrées ont été sollicitées grâce à nos contacts professionnels. Avec l'aide de ces « informateurs particuliers » (BEAUD et F. WEBER 2010), nous sommes parvenus à rencontrer des membres du service R&D de *Statoil*, et des membres de *Bellona* en Norvège. En Écosse, nous avons rencontré plusieurs ingénieurs et chercheurs du *Scottish, Carbon Capture and Storage*. Mais présentons davantage les organisations dont sont issus nos interlocuteurs.

Statoil est un groupe pétrolier norvégien créé en 1972. C'est un des plus gros fournisseurs mondiaux de gaz et de pétrole³². Ce groupe industriel est le premier au monde à avoir initié un projet de captage et stockage de CO₂ en 1996, sur la plateforme d'exploitation d'hydrocarbures de Sleipner. Les personnes représentant cette entreprise lors de l'entretien étaient deux ingénieurs. L'un d'eux avait même travaillé plus particulièrement sur un projet de CTSC associé à une centrale de production de gaz naturel liquide, à Snøhvit au nord de la Norvège.

Bellona est quant à elle une ONG fondée en 1986. Initialement groupe de protestation écologiste, *Bellona* est devenue une organisation dont le but est de chercher et d'expérimenter des solutions pour protéger l'environnement³³. Cette organisation agit à l'échelle internationale et possède des bureaux à Oslo, Bruxelles et Mourmansk. Pour parvenir à résoudre concrètement les problèmes d'environnement, cette ONG travaille avec de nombreux partenaires. Comme nous l'avons remarqué lors de notre entretien, *Bellona* joue également un rôle d'expertise dans ces

32. <http://www.statoil.com/en/About/History/Pages/default3.aspx>. Consulté le 25 septembre 2014.

33. <http://bellona.org/about-bellona>. Consulté le 25 septembre 2014.

domaines. Cette organisation produit notamment des scénarios de développement bas carbone à destination de dirigeants politiques de différents états européens. Nos interlocuteurs nous ont par exemple remis un rapport contenant un scénario de mise en place du CTSC réalisé pour le gouvernement polonais (BELLONA 2011). Enfin, Bellona fait partie des seules ONG environnementales à défendre l'utilisation des technologies de CTSC pour résoudre la problématique du réchauffement climatique (CORRY et RIESH 2012). Nos interlocuteurs lors de l'entretien étaient des ingénieurs, spécialistes des technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

Au Royaume-Uni, nos interlocuteurs étaient uniquement des membres du *Scottish, Carbon Capture and Storage*, une organisation de recherche multidisciplinaire travaillant sur les technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Cette structure fait le lien entre le gouvernement, l'industrie et le monde académique³⁴. Au moment de la réalisation des entretiens, en janvier 2012, les technologies de CTSC étaient encore en développement et non réellement implantées. Rencontrer les chercheurs du SCCS était donc le point d'entrée le plus facile pour nous intéresser à la mise en place des technologies de CTSC. Lors de ces entretiens au Royaume-Uni, l'attention accordée aux technologies de CTSC par les scientifiques et le monde politique semblait relativement importante. A la différence d'autres pays tels que la France, des réflexions sur les initiatives législatives à prendre ou les méthodes pour sensibiliser les populations à ce dispositif technique étaient déjà menées³⁵.

Notre période d'enquête consacrée à cette exploration a été relativement courte. L'ambition poursuivie ici n'était pas ici d'avoir une approche comparative mais d'identifier les caractéristiques sociotechniques des technologies de CTSC en analysant des cas d'utilisation avancée de ce dispositif technique. Nous avons donc privilégié la réalisation d'entretiens avec des parties prenantes les plus différenciées possibles. Pour analyser les propos recueillis nous avons confronté notre corpus documentaire concernant la mise en place des technologies de CTSC, aux propos de nos interlocuteurs pour les compléter ou les nuancer. Les rapports et les articles scientifiques analysés dans cette première partie sont le produit d'une recherche documentaire nécessaire à notre appréhension du sujet. Les articles de presse cités dans cette première partie ont, quant à eux, été identifiés par une recherche dans la base de données Factiva. Les termes clés étaient *Carbon Capture and Storage*. Nous avons ensuite filtré les résultats par pays. D'une façon générale, nous avons appliqué le principe de *triangulation*³⁶ préconisé par De Sardan, (OLIVIER DE SARDAN 1995) lors de l'analyse de ces entretiens.

34. <http://www.sccs.org.uk/about/sccs>. Consulté le 25 septembre 2014.

35. Citons ici un document réalisé par le SCCS en partenariat avec le global CCS institute dont l'objectif est de préparer d'un point de vue réglementaire et organisationnel la mise en place d'un projet de captage, transport et stockage du CO₂. <http://www.sccs.org.uk/images/expertise/reports/toolkit/CCS-Toolkit-Full.pdf>. Consulté le premier octobre 2014.

36. croisement des sources d'information

Chapitre 1

Le CTSC comme modalité de réponse à la problématique du réchauffement climatique : genèse et fonctionnement d'un dispositif technique.

1.1 Introduction

L'idée de capter le CO₂ issu du secteur industriel est apparue avec la prise de conscience de l'influence des émissions de ce gaz, sur le réchauffement climatique. Dans ce chapitre, nous souhaitons rappeler quelques éléments relatifs à l'histoire de cette innovation technique. Nous reviendrons donc tout d'abord sur les origines de cette solution, pour ensuite nous intéresser aux premières utilisations de ces technologies et les transformations qui en ont résulté. Retracer l'histoire de cette innovation technique nous donnera l'occasion de décrire son fonctionnement. L'article de Marchetti (MARCHETTI 1977) qui amorce les réflexions sur cette option technologique de résolution de la problématique des émissions de gaz à effet de serre, nous servira de fil conducteur.

1.2 Le CTSC une solution pour concilier dépendance des sociétés aux énergies fossiles et réduction des émissions de gaz à effet de serre.

1.2.1 L'effet de serre et ses contraintes sociales : un problème de cinétique globale.

L'idée de capter transporter et stocker le CO₂ a vu le jour en 1977. Marchetti, un chercheur en géophysique, est le premier à imaginer la possibilité de capter le CO₂ issu des industries pour le stocker. Pour quelles raisons propose-t-il de procéder ainsi ? Et comment envisage-t-il de capter, transporter et stocker le CO₂ ?

Dans un article de 1977 (MARCHETTI 1977), il rappelle dès l'introduction l'influence du CO₂ sur le réchauffement et les transformations climatiques. Selon lui, la problématique des émissions de CO₂ devra tôt ou tard, être intégrée aux modèles énergétiques pour limiter le changement

climatique et les catastrophes qui y sont associées. Limiter la quantité de CO₂ dans l'atmosphère à 300 ppm entraînerait selon Marchetti une transformation des modes de production d'énergie. Le gaz naturel ou le nucléaire seraient selon lui privilégiés par rapport au charbon, mais leur utilisation induirait une hausse des coûts des produits industriels et des produits finis (Op. cit., p. 60). Il propose donc d'utiliser le captage, transport et stockage du CO₂ comme une technique alternative pour répondre à la problématique du changement climatique (Op. cit., p. 61), sans pour autant abandonner l'utilisation du charbon.

Selon Marchetti, la problématique du réchauffement climatique peut être traitée en raisonnant en termes de cinétique globale, c'est-à-dire en s'intéressant aux mouvements du carbone sur Terre. Marchetti analyse donc le devenir du carbone dans le processus de combustion (Op. cit., p. 61). Initialement, le carbone est très concentré sous forme d'hydrocarbures. La combustion va diluer ce carbone dans des gaz de combustion, ce dernier sera ensuite de nouveau dilué dans l'atmosphère. Le CO₂ mettra donc de nombreuses années avant de rejoindre les fonds océaniques qui régulent naturellement la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. L'idée de Marchetti est donc la suivante : éviter une trop grande dispersion du CO₂ en le captant aux sources d'émission, puis en transportant ce gaz jusque dans le fond des océans pour réguler plus rapidement la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. Il propose de capter avant tout le CO₂ industriel. Ainsi pourra-t-on selon lui, maintenir une quantité d'environ 290 ppm dans l'atmosphère (Op. cit., p. 61).

1.2.2 Comment, capter, transporter et stocker du CO₂ ?

Une fois ces éléments théoriques abordés, Marchetti rappelle comment il est possible de procéder pour parvenir à cet objectif. Nous reviendrons sur les solutions qu'il envisage en utilisant d'autres sources documentaires pour préciser son propos.

Le captage du CO₂.

Selon lui, capter le CO₂ n'est pas un véritable problème technique. Il signale qu'une douzaine de procédés industriels existent pour séparer le CO₂ d'autres gaz grâce à des solvants. Marchetti précise peu la nature du processus de séparation du CO₂. Rappelons que la séparation du CO₂ avec d'autres gaz est utilisée depuis les années 1930 dans l'exploitation du gaz naturel (EVAR, ARMENI et SCOTT 2012). Comme le signale le rapport spécial du GIEC relatif au captage, transport et stockage du CO₂ (IPCC 2005b), il existe trois techniques pour capter le CO₂ : le captage précombustion, le captage post-combustion et le captage en oxycombustion. La technique de précombustion, déjà utilisée dans la production d'ammoniac ou la purification de gaz naturel, consiste à créer dans un premier réacteur, un gaz de synthèse à partir d'un combustible fossile. Ce gaz initial, essentiellement constitué de monoxyde de carbone et d'hydrogène, est ensuite envoyé dans un second réacteur pour obtenir un gaz principalement composé d'hydrogène et de dioxyde de carbone. Ces deux gaz sont ensuite séparés via un solvant chimique ou physique. L'hydrogène est alors utilisé pour la combustion, et le CO₂ envoyé dans un réservoir de stockage ou par exemple, utilisé à des fins de récupération assistée d'hydrocar-

bures (IPCC 2005b, p. 6). Cette technique de captage du CO₂ serait d'ailleurs pertinente pour une utilisation dans des centrales électriques à cycle combiné avec gazéification intégrée (IPCC 2005b, p. 24), fonctionnant avec un gaz de synthèse fabriqué à partir de charbon.

La technique de captage du CO₂ postcombustion sépare, grâce à un solvant, le flux de CO₂ des autres flux de gaz issus de la combustion. Ce flux de CO₂ est ensuite séché et comprimé, pour être transporté vers le réservoir de stockage. Cette technique est relativement flexible du point de vue de sa mise en œuvre, car elle induit des transformations plus réduites du procédé industriel initial.

La technique d'oxycombustion est pour l'heure la moins expérimentée. Elle nécessite de réaliser une combustion avec de l'oxygène pur pour obtenir un gaz à la sortie de la combustion essentiellement composé de CO₂ et de vapeur d'eau. Un séchage et une compression sont ensuite nécessaires pour transporter ce gaz jusqu'au réservoir de stockage.

Mise à part pour l'oxycombustion, les techniques de captage du CO₂ auxquelles font référence les experts du GIEC sont déjà utilisées lorsque Marchetti envisage cette solution. Bien que ce chercheur valorise l'utilisation de ce dispositif technique pour résoudre le réchauffement climatique, il s'attarde peu sur l'incidence effective du captage du CO₂ sur le rendement des installations. Ces dernières consomment notamment plus de combustibles. Ce dispositif technique a donc un coût économique mais induit également d'autres types d'émissions. Dans le cas des centrales à charbon, il s'agit par exemple des Nox et des Sox¹ qui doivent également être traités.

1. Les oxydes d'azote et les oxydes de soufre.

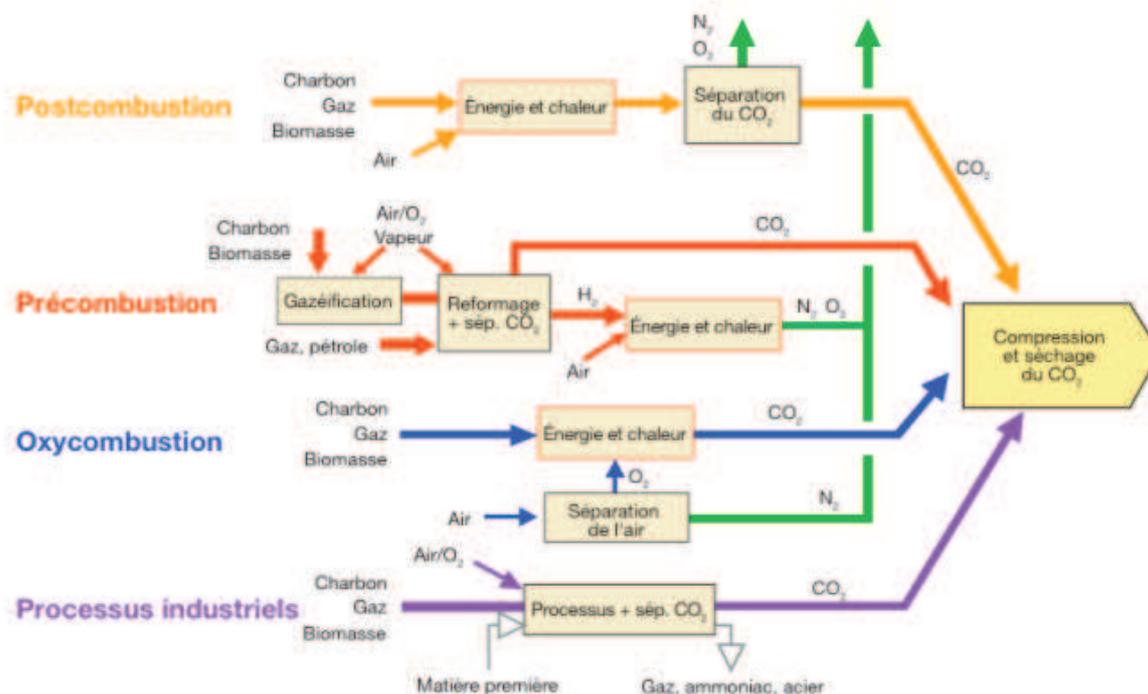


FIGURE 2 – Différents systèmes de captage du CO₂ (Source : IPCC 2005b)

Le transport du CO₂.

Pour le transport du CO₂, Marchetti envisage essentiellement un transport par conduites avec du CO₂ liquide. Il explique par ailleurs que la question du transport de ce gaz par voie maritime, ou à un stade solide a fait l'objet de peu de travaux. Dans le rapport spécial du GIEC sur le CTSC datant de 2005, les modalités de transport de CO₂ sont en revanche davantage détaillées. Les chercheurs du GIEC insistent en effet sur deux modalités de transport : le transport par conduites et le transport maritime. En effet, l'enjeu est de transporter des milliers de tonnes de CO₂² issues des procédés industriels jusqu'à des réservoirs géologiques, susceptibles d'accueillir ce gaz. Selon les experts du GIEC, si ce n'est pour de très courtes distances, les transports ferroviaires et routiers semblent peu pertinents en raison des quantités de CO₂ à transporter et des émissions induites par le transport lui-même. L'utilisation de gazoducs pour le transport de CO₂ est relativement ancienne. Aux États-Unis ce système est notamment utilisé depuis les années 1970 (IPCC 2005b, p. 29) pour transporter du CO₂ d'origine naturelle ou anthropique, dans le but de l'utiliser pour des opérations de récupération assistée d'hydrocarbures. Ce transport par gazoducs requiert cependant quelques particularités quant à la nature du CO₂ transporté. Ce dernier nécessite une compression importante afin d'atteindre le stade dense (8MPa), et ainsi limiter le coût économique lié au transport. Ensuite, le CO₂ transporté doit être sec afin de limiter les coûts liés à la corrosion des pipelines, et par conséquent le risque de fuites. La dispersion du CO₂ dans une phase dense ou supercritique

2. A titre d'exemple les experts du GIEC notent qu'à l'échelle mondiale, plus de 40 Mégatonnes de CO₂ sont transportées chaque année (IPCC 2005b, p. 29).

reste encore un phénomène peu connu. Or une trop grande concentration de CO₂ dans l'air présente en effet un véritable danger d'asphyxie pour les riverains (CTSC 2011a). Le rapport spécial des experts du GIEC montre en effet qu'une concentration de CO₂ dans l'air supérieur à 7% aurait des conséquences pour la vie et la santé des êtres humains (IPCC 2005b, p. 20).

Enfin l'utilisation de ce gaz, ainsi que les zones traversées par le pipeline de CO₂, influencent aussi la nature du flux de gaz transporté. Une utilisation du CO₂ pour la récupération assistée d'hydrocarbures nécessite une basse teneur en azote, ce qui n'est pas nécessaire lorsque le CO₂ est simplement stocké. Lorsqu'un pipeline traverse des zones densément habitées, les experts du GIEC soulignent la nécessité de réduire la teneur en sulfure d'hydrogène (IPCC 2005b, p. 29). Le transport maritime du CO₂ est quant à lui destiné au transport à très longue distance. Il devient rentable au-delà de 1 000 km (IPCC 2005b, p. 30). Selon les experts du GIEC, le transport du CO₂ par navires aurait lieu sous forme liquide (0,7 MPa). Le CO₂ aurait des propriétés similaires à celles du GPL. Par conséquent, ce type de transport n'induirait pas selon eux, de contraintes techniques majeures. Le volume de CO₂ à transporter représente cependant une limite pour ce mode de transport. Le graphique suivant (FIGURE 3) extrait du rapport du GIEC illustre les coûts du transport d'une tonne de CO₂ en fonction de la distance. Les experts du GIEC estiment que pour la construction de conduites ce coût dépend des contraintes liées aux espaces à traverser (sols gelés, conduites sous-marines, nécessité de recompression du gaz) (IPCC 2005b, p. 29-30). Les modalités de transport du CO₂ retenues par les porteurs de projets résultent donc d'un arbitrage entre ces différentes contraintes.

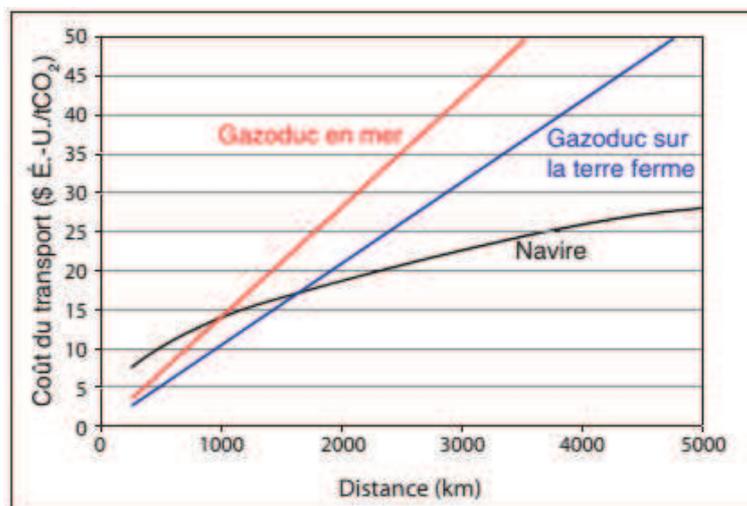


FIGURE 3 – Coût de transport du CO₂ selon le mode (Source : IPCC 2005b).

Là encore, le rapport spécial du GIEC précise les propositions de Marchetti concernant la mise en place du CTSC. En 2005, les techniques envisagées pour transporter le CO₂ jusqu'aux lieux de stockage ont en effet été davantage évaluées. Observons maintenant les propositions de Marchetti concernant le stockage du CO₂.

Le stockage du CO₂.

Dans son article, Marchetti s'attarde plus longuement sur la question du stockage du CO₂. Nous avons rappelé que ce chercheur souhaitait accélérer le cycle naturel du carbone. Ainsi en captant le CO₂ directement à la sortie des usines et en le stockant dans le fond de l'océan, il serait selon lui possible d'éviter une trop grande dispersion de ce gaz dans l'atmosphère. L'effet de serre serait donc ainsi limité. Marchetti précise toutefois qu'il n'est pas possible de stocker le CO₂ à n'importe quel endroit du fond océanique. L'idée de Marchetti est de déposer le CO₂ liquide là où il est plus dense que l'eau et pourra ainsi tomber au fond de l'océan ou encore, de le déposer là où des courants marins chauds et denses rencontrent des courants froids (Op. cit., p. 65-67). Ces deux techniques permettront selon lui une bonne dilution du CO₂ dans la couche océanique.

Marchetti évoque également la possibilité de stocker le CO₂ dans des réservoirs d'hydrocarbures en fin de production (déplétés) ou des aquifères salins. Toutefois, il s'attarde peu sur ces possibilités qui représentent de faibles capacités de stockage. L'expérimentation de ce dispositif technique fera revenir sur le devant de la scène cette possibilité écartée par Marchetti.

1.2.3 Quelle diffusion de cette option technologique pour traiter la question du réchauffement climatique ?

Suite à cette première recherche de Marchetti, les programmes de recherches sur ces technologies se sont développés. Selon Evar et al. (2012, p. 20), l'intérêt pour ce dispositif technique dans les mondes académique et politique s'est véritablement accru à partir des années 1990. Cependant, les attentes relatives à ces technologies ont peu évolué. La possibilité de limiter le changement climatique tout en conservant une stabilité des infrastructures de production d'énergie et par conséquent, une stabilité économique³ reste la principale attente technique. L'urgence d'une réduction rapide des émissions de gaz à effet de serre pour limiter le changement climatique a actualisé l'intérêt des dirigeants politiques pour ce dispositif technique (SHACKLEY et EVAR 2012). Selon Evar et al. (2012), l'agence internationale de l'énergie (AIE)⁴ a véritablement stimulé la recherche sur ces technologies, grâce à son programme de R&D (Greenhouse Gas Research and Development Programme). De fait, ce soutien a ainsi conduit à l'élaboration de projets de démonstration de ce dispositif technique. En revanche, lors des premières expérimentations de ce dispositif technique, aucune solution relative au stockage n'était privilégiée (océanique ou géologique). Pourtant, suite à ces premières expérimentations le stockage

3. Marchetti insiste sur le fait qu'une transformation des modes de production d'énergie aurait une influence sur les prix des produits industriels, mais également des produits finis (MARCHETTI 1977, p. 60).

4. L'agence internationale de l'énergie est une agence indépendante créée en 1974. Le programme actuel de cette agence a été lancé en 1991 (Greenhouse Gas and Research Development Programme). Son but est d'évaluer les technologies susceptibles de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre issues de l'utilisation des énergies fossiles. Les recherches financées par l'agence internationale de l'énergie ont pour finalité de mettre à disposition des décideurs politiques et des industriels des données fiables et scientifiquement reconnues. Cette agence travaille principalement sur les technologies de CTSC. http://ieaghg.org/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=3. Consulté le 15 septembre 2014.

géologique sera privilégié.

1.3 Premières expérimentations du CTSC et transformation de ce dispositif technique.

Nous avons jusqu'alors rappelé les fondements théoriques dont sont issues les technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Observons maintenant comment l'expérimentation de ces technologies hors du laboratoire (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001) a modifié ce dispositif technique. Nous reviendrons tout d'abord sur l'expérimentation du stockage océanique. Nous expliquerons pour quelles raisons cette solution a finalement été abandonnée. Puis, nous décrirons différents types d'expérimentation du stockage géologique de CO₂.

1.3.1 Stocker le CO₂ dans l'océan : une solution originelle contestée.

Le stockage océanique était pour Marchetti la solution adéquate. Contrairement aux réservoirs d'hydrocarbures en fin d'exploitation, elle permettait de stocker de grandes quantités de CO₂. Toutefois, cette solution s'est vue assez tôt contestée. Nous nous appuyerons sur le récit de trois chercheurs impliqués dans ce projet (Herzog, de Figueirido et Reiner (2002) respectivement chimiste, gestionnaire et politiste) pour décrire la première expérimentation de stockage océanique.

En 1997, suite à la signature du protocole de Kyoto, le Japon, les Etats-Unis, l'Australie, le Canada, ainsi qu'un consortium industriel Suisse/Suédois (Asea Brown Boveri (ABB)⁵) s'engagent dans l'expérimentation du stockage océanique de CO₂. Les principaux objectifs de ce projet sont de suivre l'évolution du CO₂ injecté dans la couche d'eau et ses effets sur le sol océanique. Afin de réaliser ces observations, il était nécessaire de trouver un site où l'océan est assez profond (entre 800 et 1000 mètres) (DE FIGUEIRDO 2003, p. 26) et relativement proche de la côte pour disposer d'une source de CO₂ à terre. Ainsi, le coût économique du projet pouvait être minimisé. Plusieurs sites répondaient à ces critères, mais c'est le site de Keahole Point sur l'île de Kona dans l'archipel d'Hawaïi qui fut retenu.

5. ABB est un groupe spécialisé dans l'automatisation et les énergies, notamment les énergies renouvelables <http://www.abb.com>. Consulté le 15 septembre 2014.

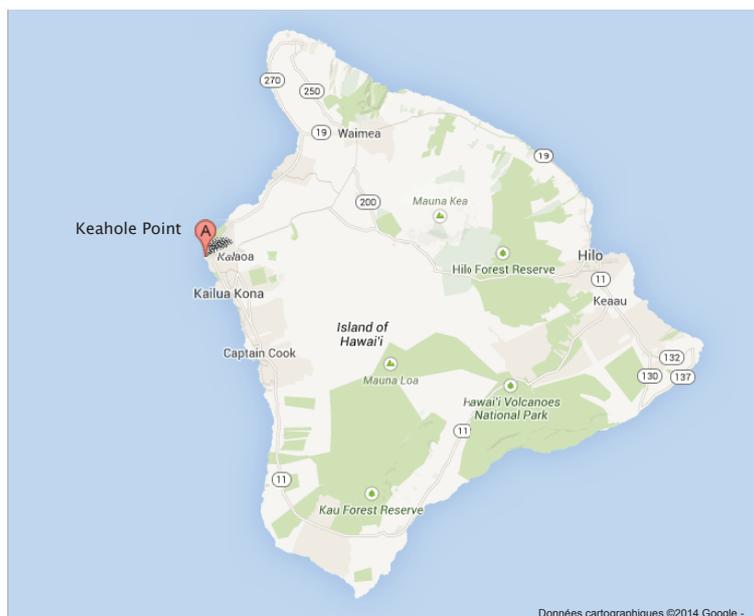


FIGURE 4 – Keahole Point

Selon De Figueirido et al., l'avantage de mener cette expérimentation sur le site d'Hawaii résidait dans la présence du Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority (NEHLA)⁶, une institution dépendante de l'État d'Hawaii dont la mission est de développer des énergies marines renouvelables. Pour ces chercheurs, héberger le projet dans cette institution était un atout susceptible de favoriser l'obtention de permis nécessaires à l'expérimentation du CTSC. Initialement, les experts investis dans ce projet envisageaient la mise en place d'une campagne de sensibilisation des populations et des responsables locaux, afin de les intégrer à la conception de ce projet.

Toutefois le budget pour cette campagne n'a pas été alloué au projet au début de l'année 1998, et ces fonds sont arrivés environ un an après. Cependant, durant cette période, un article de Bobby Command intitulé « Feds to test impact of Dumping CO₂ in Kona water » paru dans le West Hawaii Today le 18 mars 1999 (DE FIGUEIRDO 2003, p. 43) a déclenché l'inquiétude des populations de l'île. L'auteur de cet article s'appuyait sur les données issues du département de l'énergie du gouvernement des États-Unis, en rappelant que les tests réalisés montraient des résultats négatifs sur l'environnement et la chimie de l'océan⁷. Comme l'illustrent les propos des populations rapportés dans une autre quotidien régional, le *Hawaii Star Bulletin*, les populations riveraines du site retenu sont principalement préoccupées par les impacts du CO₂ sur la faune et la flore marine. Un article de ce quotidien daté du 10 août 2000 souligne notamment que la zone retenue est une zone de première importance et fait partie d'un sanctuaire pour les baleines (THOMPSON, *Hawaii Star Bulletin* – 10-08-2000).

Face à l'inquiétude des populations, les experts chargés du projet ont réalisé un site internet donnant davantage d'informations sur les technologies de CTSC ainsi que sur l'expérimentation prévue. Ils ont finalement dû faire face à une véritable opposition des natifs et des pêcheurs.

6. nelha.hawaii.gov consulté le 15 septembre 2014

7. Article reproduit dans DE FIGUEIRDO 2003, p. 139

De Figueirido et al. nous rapportent trois types d'opposition : celle liée aux risques environnementaux associés à cette expérience, une opposition uniquement au stockage océanique, et une opposition au principe même des technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

Ces oppositions ont également eu des conséquences sur la poursuite de ce projet. De Figueirido et al. signalent que suite à cette publicisation du projet, l'opposition s'est structurée dans la « Coalition against CO₂ dumping » [Coalition contre le déversement de CO₂], une organisation constituée en réaction à ce projet⁸. Sous la pression des opposants au projet, le Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority qui portait initialement le projet s'est désinvesti. Ensuite, la « Coalition against CO₂ Dumping » a attaqué les porteurs du projet de stockage océanique du CO₂ sur un terrain juridique. A partir de témoignages recueillis auprès des populations, elle a réclamé un arrêt du projet auprès du gouvernement de l'état d'Hawaii. Pour la « Coalition against CO₂ Dumping », un stockage océanique de CO₂ sur le site de Keahole Point nuirait à l'environnement, aux dimensions culturelles et religieuses qui font partie de la culture hawaïenne, mais aussi au tourisme. Aux témoignages apportés par les opposants au projet, les experts porteurs du projet répondent par des témoignages de scientifiques du monde entier confirmant l'absence de risques liés à cette expérimentation. Sur ce terrain l'équipe du projet a gagné. Cependant, les permis d'exploitation restaient à obtenir. L'équipe du projet n'a pas obtenu un accord d'emblée et fut donc obligée de réaliser une étude d'impact environnemental. De plus, l'autorisation accordée par le gouvernement fédéral était également accompagnée de nombreuses recommandations à prendre en considération, pour répondre aux craintes des populations. Au regard de ces conditions ce projet a donc été abandonné.

Dans ce récit, nous observons que l'expérimentation du stockage océanique de CO₂ a fait l'objet d'un conflit d'usage dans le sens que lui donnent les experts du rapport Manon (2005). La « Coalition against CO₂ dumping » s'est en effet engagée sur le terrain juridique pour arrêter ce projet. Cette opposition est justifiée de plusieurs façons. D'une part, elle porte sur les incertitudes scientifiques concernant les effets du CO₂ sur l'acidification des océans et d'autre part, sur les usages religieux et touristiques de cet espace. De plus, le conflit relatif à l'expérimentation du stockage océanique de CO₂ est aussi probablement lié à des questions de justice. Comme le montre Gross à propos de l'acceptabilité sociale de l'implantation d'une ferme éolienne en Australie (GROSS 2007), la justice est une question centrale. Elle souligne que la mise en place des énergies renouvelables est susceptible de diviser une communauté. Dans son article relatif à l'implantation d'une ferme éolienne en Australie, elle mobilise la théorie de la Justice proposée par Rawls (RAWLS 1987) sur un plan pratique, avec comme objectif de comprendre les conflits engendrés par ce projet. Gross rappelle tout d'abord les deux conceptions centrales de la justice pour Rawls et leur utilisation dans le champ des recherches relatives aux énergies renouvelables. La justice distributive est, comme elle le souligne ici, l'équité au regard des retombées d'un projet d'énergies renouvelables (risques, nuisances, impacts environnementaux). La justice procédurale se définit quant à elle comme l'équité dans l'expression des opinions sur les projets en question et l'impartialité de la prise de décision. Selon Gross, la justice procédurale concerne

8. Les recherches internet relatives à cette organisation n'apportent pas véritablement d'informations complémentaires. Le site internet de cette organisation est par exemple introuvable.

par exemple la justice dans le traitement des opinions par les porteurs d'un projet, au cours du processus de participation du public (Op. cit., p. 2730).

Au regard de ces éléments théoriques, le projet d'expérimentation d'un stockage océanique de CO₂ à Hawaii pose une question de justice procédurale. Les porteurs de ce projet avaient initialement prévu de consulter les populations et les parties prenantes locales avant de lancer cette expérimentation. Cependant, les fonds pourvus à cet effet sont arrivés plus tard que prévu. Ils n'ont donc pas permis cette consultation. De fait, les populations ont eu le sentiment que ce projet était réalisé sans même leur avis.

En revanche, concernant les effets du CO₂ sur l'acidification des océans, les craintes des opposants au projet se sont vues confirmées scientifiquement. Feely et al. (FEELY et al. 2004) notent par exemple que les émissions atmosphériques de CO₂ ont déjà un impact sur l'acidification des océans. De fait, l'injection directe de CO₂ issu des industries dans l'océan est donc une solution très controversée (GOUGH et SHACKLEY 2005). Par la suite, cette méthode de stockage du CO₂ a été limitée par la réglementation. Citons l'exemple de la convention OSPAR⁹ qui régit la protection du milieu marin en Atlantique Nord. Suite à un amendement pris en 2007, cette convention interdit le stockage d'un flux de CO₂ dans la colonne d'eau¹⁰. Par conséquent, le stockage océanique du CO₂ n'est plus une solution envisageable pour l'espace maritime de l'Atlantique nord. Bien que des recherches sur les effets du CO₂ sur le milieu océanique se soient poursuivies, comme l'illustrent les travaux du GIEC (IPCC 2005a, p. 277-318), la présence de cette interdiction dans un document juridique rend plus difficile un éventuel retour vers cette solution initiale. (LATOURET 1992, p. 44-45)¹¹

Ces propos illustrent donc que l'échec de la première tentative de stockage océanique de CO₂ a sans doute contribué à l'abandon de cette solution, initialement présentée comme optimale. Les solutions de stockage géologique de CO₂, peu évoquées par Marchetti, ont donc fait l'objet d'un plus grand intérêt. Revenons donc sur deux projets emblématiques de stockage géologique de CO₂.

1.3.2 *Sleipner* : premier projet de stockage géologique de CO₂ en mer.

Le projet de stockage géologique de CO₂ de la plate-forme d'exploitation de gaz de Sleipner est opérationnel depuis octobre 1996. Cette infrastructure d'exploitation d'hydrocarbures se trouve à 240 km des côtes norvégiennes, au milieu de la Mer du Nord. Le gaz naturel exploité dans le champ de Sleipner contient 9% de CO₂. Or, pour être commercialisable le gaz naturel

9. Cette convention créée en 1972 est nommée OSPAR en raison des conventions originales d'Oslo (OS) et de Paris (PAR). http://www.ospar.org/content/content.asp?menu30010100000000_000000_000000. Consulté le 13 octobre 2014.

10. http://www.legifrance.gouv.fr/.../ei_convention OSPAR_cm_18.04.2012.pdf. Consulté le 16 septembre 2014.

11. *le droit(...) est l'ensemble des techniques d'écriture d'enregistrement de vérification, d'authentification qui permet d'aligner les personnes et les énoncés.(...) offrant aux alliances une relative stabilité.*

doit en contenir moins de 2,5% (KONGSJORDEN, KÅRSTAD et TORP 1998)¹². Par conséquent, les industriels exploitant cette plate-forme séparent déjà le CO₂ du gaz naturel. Chaque année, la plate-forme de Sleipner émet environ un million de tonnes de CO₂ (Op. cit., p. 303). L'idée de stocker le CO₂ issu de cette activité est liée à l'instauration en 1991, d'une taxe sur les émissions de CO₂ des infrastructures d'exploitation d'hydrocarbures norvégiennes. La deuxième raison évoquée par Kongsjorden et al. pour expliquer la mise en place d'un stockage de CO₂ est la volonté de réduire de 3% le total des émissions de la Norvège. Mais pour quelles raisons avoir préféré un stockage géologique à un stockage océanique de CO₂ ? Rappelons les différents types de stockage de CO₂, et revenons sur les justifications apportées pour le choix du stockage géologique à Sleipner.

Selon les experts du GIEC (IPCC 2005b), il existe trois types de réservoirs de stockage de CO₂ pour lesquels le niveau de connaissance est assez avancé. Il s'agit du stockage dans les puits de pétrole ou de gaz, dans des formations salines profondes (aquifères salins), et dans les veines de charbon inexploitable. Selon ces chercheurs, le principe d'injection du CO₂ dans les formations géologiques énumérées ci-dessus est similaire aux techniques employées lors de la prospection, et la production de pétrole ou de gaz naturel. En raison des conditions de pression et de température, le gaz injecté dans ces formations géologiques à plus de 800 m de profondeur est à l'état liquide (IPCC 2005b, p. 31). Il est piégé dans les espaces interstitiels des roches dans lesquelles il est injecté. Étant donné que le CO₂ est moins dense que l'eau il a tendance à remonter à la surface du réservoir, en contact avec la roche de couverture du réservoir de stockage. Vérifier l'intégrité de ce réservoir et être vigilant aux réactions induites¹³ par le contact entre le CO₂ et la roche de couverture est donc crucial. Selon les experts du GIEC, le gaz se dissout dans l'eau au bout de milliers d'années. Le CO₂ dissout devient plus dense et s'enfonce au fond de la formation géologique. Au bout de millions d'années, ce gaz est converti en minéraux carbonatés solides (IPCC 2005b, p. 32). Ainsi stocké, le CO₂ n'a donc que peu de risque d'être en contact avec l'atmosphère et de contribuer au réchauffement climatique. Dans le cas de l'injection de CO₂ dans des veines de charbon, le CO₂ vient remplacer le méthane auparavant piégé dans cette formation géologique. Ce méthane libéré peut également être récupéré. Toutefois comme le soulignent les experts du GIEC, ces techniques sont pour l'instant au stade de l'expérimentation et il n'existe pas de véritables retours d'expériences¹⁴.

Dans le projet de Sleipner, Kongsjorden et al. justifient la volonté de stocker géologiquement le CO₂ par le manque de connaissances disponibles concernant les techniques de stockage océanique de CO₂. Les procédés d'injection dans les réservoirs géologiques sont en effet connus depuis les années 1970 par les industries d'exploitation de gaz et de pétrole (EVAR, ARMENI et SCOTT 2012). Toutefois, l'originalité du projet de Sleipner et de stocker le CO₂ dans un aquifère

12. Chercheurs au service R&D de l'entreprise Statoil à Trondheim.

13. Certaines études illustrent notamment des dégradations de la roche de couverture au fil du temps, en raison de l'acidification de la saumure cf : (BERTHE 2012); (REGNAUT et al. 2005) De plus, les réactions chimiques sont dépendantes des substances présentes dans le flux injecté. Bien qu'il s'agisse majoritairement de CO₂, les substances annexes peuvent avoir une incidence sur les processus chimiques.

14. Le site de Compostilla en Espagne mène actuellement ce genre d'expérimentations. (Colloque BRGM, octobre 2012).

salin à proximité du réservoir d'hydrocarbures, et non dans le réservoir même. Ce stockage de CO₂ dans un aquifère salin est une première tentative. Comme le soulignent Kongsjorden et al., l'objectif principal des porteurs de ce projet de CO₂ à Sleipner est de démontrer la fiabilité de cette solution pour qu'elle soit ensuite développée et généralisée. Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pourraient contribuer à « un monde décarboné ». Selon les estimations présentées par ces chercheurs, la Mer du Nord disposerait d'une capacité de stockage de CO₂ de 800 gigatonnes. Par conséquent, cet espace jouerait un rôle décisif si ces technologies étaient utilisées (KONGSJORDEN, KÅRSTAD et TORP 1998, p. 305-307).

Les propos de Kongsjorden et al. montrent que les attentes vis-à-vis de la réussite du projet de stockage de CO₂ à Sleipner sont élevées. Un succès permettrait en effet une généralisation du dispositif technique et ainsi, la possibilité de réduire les émissions de gaz à effet de serre tout en conservant les infrastructures de production existantes. À l'inverse, un échec compromettrait l'utilisation de ces technologies. Rétrospectivement, le projet de stockage géologique de CO₂ à Sleipner est un succès. Il fait encore référence lorsque l'on évoque ces technologies lors de manifestations scientifiques. Bon nombre d'intervenants dans les colloques auxquels nous avons assisté font référence à ce projet. Mais cette solution du stockage géologique de CO₂ mise en œuvre avec succès en mer, peut-elle être une réussite si elle est utilisée dans des réservoirs géologiques à terre ? L'expérimentation d'un stockage géologique de CO₂ à Barendrecht révèle certains enjeux susceptibles d'être soulevés par l'utilisation de ce dispositif technique à terre.

1.3.3 Stocker le CO₂ « à l'intérieur des terres », une tentative délicate ?

Les réservoirs géologiques disponibles pour stocker du CO₂ sont également présents « à l'intérieur des terres ». Cependant, à la différence d'un stockage géologique du CO₂ sous le fond de l'océan, le stockage géologique de CO₂, « terrestre » soulève parfois davantage de débats. Revenons ici sur le projet très controversé de *Barendrecht*. Cette commune d'environ 40 000 habitants est située dans la banlieue de Rotterdam (BRUNSTING et al. 2011). Le projet stockage du CO₂ dans des réservoirs de gaz déplétés a vu le jour en 2006. Ces réservoirs étaient localisés sous deux zones résidentielles de Barendrecht. Dans ce projet, il s'agissait de capter une partie du CO₂ issu d'une unité de production d'hydrogène de la raffinerie de Pernis (propriété de Shell), se trouvant à une vingtaine de kilomètres de la ville de Barendrecht. Cette raffinerie s'efforce de valoriser au maximum le CO₂ qu'elle produit. Elle vend ce gaz à une entreprise de production de sodas et durant la période estivale, aux agriculteurs pratiquant une agriculture sous serre. Dans ces réservoirs d'hydrocarbures, les porteurs de ce projet prévoyaient de stocker 400 000 tonnes de CO₂ par an¹⁵. Le choix du site de Barendrecht répondait aux critères minimaux au regard de l'évaluation des risques (EIJES, KUIJPER et BISSCHOP 2011)¹⁶ ainsi qu'à un critère économique, la proximité entre la source de CO₂ et le réservoir de stockage (16,5km)

15. À titre de comparaison, le site de Sleipner en Norvège stocke 1 million de tonnes de CO₂ par an. <http://www.captage-stockage-valorisation-co2.fr/en/deep-saline-aquifers>. Consulté le 13 février 2016.

16. Chercheurs pour l'entreprise Shell.

réduisant le coût du projet¹⁷ (KUIJPER 2011)¹⁸.

A court terme, le projet de stockage de CO₂ de Barendrecht a pour objectif de démontrer la possibilité de stocker le CO₂ dans un environnement urbain, sans risque pour les populations riveraines. Ces dernières sont d'ailleurs considérées comme conscientes de la problématique du réchauffement climatique, mais sceptiques sur l'ampleur du phénomène (Op. cit., p. 6228). A long terme, si ce projet est une réussite, les Pays-Bas pourraient stocker jusqu'à un milliard de tonnes de CO₂¹⁹, car la géologie serait favorable selon les estimations des experts (SEEBERGER et HUGONET 2011)²⁰. Toutefois, le stockage du CO₂ n'a finalement pas été mis en place à Barendrecht. Pour comprendre les différents enjeux de ce projet, rappelons les éléments clés et dégageons les représentations des technologies de CTSC soulevées par les différents acteurs.

Les discussions relatives à ce projet entre Shell et le gouvernement des Pays-Bas ont commencé en 2006. Toutefois, Shell n'a informé la municipalité de l'éventualité de ce projet qu'à partir de l'année 2007. Dès leur intégration dans le projet, les représentants municipaux se sont montrés peu enthousiastes à l'idée de stocker du CO₂ sous un quartier résidentiel (BRUNSTING et al. 2011)²¹. Cependant, ils accepteraient la tenue de réunions publiques pour informer les populations de la ville de l'éventualité d'un stockage géologique de CO₂, si celui-ci remplissait les exigences de l'étude d'impact environnemental.

Une première réunion s'est déroulée en février 2008 et a réuni 60 personnes. La moitié des participants étaient des professionnels et l'autre moitié des citoyens investis dans la vie politique locale (Op. cit., p. 6378.). Lors de cette première réunion, les représentants de Shell ont abordé en détail le projet, les caractéristiques du CO₂ et son comportement dans des couches géologiques. Des représentants de l'État ont quant à eux rappelé les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet serre, et les apports de l'utilisation du CTSC pour atteindre ces objectifs. Enfin, Shell insista sur le caractère opérationnel de ces technologies. Selon ces experts, ces dernières étaient disponibles immédiatement. A la différence de la première réunion, une deuxième réunion d'information tenue en avril 2008 et réunissant 250 personnes provoqua davantage de débats, notamment concernant la sécurité du stockage de CO₂. Selon l'analyse de Brunsting et al. (BRUNSTING et al. 2011), les experts n'ont pas pu apporter toutes les réponses à l'ensemble des questions soumises dans le temps alloué pour cette réunion publique. Les questions qui restaient en suspens ont fait l'objet d'une réponse ultérieure via le site web du projet²².

En janvier 2009, suite à la publication des résultats de l'étude d'impact environnemental, les

17. A titre d'exemple le coût de transport du CO₂ par conduite sur 100km varie entre 0,5 et 10 euros selon les spécificités géologique du sous-sol. <http://www.captage-stockage-valorisation-co2.fr/transporter-le-co2>. Consulté le 13 février 2016.

18. Ingénieur spécialiste du stockage du CO₂ dans l'entreprise Shell.

19. <http://www.nbcnews.com/id/33837127#.VKiLoXsfF7x>. Consulté le 22 décembre 2014.

20. Ingénieurs techniques dans l'entreprise Shell.

21. Les observations relatives au déroulement de ce projet, rapportées ici, s'appuient principalement sur cette contribution de Brunsting et al. (2011), ainsi que sur un rapport de recherches des mêmes contributeurs réalisé pour le CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). Ces chercheurs appartiennent tous au département des études politiques du centre de recherche sur l'énergie des Pays-Bas (<https://www.ecn.nl/home/>). Consulté le 28 décembre 2014).

22. Le site web était fermé au moment de l'analyse nous n'avons donc pas pu le consulter.

porteurs du projet reçurent les premières autorisations du gouvernement national et de l'administration de la province pour lancer le projet. Cependant, durant la période officielle de recours, la municipalité de Barendrecht exprima plusieurs critiques sur les résultats de l'étude d'impact environnemental. Selon Brunsting et al., la municipalité s'interrogeait tout d'abord sur les processus de localisation du projet. Ensuite, la municipalité exprimait aussi un désaccord sur le caractère « existant » des technologies, en précisant que seuls des modèles avait servi de base à l'évaluation des risques. Par ailleurs, elle considérait que les risques sanitaires et psychologiques avaient été mal évalués dans l'étude d'impacts. Enfin, la municipalité critiqua le renversement du principe pollueur/payeur. Les porteurs du projet bénéficiaient en effet de subventions pour démontrer ce dispositif technique. La ville ayant connu la construction de plusieurs infrastructures, peu de temps avant ce nouveau projet (voie de chemin de fer, autoroute), la municipalité était peu favorable à la mise en place d'un stockage de CO₂, susceptible de causer de nouvelles nuisances. La municipalité avait donc promis d'autoriser le projet, une fois des réponses satisfaisantes apportées aux questions soulevées lors des différentes réunions d'informations, et la prise en compte des oppositions.

Pour calmer ces inquiétudes et répondre à l'ensemble des questions, de nouvelles réunions avec des experts furent organisées (de janvier à mars 2009) et des rapports complémentaires à l'étude d'impact environnemental réalisés. Cependant, au cours de ces différentes réunions, certains partis politiques comme les *Verts* ou les *Chrétiens Démocrates* continuèrent à faire campagne contre le projet. Des manifestations furent d'ailleurs organisées. Les populations contestant la mise en place d'un stockage de CO₂ exprimèrent leurs craintes face aux incertitudes vis-à-vis de ce nouveau dispositif technique²³, mais également leurs préoccupations face aux évolutions du prix de l'immobilier, si du CO₂ était stocké sous ce quartier résidentiel²⁴.

Deux événements firent pleinement basculer la municipalité et l'opinion locale vers un refus du projet de stockage de CO₂ (BRUNSTING et al. 2011). D'une part, une réforme de la procédure d'obtention des permis pour le stockage du CO₂ n'impliquant plus nécessairement l'accord de la municipalité, votée le premier mars 2009, fut perçue comme l'imposition par le gouvernement national, de la réalisation effective du projet. D'autre part, un expert indépendant intervenu lors des premières réunions destinées à répondre aux différentes questions, revint sur ses déclarations dans la presse en insistant sur les risques relatifs à la sécurité d'un stockage de CO₂. Les réunions suivantes et la venue des ministres de l'aménagement et de l'économie à Barendrecht ne changèrent pas la situation et le projet fut finalement annulé.

Cette description rapide et partielle du projet de Barendrecht montre que pour stocker du CO₂ dans une banlieue densément peuplée, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ doivent parvenir à concilier de multiples critères. A la sûreté du stockage est associée une série de questions que les porteurs du projet n'avaient pas anticipées. Les impacts sanitaires, les impacts sur le marché immobilier ou encore, la démocratie des processus de décision sont sources d'inquiétude pour les populations et engendrent des controverses. La solution proposée par ces

23. <http://blogs.wsj.com/environmentalcapital/2009/04/20/new-nimby-dutch-locals-protest-shell-carbon-storage-project/>. Consulté le 22 décembre 2014.

24. <http://www.nbcnews.com/id/33837127#.VKiLoXsfF7x>. Consulté le 22 décembre 2014.

derniers, bien que validée par la communauté scientifique (les modèles mathématiques montrent que le stockage du CO₂ est *a priori* sûr), se voit contestée par la communauté locale. Celle-ci n'adhère pas au projet d'une société inscrit dans les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001). De fait, l'ambition du gouvernement d'utiliser ce dispositif technique à grande échelle comme moyen de lutter contre le réchauffement climatique se voit en partie remise en cause. Les Pays-Bas disposent en effet de réservoirs géologiques « offshore » pour stocker du CO₂. Suite à cette controverse, le stockage géologique du CO₂ dans des réservoirs sous-marins semble l'alternative à privilégier (GOUGH et SHACKLEY 2005).

1.4 Conclusion

Depuis 1977, les événements marquants de l'histoire des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ relatés ici montrent que ce dispositif technique a connu plusieurs transformations. L'objectif initial de ces technologies était de résoudre la question du réchauffement climatique en agissant sur le cycle du carbone. Pour Marchetti (MARCHETTI 1977), il était possible de résoudre le problème du réchauffement climatique en conservant un haut degré de concentration du carbone, et en accélérant son cycle dans l'atmosphère. Ainsi proposa-t-il de capter le CO₂ issu des industries fortement émettrices pour le stocker au fond des océans, ces derniers régulant la quantité de CO₂ présente dans l'atmosphère.

Depuis les années 1980, l'urgence de résoudre la question du réchauffement climatique a accru l'intérêt des politiques et des scientifiques pour la méthode proposée par Marchetti. Selon la Zero Emission Platform, une organisation européenne de soutien aux technologies de CTSC, ce dispositif technique n'implique pas de grandes transformations du système de production et pourrait contribuer à réduire efficacement les émissions de CO₂. Pour cette organisation la seule utilisation des technologies de CTSC permettrait d'atteindre 20% de réduction d'émissions de CO₂ à réaliser d'ici 2050²⁵. De fait, dans les années 1990 des programmes de recherche sur ces technologies ont vu le jour. Cependant, les premières expérimentations du captage, transport et stockage du CO₂ ont conduit à une transformation de ces technologies. L'expérimentation du stockage océanique de CO₂ dans l'archipel d'Hawaii a en effet montré la sensibilité des populations locales à ces technologies. Ces dernières étaient perçues comme susceptibles de perturber à la fois la faune océanique en raison d'un accroissement de l'acidité de l'eau, et les pratiques touristiques, culturelles et économiques. Cette expérimentation sera donc abandonnée. Par la suite, cette solution sera marginalisée car des réglementations, comme la convention OSPAR ont interdit notamment dans certaines mers le stockage océanique de CO₂. La solution initialement proposée par Marchetti, valable à l'échelle du laboratoire, ne résiste pas au passage à grande échelle. La notion de *Traduction* définie par Callon et al. (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001, p. 86) permet d'expliquer cette observation. Dans ce chapitre les auteurs reviennent sur les processus par lesquels passent la recherche confinée. Ils proposent la notion de *Traduction* pour décrire ces processus. La *Traduction* est en fait l'addition de trois *traductions*. Comme

25. <http://www.zeroemissionsplatform.eu/carbon-capture-and-storage.html>. Consulté le 23 janvier 2015.

ils l'expliquent, la recherche confinée part d'une problématique réelle, qu'elle simplifie dans le laboratoire pour agir sur elle (traduction 1). Ensuite, les chercheurs font des expériences sur « la réalité simplifiée du laboratoire » et tentent de reproduire les résultats ou les inscriptions obtenus pour prouver leur validité (traduction 2). Enfin, ils sortent du laboratoire avec une solution à la problématique expérimentée. Mais comme le soulignent ces auteurs, c'est dans cette dernière étape (traduction 3) que tout se joue. Les soutiens initiaux peuvent faillir, et la solution expérimentée ne pas être retenue (Op. cit., p. 86-117).

Pour les technologies de CTSC, Marchetti est parvenu à transposer la question du changement climatique, d'une réalité complexe à l'échelle du laboratoire. En revanche, bien que la solution qu'il propose semble avoir résisté dans un premier temps aux différentes objections scientifiques, ces technologies de CTSC soulèvent ensuite des controverses. Le retour de la solution conçue en laboratoire dans la réalité ne s'impose pas. Par exemple, les populations d'Hawaii n'acceptent pas l'utilisation d'un tel dispositif technique pour résoudre la question du réchauffement climatique. De fait, le choix de la solution à employer pour résoudre le changement climatique se pose de nouveau. Pour ce dispositif technique, le stockage géologique de CO₂, alternative marginale dans l'esprit de Marchetti, devient l'unique modalité de stockage.

Cependant, là encore, les expérimentations à grande échelle viendront modifier à la marge l'utilisation de ces technologies. Si le stockage géologique de CO₂ est sous-marin, la réglementation sur les émissions de CO₂ contraignante, et qu'il existe une correspondance entre les pratiques des industriels et celles nécessaires à l'utilisation du CTSC comme dans le projet norvégien de *Sleipner* lancé en 1996, alors la solution résiste au passage du laboratoire à la réalité. En revanche, comme l'illustre le projet néerlandais de *Barendrecht* lancé en 2006, le stockage géologique de CO₂ à « l'intérieur des terres » soulève de nombreux débats. Dans ce projet, la municipalité et la population locale questionnent à la fois la validité scientifique de cette solution, mais aussi sa pertinence dans la résolution du réchauffement climatique.

La controverse socio-technique qui a lieu à *Barendrecht* a d'ailleurs signé la fin du projet et plus globalement, limitera le stockage géologique de CO₂ dans des zones fortement peuplées (GOUGH et SHACKLEY 2005).

Ces éléments fondateurs dans le développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ illustrent la constitution progressive de son réseau socio-technique. Tout d'abord, la validité des résultats de Marchetti relative à l'impact du CO₂ sur le fond des océans est remise en cause par des recherches ultérieures (FEELY et al. 2004). Elles illustrent une élévation de l'acidité des océans, et donc un impact du CO₂ sur la faune et la flore du milieu. Ensuite, cette modalité de résolution du réchauffement climatique, issue d'une recherche confinée (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001) est remise en cause dans certains lieux (*Barendrecht*) par les pouvoirs publics locaux et les populations. Comme l'affirme Callon et al., (Op. cit., p. 113-117) l'activité scientifique et technique est une prolongation de la politique par d'autres moyens. Les observations et les expérimentations menées sur un échantillon de la réalité reproduite en laboratoire ont parfois comme projet ou comme conséquence une reconfiguration du monde dans lequel on décide de vivre. Or cette question est selon Callon et al. résolument politique. Si

les connaissances produites en laboratoire parviennent à être transférées dans la réalité, alors ces reconfigurations seront effectives. Ainsi les activités scientifiques et techniques posent-elles des questions politiques.

Concernant l'utilisation des technologies de CTSC, l'enjeu est bien de définir un modèle de société compatible avec les limites naturelles de la Terre. Pour Marchetti et les experts du GIEC, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ rendent possible une conservation du modèle social compatible avec cet enjeu. Cependant, ce choix effectué dans l'enceinte du laboratoire, sans débat avec les populations s'est vu contesté. Par la suite, les controverses socio-techniques relatives aux technologies de CTSC ont donc traduit une volonté de participation des populations ou des groupes sociaux concernés.

Chapitre 2

Utilisation effective ou projetée du CTSC : quelles attentes techniques pour ce dispositif en Europe du Nord ?

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous souhaitons revenir sur les attentes techniques soulevées par les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Norvège et au Royaume-Uni. En nous appuyant sur une analyse documentaire (articles de presse, rapports institutionnels) et sur des entretiens réalisés avec des parties prenantes (ingénieurs, scientifiques, associatifs) impliquées dans ces projets de CTSC, nous décrirons ici les modalités d'utilisation (effectives ou projetées) de ce dispositif technique. Nous observerons donc comment cette solution pour résoudre le réchauffement climatique est appropriée ou envisagée par les parties prenantes dans ces deux États. Le choix de détailler la mise en place des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Norvège et au Royaume-Uni se justifie par l'importance des politiques développées pour soutenir le déploiement de ce dispositif technique, ainsi que l'intérêt de ces États pour le CTSC en lui-même. Ce choix est confirmé par les travaux du Global CCS Institute. Cette organisation internationale se donne comme objectif d'accélérer le développement, la démonstration et le déploiement des technologies de captage transport et stockage du CO₂. Elle a été fondée en 2009 en Australie grâce à un financement du gouvernement. Elle rassemble des multinationales, des petites entreprises, ainsi que des laboratoires de recherche pour développer ce dispositif technique¹. Dans son rapport de 2013, le Global CCS Institute (GCCSI) propose une matrice des politiques favorables aux technologies de CTSC (GCCSI 2013, p. 74). Cette matrice reproduite dans la figure suivante met en relation deux indicateurs. Les lignes de cette matrice indiquent le nombre de projets de captage, transport et stockage du CO₂ à d'une échelle représentative d'un développement commercial de cette technologie (LSIPs). Soit un seuil annuel minimum de 800 000 tonnes de CO₂ captées stockées pour une centrale à charbon et 400 000 tonnes de CO₂ captées pour les industries fortement émettrices de CO₂ (Op. cit., p. 154). Les colonnes de ce tableau font quant à elle référence aux politiques de soutien au CCS mises en

1. <http://www.globalccsinstitute.com/content/who-we-are>. Consulté le 14 janvier 2015.

place dans différents états du monde. Comme les politiques susceptibles de favoriser le développement des technologies de CTSC sont multiples (par exemple de politiques publiques relatives à la R&D ou la mise en place d'un marché carbone), les auteurs de ce rapport du GCCSI ont choisi d'établir un indicateur composite relatif à la force du soutien aux technologies de CTSC dans les politiques publiques des différents Etats représentés sur cette matrice (Op.cit. p. 173).



FIGURE 5 – Matrice des politiques favorables au CTSC, selon le Global CCS Institute (Source : GCCSI 2013, p. 74)

Les auteurs du rapport 2013 du GCCSI commentent ainsi cette matrice. Selon eux, les quadrants deux et quatre de cette matrice rassemblent les Etats qui mettent déjà en œuvre des politiques favorables au déploiement des technologies de CTSC. Pour les experts du GCCSI, ces états considèrent que les avancées internationales dans le développement de ces technologies sont trop lentes. En revanche, ces Etats considèrent comme un intérêt national d'accélérer le développement des technologies de CTSC (Op. cit., p. 73). A l'inverse, les experts du GCCSI considèrent que les Etats localisés dans les quadrants un et trois ont des politiques sous-développées concernant les technologies de CTSC. Selon les experts du GCCSI, les investisseurs accordent davantage d'importance aux États qui développent des politiques favorables aux technologies de CTSC (Op. cit., p. 74). C'est à dire aux États localisés dans les quadrants deux et quatre de ce tableau.

Sur cette matrice, nous observons que la Norvège et le Royaume-Uni font partie des États dont le cadre politique est le plus favorable au déploiement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Par ailleurs le Royaume-Uni semble s'intéresser davantage à ce dispositif technique au regard du nombre de LSIPs identifiés par le GCCSI (6 au Royaume-Uni contre 4 en Norvège). Dans ce chapitre, nous reviendrons donc tout d'abord sur la mise en place de ces technologies en Norvège, état souvent considéré comme un « idéal » pour la mise en place du CTSC et fréquemment cité en exemple. Puis, nous aborderons le déploiement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ au Royaume-Uni. Dans ce deuxième exemple, nous serons confrontés à une utilisation projetée de ce dispositif technique car au moment de la réalisation de nos entretiens, aucun projet de démonstration du CTSC n'était effectivement implanté. L'analyse du déploiement de ces technologies en Europe du nord illustrera les différentes attentes sociotechniques soulevées par les technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Ainsi pourrions-nous potentiellement anticiper des attentes similaires si ces technologies étaient implantées dans l'Axe-Seine.

2.2 Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Norvège : un système technique idéal et consensuel ?

Dans l'histoire des technologies de CTSC, la Norvège représente un « idéal ». Nous avons en effet évoqué au premier chapitre le rôle de pionnier de cet État dans le développement de ces technologies. Par ailleurs, lors des colloques organisés par la Chaire CTSC auxquels nous avons participé entre 2010 et 2013, l'exemple norvégien est presque systématiquement cité. La carte ci-dessous est établie par les chercheurs du *Scottish Carbon Capture and Storage*. Elle illustre un certain dynamisme de la Norvège concernant la mise en place de ce dispositif technique. On dénombre deux projets opérationnels : un projet pilote en place ainsi qu'un autre projet en prévision. Au regard de cette dynamique favorable aux technologies de CTSC, nous pensions recueillir dans nos entretiens des récits illustrant une mise en place sans entrave des technologies captage, transport et stockage du CO₂. Nous avons également à l'esprit une définition de ce système technique dont la finalité principale était de réduire les émissions de gaz à effet de serre². Or les entretiens réalisés nuancent ces représentations largement partagées. Notre démarche d'exploration, ainsi que l'intérêt de chercheurs français pour ces technologies en vue d'une éventuelle utilisation en France ont même étonné nos interlocuteurs. Dans les paragraphes suivants nous questionnerons cette idée de la Norvège comme pays « idéal » pour le développement du CTSC. Nous rappellerons tout d'abord le contexte d'implantation et la vision politique du développement de ce dispositif technique, pour ensuite nous intéresser à

2. Voir le rapport spécial du GIEC (2005) relatifs aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂. http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_fr.pdf. Consulté le 22 avril 2013.

deux projets de CTSC (*Mongstad* et *Snøhvit*) qui ont fait l'objet de controverses.



FIGURE 6 – Projets de CTSC en Norvège (Source : SCCS)

2.2.1 Perceptions des problématiques environnementales par la population norvégienne et dépendance de l'économie aux hydrocarbures.

La décision d'utiliser les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Norvège semble à la fois liée aux inquiétudes de la population concernant les problématiques environnementales, son hostilité à la production d'électricité via l'utilisation d'énergies fossiles mais aussi, à la dépendance de l'économie norvégienne à ces mêmes énergies.

Afin de préciser les perceptions des problématiques environnementales par la population norvégienne, appuyons-nous sur le travail d'Hellevik (HELLEVIK 2002). Pour comprendre les perceptions de l'environnement par la population norvégienne, ce professeur de sciences politiques à l'université d'Oslo s'appuie sur une enquête statistique³ réalisée tous les deux ans, sur un échantillon représentatif de la population norvégienne. Cette enquête nationale prend en compte de nombreuses dimensions socio-démographiques. Hellevik précise que les questions relatives aux problématiques environnementales ont été intégrées à cette enquête à partir de 1989.

En analysant ces données statistiques, Hellevik remarque qu'en 2001 la population norvégienne semble moins inquiète vis-à-vis des problèmes environnementaux qu'en 1989, mais davantage pessimiste au sujet d'une évolution favorable de la situation environnementale (Op. cit., p. 13-14), par rapport à la situation de 1989. Il note aussi qu'entre 1989 et 2001, le pourcentage de population considérant les problèmes d'environnement comme graves et nécessitant une solution drastique passe de 61% à 26% (Op. cit., p. 8). En revanche Hellevik souligne qu'en 2001, seul 14% de la population pense que la situation concernant l'environnement et la pollution s'améliorera dans les années à venir. De plus, 31% de la population considère que cette situation se détériorera (Op. cit., p. 13). Au regard de ces chiffres, il conclut que, si l'anxiété vis-à-vis des problèmes environnementaux a diminué entre 1989 et 2001, l'attitude pro-environnementale reste relativement stable (Op. cit., p. 13).

L'entretien avec les interlocuteurs de Statoil spécifie l'opinion des Norvégiens en ce qui concerne la production d'énergie. Selon ces interlocuteurs, il existerait une « double moralité » chez la population norvégienne. Celle-ci serait hostile à la production d'électricité par l'usage des énergies fossiles et nucléaire lui préférant l'hydroélectricité⁴. Ces interlocuteurs affirment cependant qu'il existe en Norvège des réacteurs nucléaires destinés à la recherche, et que les plateformes d'exploitation d'hydrocarbures produisent aussi un peu d'électricité. Par ailleurs, ils rappellent que de l'électricité produite via ces énergies fossiles serait aussi importée depuis la Suède ou le Danemark.

“(. . .) you prefer to buy the power from Germany, Denmark and Sweden, and that is kind of showing some of the double morality of Norway. We are against nuclear power, so we don't have any nuclear power in Norway, never the less we have two nuclear

3. Le « norwegian monitor ». Cette enquête est réalisée tous les deux ans depuis 1985. Elle compte environ 3000 questions posées en face à face ou par téléphones à un échantillon de 4000 répondants, (HELLEVIK 2002, p. 7).

4. Le mix énergétique de la Norvège est en effet composé à 96% d'hydroélectricité source <http://www.energiesactu.fr/production/lenergie-chez-nos-voisins-la-norvege-0020360> consulté le 31 janvier 2014.

research plants, isn't that just the same, Sleipner and Snøhvit. And then we don't have gas power plants, but if you discuss how much power we are generating on Norwegian shale's oil and gas, burning that's incredible but we don't have gas power plants, we don't". **Ingénieur Statoil – 02-01-2012 – Trondheim.**

L'autre dimension révélée par cet extrait d'entretien est la dépendance de l'économie norvégienne à la production d'hydrocarbures. En effet, L'économie norvégienne repose sur l'exploitation d'hydrocarbures (2^{ème} exportateur mondial de gaz et 6^{ème} exportateur de pétrole) ⁵.

Au regard de ces premières informations, trouver une solution permettant de concilier l'attention des populations norvégiennes aux énergies faiblement carbonées et à l'environnement, ainsi que la dépendance économique du pays à la production d'énergies fossiles est impératif. Observons, comment les technologies de CTSC sont mobilisées par les politiques comme un moyen pour concilier ces deux exigences.

2.2.2 Développement des technologies de CTSC en Norvège : quels instruments politiques mobilisés ?

En 1991, l'État norvégien introduit une taxe sur les émissions de CO₂ et notamment celles des infrastructures offshore. Selon Evar et al. (EVAR, ARMENI et SCOTT 2012, p. 20), cette taxe a été introduite en réponse à un débat politique comme une tentative pour concilier une position d'exportateur mondial d'hydrocarbures avec les exigences de réduction des émissions de gaz à effet de serre, à des échelles nationale et internationale. La conséquence directe de cette taxe est le développement des technologies de CTSC par Statoil sur la plateforme de Sleipner. Nos interlocuteurs de Statoil confirment également ce propos.

"(. . .) Ok . . . it happened back in 1993, I believe, by the introduction of the Norwegian tax on CO₂ emissions. On only offshore Norway, I'm not sure about dates and regression when it came and the real costs, I think it's around 350 NOK ⁶per ton (. . .) And as a consequence of that, the Sleipner development I think, decided to do a CO₂ storage to get their relieve of the tax, so it was totally, I believe, initiated by the tax system. So we need to get off around the tax, there's only one way to do it, or there is actually two ways, because we get a better price of the CO₂, or the hydrocarbon gas if you take out the CO₂ rather blend it with low CO₂ other gas. So they had, they decided at one point to take out the CO₂ from their production gas and then they just need to inject it to get rid off the tax. But Sleipner, they have a back door, so to say to open ; that is they can blend their production gas with, other gases, from the area". **Ingénieur Statoil – 02-01-2012 – Trondheim**

5. <http://blog.pollutec.com/la-norvege-et-lenvironnement.html#.Uut0PRzt7nQ> consulté le 31 janvier 2014
Sur son site internet le groupe Statoil affirme qu'il est le troisième vendeur mondial de pétrole brut. <http://www.statoil.com/en/OurOperations/TradingProducts/Pages/default.aspx> consulté le 22 avril 2013.

6. Soit environ 43 euros par tonne de CO₂.

Le premier motif d'utilisation du CTSC par les compagnies pétrolières est lié à une motivation économique, se soustraire à une taxe coûteuse. En cela, la mise en œuvre de la taxe carbone par le gouvernement remplit son rôle incitatif vis-à-vis de l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Ajoutons que l'utilisation de ces technologies s'inscrit aussi dans les pratiques de production d'hydrocarbures. Selon nos interlocuteurs, séparer des quantités importantes de CO₂ présent dans le gaz, améliore sa qualité. Le gaz doit contenir moins de 2% de CO₂ pour être revendu. Or en Mer du Nord, il en contient environ 9% (KONGSJORDEN, KÅRSTAD et TORP 1998). De fait, cette pratique est courante pour l'exploitation du gaz en Mer du Nord (EVAR, ARMENI et SCOTT 2012). Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ne transforment donc pas fondamentalement ce secteur d'activité. Enfin, nos interlocuteurs insistent sur le fait qu'une autre finalité s'ajoute à l'utilisation de ce dispositif technique, la récupération assistée d'hydrocarbures par injection de CO₂. Cette pratique prolonge quant à elle la durée d'exploitation des puits, elle représente donc aussi une source de bénéfices. Les technologies de CTSC remplissent ici un double rôle. Elles permettent à la fois aux exploitants d'hydrocarbures de se conformer aux exigences environnementales, en remplissant des objectifs d'ordre économique. De plus, ce dispositif technique n'induit que peu de changements dans les procédés industriels des compagnies pétrolières. La séparation du CO₂ du gaz exploité est en effet maîtrisée depuis les années 1930 et l'injection de fluides dans des réservoirs d'hydrocarbures depuis les années 1970 (EVAR, ARMENI et SCOTT 2012). D'un point de vue politique, le développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ a été fortement soutenu par le premier ministre norvégien. Lors de son discours des vœux en 2007, ce dernier comparait la mise en place des technologies de CTSC en Norvège à la conquête spatiale États-Unienne. Tous nos interlocuteurs rappellent cet événement dont nous avons retrouvé un extrait dans la presse :

“When President Kennedy said that Americans would land on the moon within 10 years, Americans had not yet been to outer space,” said Jens Stoltenberg, Norway’s Prime Minister, in his 2007 New Years’ Address. “Our vision is that within seven years we will have the technology in place to make it possible to clean greenhouse gas emissions. That will be an important breakthrough in reducing emissions in Norway and when we succeed ; I believe the world will follow. This is a major project for the country. It is our moon landing” **Extrait du discours du premier ministre norvégien** ⁷.

Cet extrait d'article de presse prolonge les propos d'Evar et al. sur l'origine du développement des technologies de CTSC. La dépendance de la Norvège à la production d'hydrocarbures, son engagement à l'échelle internationale⁸ dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que la sensibilité de l'opinion publique à la question des énergies fossiles expliquent ce soutien politique. Ajoutons aussi que le succès de cette innovation semble tenir à l'héritage socio-économique de la Norvège. Les technologies de CTSC ne sont qu'une reconfiguration de la finalité d'utilisation des technologies développées pour l'exploitation des hydrocarbures, socle

7. http://www.nortrade.com/index?cmdshow_article&id=396. Consulté le 19/01/2012.

8. La Norvège est entrée dans le système européen d'échange de quotas de CO₂ en 2008 <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/012.pdf> pp.5 Consulté le 3 octobre 2014.

de l'économie norvégienne. De fait, le dispositif de CTSC en raison des liens qu'il entretient avec cet héritage socio-économique fait donc partie de « l'identité » de la Norvège comme l'affirment nos interlocuteurs de l'ONG Bellona. Selon eux, cette correspondance entre l'exploitation des hydrocarbures et les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ explique l'intérêt et la facilité de développement de ces technologies, au détriment d'autres types d'énergie renouvelables comme les éoliennes offshore. L'extrait d'entretien suivant illustre ce propos :

“Wind energy it is sort of a parallel story. Wind energy had lots of support and you have mechanisms to support green energy... And there is a construction of wind mills onshore, in Norway, but Norway can really not had much because it's a technology, that's established yeah, in Denmark very strongly but other where, also other countries, so for Norway, it doesn't build Norway, you know, but there is deployment of wind power but where”. **Experts-Bellona – 04-01-2012 – Oslo.**

Cet extrait d'entretien illustre l'imaginaire sociotechnique associé aux technologies de CTSC en Norvège. Ici comme dans les propos du ministre norvégien, ces technologies représentent un avenir désirable pour la Norvège comparativement au nucléaire. Par ailleurs, il y a également la volonté d'occuper une place de leader mondial dans le développement de ces technologies, à l'instar du Danemark pour l'éolien en mer.

2.2.3 Un dispositif technique dont l'utilisation est contestée par d'autres protagonistes.

Compte tenu du contexte norvégien, l'utilisation des technologies de CTSC semble à première vue consensuelle et « idéale ». Mais est-ce vraiment le cas ? Les entretiens réalisés en Norvège illustrent à l'inverse deux positions divergentes quant à l'utilisation de ce dispositif technique. Rappelons ici les éléments marquant de ces controverses pour les projets de *Mongstad* et de *Snøhvit*.

La décision de réaliser un pilote de captage de CO₂ sur la centrale électrique et la raffinerie de *Mongstad* a fait l'objet d'un accord entre le gouvernement et Statoil en 2005⁹. Ce centre de test du captage du CO₂ devait initialement être opérationnel pour 2014. Suite à cette décision, des accords ont été signés en 2007 avec Dong Energy et Shell, respectivement propriétaires de la centrale électrique et de la raffinerie sur lesquelles devaient être testés les dispositifs de captage du CO₂. L'ensemble du consortium investi dans ce projet a été établi en 2009. Il associait aux partenaires cités précédemment Gassnova SF, agissant au nom de l'État norvégien, Aker Clean Carbon et Alstom, comme fournisseurs des technologies de captage du CO₂. Les technologies de captage du CO₂ utilisées dans ce centre se limitent toutefois au test des technologies de post-combustion. Les amines sont utilisées sur la centrale électrique, et de l'ammoniac à basse température (« chilled Ammonia ») sur la raffinerie. Selon Evar et Shackley (2012, p. 177), le choix de tester uniquement le captage post-combustion a été justifié par sa simplicité d'installation. Le captage post-combustion ne nécessite pas de modification des industries en elles-mêmes. Ce dispositif intervient en effet en fin de cycle et capte le CO₂ dans le flux des fumées industrielles. Utiliser une technologie de captage post-combustion ne nécessite donc pas une transformation de la chaudière ou du combustible à brûler pour capter le CO₂. Dans le projet de *Mongstad*, les délais de réalisation ainsi que les coûts initialement prévus n'ont pu

9. <http://www.tcmda.com/en/Press-center/News/2006/World-class-environmental-power-project-at-Mongstad/>. Consulté le 6 octobre 2014.

être tenus. Les tests ont commencé au début de l'année 2012 et doivent se terminer en 2016¹⁰. Ces délais de réalisation et l'augmentation des coûts ont bien entendu fait l'objet de nombreuses critiques, notamment de la part de l'ONG Bellona (Op. cit., p. 176). Cependant, la dimension essentielle de la controverse autour de ce projet est liée au risque sanitaire concernant l'utilisation d'amines pour capter le CO₂. Comme le soulignent Evar et Shackley (Op. cit., p. 178), un rapport réalisé par l'institut norvégien de recherche sur l'air souligne que la dégradation des amines, formant des nitroamines, pourrait avoir des conséquences pour la santé. Cependant, les conséquences des risques sanitaires relatifs à l'utilisation d'amines sont peu connues. Les seuils limites scientifiquement validés au début du projet, pour lesquels une concentration d'amines s'avère cancérigène varient d'un rapport à l'autre.

Suite à la définition d'un scénario critique, Statoil décide donc de stopper son projet tant que de telles incertitudes ne sont pas levées. Toutefois en 2010-2011, de nouvelles données sur les effets sanitaires des amines sont connus et minimisent le risque de cancer établi dans les précédents scénarios (Op. cit., p. 180-181). Aker le fournisseur d'amines propose même une solution technique permettant d'éliminer les nitramines et les nitrosamines des fumées industrielles. Selon Evar et Shackley, Statoil continue cependant d'affirmer que cette problématique a une importance majeure et propose de développer d'autres solutions de captage du CO₂. Cette alternative induit de fait un accroissement du coût économique (de 2,900 millions de couronnes norvégiennes¹¹) et un délai de réalisation supplémentaire de trois ans. Cette décision de Statoil provoqua le vote d'une motion de défiance du parti Chrétien démocrate et des autres partis d'opposition à l'égard du ministre de l'énergie (Op. cit., p. 181-182) qui démissionna en mars 2011. Elle provoqua également une nouvelle critique de Bellona accusant Statoil de « poignarder le CTSC dans le dos » (Op. cit., p. 181). Cette ONG considérait qu'un report du projet n'était pas valable au regard des nouvelles connaissances sur les amines.

Pour le projet de *Mongstad*, la crédibilité de Statoil se trouve donc limitée par les éléments signalés précédemment. De plus, Evar et Shackley rapportent un événement supplémentaire contribuant à décrédibiliser Statoil (Op. cit., p. 182). En décembre 2010, un journal norvégien¹² (*Aftenbladet*) s'appuyant sur les révélations de Wikileaks signale que Statoil avait informé le gouvernement américain qu'il ne poursuivrait le projet de *Mongstad* que si celui-ci était viable économiquement. De fait, nous comprenons donc la critique de l'attitude de Statoil par différentes parties prenantes, dont l'organisation écologiste Bellona. En effet, Bellona soutient un développement du CTSC dont la finalité est de contribuer à résoudre le réchauffement climatique et non d'être immédiatement économiquement profitable.

Au regard de ces éléments de contexte, le projet de *Snøhvit* semble participer d'une stratégie similaire de maximisation de l'exploitation des ressources d'hydrocarbures disponibles et de fait, des profits économiques qu'il est possible d'en tirer. Dans ce projet, l'objectif est d'asso-

10. Frise chronologique au bas de la page d'accueil du site : <http://www.tcmda.com/en/>. Consulté le 14 octobre 2014.

11. Soit 301 050 041 euros.

12. « Wikileaks : US knew about Mongstad before norwegian parliament » <http://theforeigner.no/pages/news/wikileaks-us-knew-about-mongstad-before-norwegian-parliament/>. Consulté le 6 octobre 2014.

cier un dispositif de CTSC à une unité de production de gaz naturel liquide localisée en mer de Barents. Pour ce projet, l'utilisation du CTSC est considéré par Bellona, comme « caution environnementale » pour l'exploitation des hydrocarbures en Arctique. Cette ONG critique donc une telle utilisation de ce dispositif technique qui selon elle ne répond pas à la finalité de réduction des émissions de CO₂. L'extrait d'entretien suivant souligne ce propos.

“But the problem is that, now the Norwegian continental shelf is more or less only Statoil, you know, and Statoil first priority is to use their resources to go into new huge prospects like the Barents Sea and. . . they didn't want to spend their resources in this sort of minor area projects”. **Experts-Bellona – 04-01-2012 – Oslo.**

Une étude de cas réalisée dans le cadre du projet européen « Create Acceptance¹³ » (HEISKANEN 2006) précise le contexte d'implantation de ce dispositif technique à *Snøhvit*. Ce travail montre que ce n'est pas tant l'implantation des technologies de CTSC qui a déclenché la controverse, mais davantage l'exploitation des gisements gaziers et pétroliers dans la mer de Barents. En effet selon les auteurs de ce rapport, l'écosystème de l'Arctique est déjà très fragile. De fait, l'exploitation d'hydrocarbures fragiliserait davantage cet écosystème et soulève des préoccupations écologiques (Op. cit., p. 9).

Selon l'étude citée précédemment, le système de CTSC associé à ce projet d'unité de production de gaz naturel liquide était davantage perçu comme un atout sur le plan environnemental. Les associations écologistes se sont donc focalisées sur la pérennisation de l'utilisation des énergies fossiles, symbolisée par la mise en œuvre de ce projet (Op. cit., p. 10-11). En revanche, bien qu'il ne fasse pas l'unanimité chez les acteurs locaux, ce projet a tout de même reçu un accueil positif pour une majorité d'entre eux (Op. cit., p. 12). Celui-ci permettait en effet de diversifier l'économie locale, principalement orientée vers l'économie de la pêche, en attirant de nouveaux investisseurs. Ces attentes ont été satisfaites par le projet de *Snøhvit* qui a dynamisé l'économie locale (Op. cit., p. 14). Toutefois, des critiques persistent concernant la dépendance aux énergies fossiles liée à l'exploitation du gaz et la substitution de cette nouvelle industrie aux anciennes activités économiques.

13. L'objectif de ce projet européen était de définir un outil méthodologique pour gérer cette question de l'acceptabilité sociale des énergies renouvelables. Afin d'y parvenir des études empiriques tel que le cas de *Snøhvit* présenté ici, ont été réalisés dans le deuxième work package du projet. Pour plus d'informations sur l'outil méthodologique <http://www.esteem-tool.eu/>. Consulté le 14 octobre 2014.

2.2.4 Le CTSC en Norvège : un dispositif technique existant soulevant des attentes sociotechniques divergentes.

Comme nous l'avons observé ici, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ permettent à la Norvège de concilier la dépendance économique à la production d'hydrocarbures, et un engagement dans une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Par ailleurs, nous avons également observé l'adéquation entre la maîtrise des techniques de production d'hydrocarbures et l'utilisation de ces technologies. Cependant comme l'illustre la description des controverses de *Mongstad* et *Snøhvit*, des attentes sociotechniques divergentes sont soulevées par les projets de CTSC. D'une solution technique permettant de concilier dépendance aux énergies fossiles et lutte contre le réchauffement climatique, le CTSC est « transformé » par Statoil en instrument de maximisation de l'exploitation des réserves d'hydrocarbures, voire de conquête de nouveaux gisements d'hydrocarbures, en contradiction avec la finalité initiale de ce dispositif technique. Cette transformation de la finalité du CTSC est d'ailleurs critiquée par des organisations de défense de l'environnement comme Bellona.

Pour comprendre ces positionnements antagonistes vis-à-vis des technologies de CTSC, appuyons-nous sur les concepts proposés par Thévenot et Lafaye (THÉVENOT et LAFAYE 1993), ou Boltanski et Thévenot (BOLTANSKI et THÉVENOT 1991)¹⁴.

Pour ces auteurs, lorsque des individus se trouvent dans des situations de dispute, ils se réfèrent à des principes supérieurs communs pour justifier leurs points de vue. Dans ce processus de justification, des dispositifs techniques ou réglementaires peuvent être mobilisés pour légitimer un principe de justification. Dans les controverses relatives à la mise en place des technologies de CTSC en Norvège, deux principes supérieurs communs s'opposent. L'utilisation de ce dispositif technique par Statoil renverrait à un principe supérieur commun issu de la « cité marchande » où le CTSC permettrait de maintenir et de poursuivre l'exploitation des hydrocarbures de la mer du nord qui fait la richesse du pays. A l'inverse, l'utilisation de ce dispositif technique telle que conçue par Bellona fait référence à un principe supérieur commun relatif à l'écologie (THÉVENOT et LAFAYE 1993) où ce qui est valorisé est ce qui ne pollue pas. Dans cette perspective, le CTSC contribue à réduire l'impact des activités industrielles sur l'environnement, rendant ainsi ces dernières compatibles et vertueuses au regard d'une logique environnementale.

L'analyse du déploiement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Norvège proposée ici montre que la modalité de justification portée par Statoil semble s'imposer. Au sein de la configuration des parties prenantes impliquées dans la mise en place du CTSC en Norvège, Statoil a une situation quasi monopolistique. En effet, ce groupe pétrolier comme acteur pionnier du CTSC a une légitimité dans la mise en place de ce dispositif technique, ainsi que dans la maîtrise des connaissances associées à ces technologies. Statoil possède par ailleurs la plupart des sites sur lesquels ces technologies peuvent être utilisées, les plateformes d'exploitations d'hydrocarbures soumises à une taxe sur les émissions de CO₂ depuis 1991. De fait, ce groupe préserve un certain pouvoir en raison de ces différents facteurs et peut ainsi piloter l'avancement du CTSC. Le gouvernement, en dépit de sa volonté de développer ces technologies, est contraint de se plier à l'action de Statoil. En Norvège les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ont donc été détournées de leur finalité initiale (écologique) et orientées vers une finalité économique. Un tel contexte laisse donc imaginer que certains projets où les technologies de CTSC sont rentables, notamment grâce à la récupération assistée d'hydrocarbures seront privilégiés au détriment d'autres projets pertinents au regard d'une problématique écologique. Cette réorientation interroge l'objectif fixé par les experts du GIEC d'une réduction de 19% des émissions globales de CO₂ liées à l'utilisation des technologies de CTSC. Cet objectif sera-t-il atteignable si la rentabilité économique prime sur les dimensions écologiques ?

14. Ces trois chercheurs sont des sociologues appartenant au groupe de sociologie politique et morale de l'EHESS.

2.3 Les technologies CTSC au Royaume-Uni : instrument d'une production d'électricité décarbonée et révélateur de tensions politiques.

En Norvège nous avons observé que les attentes techniques relatives aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ concernaient davantage les industries productrices d'hydrocarbures. Le développement de ces technologies étant une réponse à une taxe sur les industries « offshore », comme l'affirment Evar et al.(2012). Au Royaume-Uni, les attentes techniques vis-à-vis de ces technologies sont différentes. Pour le gouvernement britannique, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ doivent permettre une production d'électricité décarbonée. L'utilisation de ces technologies est donc envisagée pour des centrales au gaz ou au charbon, ainsi que pour les industries lourdes, fortement émettrices de CO₂ (DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE 2012). Le gouvernement britannique s'est engagé dès 2007 (GOLDSMITH et al. 2012) dans le financement d'un projet de démonstration de captage, transport et stockage du CO₂ à l'échelle industrielle. Selon nos interlocuteurs, l'objectif de Westminster était de devenir le champion européen des technologies de CTSC.

En parallèle, le gouvernement écossais dans sa feuille de route sur l'énergie pour 2050 (SCOTTISH GOVERNMENT&SCOTTISH ENTREPRISE 2010), établie en 2010, s'est lui aussi engagé à produire un équivalent de 100% de la demande d'électricité à partir d'énergies renouvelables¹⁵ avec un seuil transitoire de 50% à atteindre d'ici 2015. L'engagement du gouvernement écossais dans la réduction des émissions de CO₂, de 80% par rapport à 1990, le conduit à s'engager dans une production d'électricité en grande majorité décarbonée. L'utilisation des énergies renouvelables et des technologies de CTSC sur les centrales électriques d'ici 2030 doivent permettre d'atteindre ces objectifs¹⁶. Selon la feuille de route sur les technologie de captage, transport et stockage du CO₂, l'Écosse, en raison de son potentiel géologique pour le stockage du CO₂ et de sa maîtrise de l'exploitation d'hydrocarbures, pourrait devenir leader dans le développement de ce dispositif technique (SCOTTISH GOVERNMENT&SCOTTISH ENTREPRISE 2010, p. 3).

Comme le montrent ces premières informations, depuis 2010 il existe au Royaume-Uni un fort soutien pour le développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Le gouvernement écossais comme le parlement britannique paraissent avoir de grandes ambitions pour la mise en place de ce dispositif technique. Nous reviendrons d'abord ici sur le contexte de déploiement de ce dispositif technique, pour ensuite aborder les tensions entre Westminster et Edimbourg matérialisées par le CTSC. L'exemple du projet de CTSC de *Longannet* nous permettra de décrire ces tensions.

15. <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Business-Industry/Energy/Action> consulté le 15 octobre 2014.

16. <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Business-Industry/Energy/Action/economic-recovery> consulté le 15 octobre 2014.

2.3.1 Le Royaume-Uni : un état fortement dépendant des énergies fossiles pour sa production d'énergie au contexte géologique favorable.

Selon la feuille de route sur le CTSC du ministère britannique de l'énergie et du changement climatique, la production d'électricité représentait en 2010 27% du total des émissions de CO₂ en Grande-Bretagne. Par ailleurs, 32% de charbon et 40% de gaz étaient utilisés à cette date pour produire de l'électricité (DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE 2012, p. 14). Au regard des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre affichés par le gouvernement britannique pour 2050 (80% de réduction des émissions par rapport à 1990), l'utilisation des technologies de CTSC semble nécessaire car le secteur de l'énergie (dominé par les énergies fossiles) contribue à environ 30% de ces émissions. Selon le secrétaire d'État du ministère de l'énergie et du climat britannique, l'utilisation de ce dispositif technique permettrait de résoudre le dilemme entre la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter les effets du réchauffement climatique et une demande croissante en énergie. Toutefois, l'ambition britannique pour l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ va au-delà du seul secteur de l'énergie. Le gouvernement britannique a la volonté de constituer un réseau de pipelines facilitant le transport du CO₂ depuis les sources d'émissions industrielles, jusqu'aux réservoirs de stockage. La configuration géographique et géologique particulière rend réaliste la stratégie de déploiement CTSC proposée par le ministère de l'énergie et du changement climatique. La carte suivante illustre ce contexte (Op. cit., p. 10).

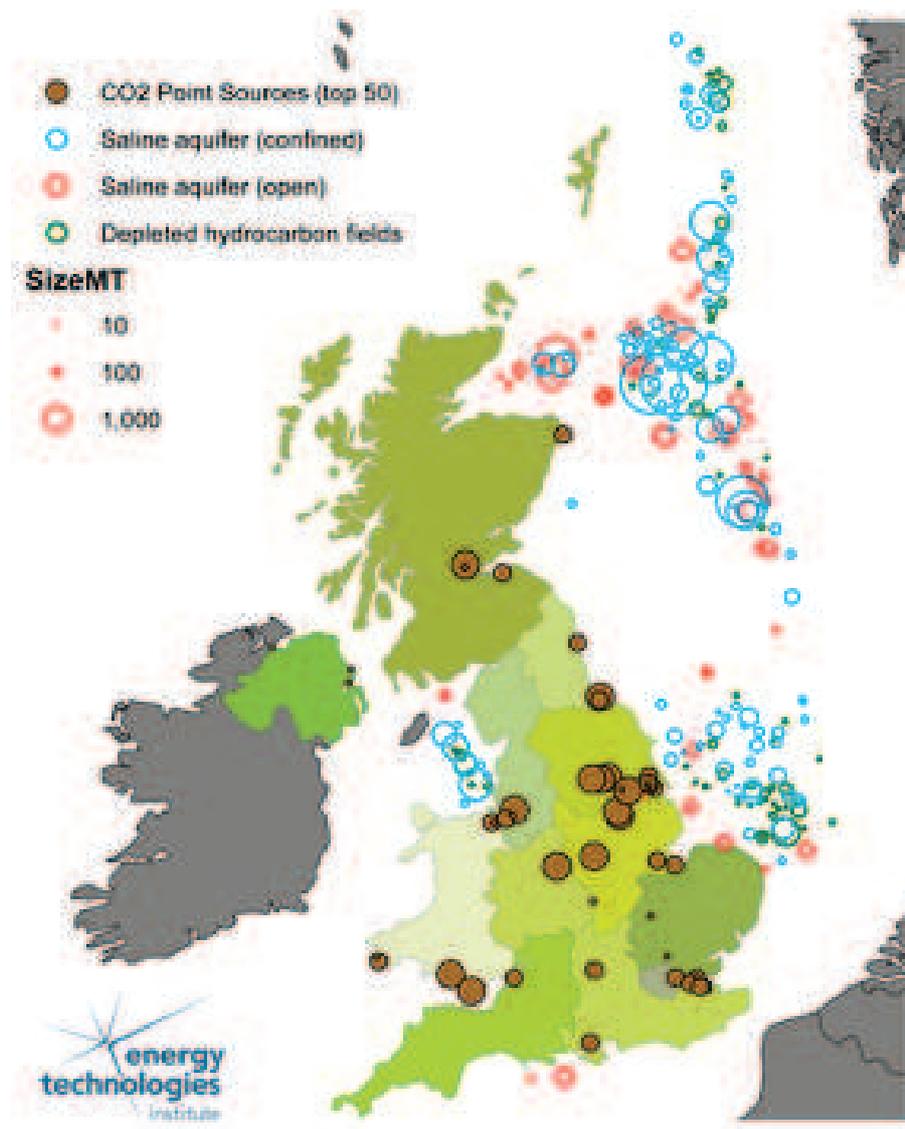


FIGURE 7 – Répartition des sources d'émission de CO₂ et réservoirs de stockage au Royaume-Uni (Source : DECC 2012).

Sur cette carte de 2012 nous observons à la fois les 50 plus importantes sources d'émission de CO₂ du Royaume-Uni, ainsi que les différents types de réservoirs dont les quantités de stockage disponibles sont exprimées en mégatonnes. Selon la feuille de route sur le CTSC proposée par le ministère britannique de l'énergie et du changement climatique, la Grande-Bretagne pourrait stocker 70 milliards de tonnes de CO₂, soit l'équivalent de cent années de la quantité actuelle des émissions du secteur de l'énergie (Op. cit., p. 15). Cette carte montre aussi que les concentrations d'émetteurs de CO₂ se situent davantage à l'est du Royaume-Uni, dans l'espace maritime de la Mer du Nord. A proximité de ces dernières, nous observons la présence de réservoirs de stockage de CO₂ de petite taille. A l'inverse, nous remarquons une concentration de réservoirs de stockage de taille plus importante au nord-est du Royaume-Uni. Ainsi, l'ambition de l'Écosse de devenir leader dans le déploiement de ces technologies s'explique probablement en raison d'une position stratégique par rapport à ces ressources de stockage du CO₂.

Les informations rappelées ici illustrent l'importance des ambitions du gouvernement britannique concernant l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Par ailleurs, une telle configuration géologique et géographique rend de telles ambitions réalisables. Observons maintenant la stratégie employée par le gouvernement britannique pour développer les technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

2.3.2 Quelle stratégie du gouvernement britannique pour déployer le CTSC ?

Pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre qu'il s'est fixé, le gouvernement britannique souhaite développer les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ à un niveau commercial d'ici 2020. Selon la feuille de route du Ministère de l'Énergie et du Changement Climatique (DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE 2012), deux grands types d'outils sont envisagés pour parvenir à un développement commercial du CTSC : le financement de projets de R&D d'échelle commerciale et la transformation du marché de l'électricité pour constituer une contrainte carbone. Détaillons davantage cette stratégie.

Le financement d'un projet de captage, transport et stockage du CO₂ à l'échelle commerciale constituait la première étape de la stratégie du gouvernement britannique. Une somme d'un milliard de livres sterling serait consacrée au développement d'une chaîne complète de captage, transport et stockage du CO₂ d'échelle commerciale. Pour sélectionner le projet, une première « compétition » a été lancée en 2007. Elle s'est cependant révélée infructueuse en octobre 2011 (GOLDSMITH et al. 2012, p. 6). Selon les experts du National Audit Office¹⁷ (NAO), la première campagne de financement d'un projet de démonstration des technologies de CTSC à l'échelle industrielle a été lancée en se focalisant sur l'importance stratégique d'un tel dispositif technique. En revanche, il n'y avait pas dans cette campagne de vision claire sur le plan des coûts économiques, des options disponibles, ainsi que des attentes précises d'un unique projet de démonstration (Op. cit., p. 8).

Toujours selon ces experts du NAO, le gouvernement britannique a soupesé les risques économiques associés à la mise en place du captage, transport et stockage du CO₂. La somme d'un milliard de livres sterling finalement allouée au financement de ce projet n'a été votée qu'en octobre 2010 (Op. cit., p. 9). Cette incertitude sur le montant du financement effectif d'un projet de CTSC, alloué par le gouvernement britannique, a retardé la réponse de potentiels investisseurs à cet appel d'offre (Op. cit., p. 9). Enfin, à ces premières incertitudes sur les conditions de financement des projets s'ajoutent des incertitudes sur les types de projet financés. Comme

17. Le rôle de cette organisation est d'examiner les dépenses du gouvernement britannique. Elle a deux rôles principaux : l'audit de l'état financier des départements et des différentes agences du gouvernement central et la production d'études sur la mise en place des projets du gouvernement. <http://www.nao.org.uk/about-us/what-we-do/>. Consulté le 17 octobre 2014.

le rappellent les experts du NAO, les projets retenus dans ce cadre de financement se sont vus limités aux seuls projets de captage post-combustion sur des centrales à charbon de 300 mégawatts. Nos interlocuteurs du Scottish, Carbon, Capture and Storage partagent ce point de vue concernant le management de cette première compétition. Ils relatent ainsi son déroulement.

Vivian Scott : "(...) UK government want to fund out a project, and this was the anyone that...and basically UK government took a long time to make up its mind about what the rules might be, how it might work, whatever else and eventually the companies involved, just say we've had enough it's taken too long. (...) that sort of amount of money, to fund the first CCS demonstration again this started as a very loose announcement so lot's of people come quite interested and quite excited then the government went with a lot of thinking and gradually thought, well, the rules of competition add this, and this, and this, and said more and more people dropped out, is that's they didn't fit the rules anymore because yeah, they just got bored of waiting".

Nils Markusson : "So it's roughly ten proposals?"

Vivian Scott : "yes about ten proposals to start, but that they got reduced down to two because the government decided that it had to be a post combustion retrofit eventually an (...) IGCC and other plants they work in a fit and so they were left with two one was a proposal from EON at kingsnorth near London and that was to actually replace their coal plant with a new coal plant and then fit CCS to it later and the other was to fit CCS to Longannet and both of those had their field studies paid for, so I think it was about 90 million pounds was split between them to pay for the field studies for those projects. And those fields and there are public and that was on the deck (...) kingsnorth was not a role about CCS, but a role about coal. So kingsnorth it was a very big protest about building new coal capacity in the UK particuliest the CCS was in maybe dependent on this competition and it was any ever going to be on one boiler of four so it's a thousand megawatt or fifteen hundred megawatt proposal with three hundred megawatt of CCS. (...) there was a very, very big public inquiry about it in the end, there was a very big, green peace led a huge protest with big occupation so eventually EON decided this wasn't going to, going to work and pulled out". **Vivian Scott et Nils Markusson respectivement physicien/politiste et ingénieur/sociologue – Université d'Edimbourg – 12-01-2012.**

Au regard de ces informations, la logique initiale privilégiée par le gouvernement britannique pour déployer les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ semble avoir été inefficace. Les incertitudes quant aux types de projets financés ont découragé les compétiteurs. Par ailleurs, les extraits d'entretien montrent que la contestation de la part des populations ne semblait pas avoir été anticipée. Selon nos interlocuteurs, la construction d'une nouvelle centrale à charbon dans une ville du sud-est de l'Angleterre¹⁸, pour tester ce dispositif technique fut contestée. A l'inverse, le projet de *Longannet* permettait de réduire les émissions de CO₂

18. Il s'agit du projet du projet *Kingsnorth* porté par EON, annulé en 2012. <http://www.zeroco2.no/projects/e.on-2013-kingsnorth-post-combustion-project>. Consulté le 15 janvier 2015.

d'une des plus grandes centrales à charbon du Royaume-Uni¹⁹. Bien que ce dernier projet n'ait pas abouti, il semble avoir eu une influence décisive sur l'investissement des différentes parties prenantes écossaises dans le développement de ces technologies.

2.3.3 Le CTSC en Écosse : source de tensions entre Édimbourg et Westminster.

Le projet de *Longannet*, dernier en lice de la première compétition pour le financement d'un démonstrateur de CTSC, symbolise l'engagement du gouvernement écossais dans la mise en place de ce dispositif technique. Nous détaillerons ici ce projet et son dénouement, puis nous décrirons les ambitions de l'Écosse concernant les technologies de captage, transport et stockage du CO₂, pour comprendre les tensions suscitées par l'abandon du financement du projet de CTSC à *Longannet*.

Le projet de *Longannet* symbole du développement des technologies CTSC en Écosse.

L'objectif du projet de captage, transport et stockage du CO₂ à *Longannet*, porté par un consortium réunissant Scottish Power, Shell, Aker et National Grid, était d'utiliser ce dispositif technique sur une centrale à charbon de 2400 mégawatts. Cette centrale gérée depuis 1972 par Scottish Power, une entreprise appartenant au groupe énergétique espagnol Iberdrola²⁰. Le CO₂ capté sur cette centrale à charbon devait être ensuite transporté par conduite jusqu'à la plateforme pétrolière Goldeneye exploitée par Shell, pour être stocké dans un champ d'hydrocarbures (gaz) en fin d'exploitation. La centrale de Longannet testait depuis 2009 un pilote de captage du CO₂. La subvention proposée par le gouvernement anglais aurait permis de capter 90% des émissions de CO₂ d'une unité de 300 mégawatts²¹.

Selon Markusson Ishii et Stephens, (MARKUSSON, ISHII et J. C. STEPHENS 2012) ce projet de CTSC faisait l'unanimité des parties prenantes impliquées. Le gouvernement écossais soutenait ce projet, car les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ représentent un enjeu crucial dans les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le conseil municipal soutenait également le projet au regard des emplois concernés par la centrale électrique, et en raison d'une opportunité de développement économique liée aux énergies vertes. Compte tenu d'une probable évolution des réglementations sur les émissions de CO₂, Scottish Power voyait dans ce projet l'opportunité de prolonger l'activité de la centrale électrique pendant au moins quarante ans. Elle justifiait notamment cela en soulignant les risques de pénuries d'énergies et l'absence d'alternatives pour l'Écosse, si une réglementation drastique sur les émissions de CO₂ était adoptée. Pour Scottish Power l'opinion publique écossaise est également hostile à

19. <http://www.spenergywholesale.com/userfiles/file/Longannet2011REV.pdf>. Consulté le 20 octobre 2014.

20. <http://www.iberdrola.es/home/>. Consulté le 13 janvier 2015.

21. <http://www.zeroco2.no/projects/scottish-power-cockenzie-and-longannet-post-combustion-project>. Consulté le 20 octobre 2014.

l'énergie nucléaire (Op. cit., p. 236). Enfin, les ONG environnementales comme WWF sont davantage favorables à l'utilisation de ces technologies sur une centrale électrique existante qu'à la construction de nouvelles centrales pour tester ces technologies. Malgré ce soutien global, le projet de *Longannet* n'a pas vu le jour. Nos interlocuteurs soulignent que c'est essentiellement en raison des coûts supplémentaires du projet que ce dernier a été abandonné.

"And then to cut a very long story short, essentially the commercial negotiations around how do actually do the contract between the government and all the companies for one reason to another you have different versions of this broke down eventually; part of it was perhaps because Scottish power been bought by Iberdrola the big Spanish utility, who Iberdrola's only coal it's even Scotland it's Longannet and Cockerzie which is over there, so they won't necessary that interested as a company in investing their all money in a technology that they didn't really see as part of their portfolio. The government was,...we had an election "the mean time" there was uncertainty is whether or not the funding was going to stay or not and it stayed but then as time went the government, the field study was done there was a cost side to the projects and that cost was a little bit high than people expected to be but actually there wasn't that surprising but there was a...on top of that the government said we will think this might be more expansive still, and sort of added" (...) there were lots and lots of reasons and essentially it eventually compounded into none of the parties could...they tried very hard went on the months of negotiations, eventually none of the party could come close enough to actually drawing up a contract so it fell through." **Vivian Scott – Université d'Edimbourg – 12-01-2012..**

Cet interlocuteur émet deux hypothèses pour expliquer un arrêt du projet lié au coût. D'une part, le manque d'intérêt d'Iberdrola pour les centrales à charbon. Le site internet du groupe énergétique souligne en effet que le charbon représente seulement 7% de la production totale d'énergie²². D'autre part, l'arrêt de ce projet serait lié au refus du gouvernement de payer le sur-coût de ce projet, mais aussi à des incertitudes électorales. De fait, le maintien du gouvernement et de ce type d'initiative n'était plus garantie.

La question du refus de financer le surcoût du projet est notamment abordée dans la presse britannique²³. Citons par exemple l'article de *THE HERALD* daté du 19 octobre 2011 dans lequel le journaliste revient sur la responsabilité du ministère de l'énergie et du climat dans l'abandon de ce projet. Le journaliste rapporte également les propos d'un porte-parole du gouvernement écossais qui considère cette abandon comme une trahison du gouvernement britannique envers l'Écosse. Ce sentiment est d'ailleurs évoqué par plusieurs responsables écossais dans la presse. Le leader indépendantiste Alex Salmond considère par exemple que le ministre de l'Énergie et du Climat manque de courage²⁴. Pour quelles raisons les responsables indépendantistes écossais

22. <http://www.iberdrola.es/about-us/a-great-company/facilities-map/?WT.ac=FACILITIESMAP-FAL>

23. Nous nous sommes appuyées sur des articles de la presse britannique recensés dans Factiva, avec les mots clés « Carbon Capture and Storage » et l'indication de localisation « Grande-Bretagne ». Les articles retenus sont ceux dont le sujet principal est le projet de *Longannet*

24. Salmond blames Huhne as carbon scheme at power plant is ditched, Simon Johnson, 20 octobre 2011 The Daily Telegraph.

ressentent-ils une trahison ? Proposons quelques hypothèses explicatives.

Le CTSC en Écosse : ambitions de développement économique et d'indépendance.

Comme nous l'avons signalé en introduction de cette section consacrée à la mise en place des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ au Royaume-Uni, l'Écosse se donne un agenda ambitieux pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (100% d'énergie renouvelable d'ici 2050). Par conséquent, les technologies de CTSC jouent un rôle clé. Ce dispositif technique faciliterait la transition énergétique ou pallierait l'intermittence des énergies renouvelables. Par ailleurs, le gouvernement est relativement hostile à la poursuite de l'utilisation du nucléaire pour produire de l'énergie²⁵. De plus, comme l'illustre la carte des réservoirs géologiques citée en début de section, l'Écosse se situe à proximité des principaux réservoirs d'exploitations d'hydrocarbures du Royaume-Uni, ainsi que des aquifères salins de la Mer du Nord. De fait, elle dispose d'un potentiel très important pour le stockage du CO₂.

Dans un tel contexte, l'Écosse a donc une position stratégique dans la mise en place des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Le gouvernement d'Édimbourg agit donc de façon à anticiper le déploiement de ce dispositif technique. Comme le soulignent nos interlocuteurs, ce dernier a une stratégie pro-active.

“In terms of Scotland's CCS activity more broadly, so we have a Scottish government who sits in holy bridge, now it has devolved power from Westminster on certain aspects of policy that is not necessarily include energy; energy is run from Westminster, run from London. But the Scottish government is allowed to have an opinion and engage a discussion so there is a Scottish government call oil and gas department (...) oil and gas section in North sea who have been working increasingly on CCS, and did a lot of work around the Longannet project who's cancelled, but a lot of work around the permitting procedures that which have to be gone through to enable a project takes place. All the permitting required for something giving on it at a power plant then a pipeline on the offshore is all stuff non of the regulators are particularly familiar with. So did a lot of work preparing the ground for that, so, any subscribe project will be able to use that work and we did the same thing called the GCCSI turn that, we took that but for GCCSI into a tool kit, you may have seen”. **Vivian Scott – Université d'Édimbourg – 12-01-2012.**

25. <http://www.latribune.fr/green-business/l-actualite/20120307trib000686894/l-ecosse-vise-une-electricite-100-renouvelable-en-2020.html>. Consulté le 13 janvier 2015.

L'aménagement d'une réglementation adaptée, ainsi que la sensibilisation des agences gouvernementales ou d'autres parties prenantes en responsabilité dans la mise en place des technologies de CTSC²⁶ semblent pour nos interlocuteurs, deux outils qui témoignent de la volonté du gouvernement écossais d'utiliser ce dispositif technique. Pour Edimbourg, l'utilisation de ces technologies représente une opportunité de développement local, voire la possibilité de devenir leader à plus grande échelle, sur la production et le partage des connaissances relatives au CTSC. La presse britannique estime que les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pourraient être créatrices d'emplois. Un article du quotidien écossais *The Scotsman* daté du 30 mai 2009 estime que 50 000 emplois pourraient être créés au Royaume-Uni, suite au développement de ce dispositif technique. Selon un de nos interlocuteurs, le nord-est de l'Écosse est en effet une zone économique en déclin où des emplois relatifs à l'implantation du CTSC sont espérés. Toutefois, comme il l'affirme, ces espoirs sont souvent déçus. Les emplois créés sont souvent temporaires et les emplois qualifiés sont issus de recrutement d'un personnel étranger.

Interviewer : And the public think the CCS project can create works ?

"That so has been thought (...) that has been presented in a lot of cases. In the North East of Scotland that's how people tend to see it, that's being something that will create employment and than can be maybe (...) whether there is high unemployment in the North East of Scotland face the decline of fishing and the decline of a large military base, that is closed. So anything is gonna create job is seen as a good thing. I think said that the people want also start to get a little bit skeptical because it happened in quite a lot of different developments, different things coming, and this is always people produce this, and this figures, this projects of how many jobs are going to be created and often they either are met.(...)"

"Or what happens is the jobs are created tend to be low pay, low skill and temporary, so kind of skilled people get brought into elsewhere to run whatever it is, be it a wind farm, be it a carbon storage, even things like producing semi-conductor for large factory, the skilled high paid, kind of carrier a prospect jobs, cause the history of them were been filled by people who came brought from elsewhere and they double duties for local people haven't many occasions been limited to the lower of the employment chain."

Leslie Mabon, Geographer – Université d'Edimbourg – 14-01-2012.

Cet extrait montre que les retombées durables d'un projet de CTSC pour les populations écossaises semblent limitées à des emplois précaires comme le déplore notre interlocuteur. Le développement économique local produit par cette innovation technologique serait donc limité. Pour autant, le nord-est de l'Écosse aurait besoin d'un plan de développement économique de grande ampleur. Comme le montrent les indicateurs statistiques établis par l'office national de la statistique du Royaume-Uni²⁷, le taux de personnes hors de l'emploi est plus élevé dans le nord-est de l'Écosse que dans les autres régions du Royaume-Uni (12% contre une moyenne

26. Le « toolkit » évoqué par nos interlocuteurs. <http://www.sccs.org.uk/images/expertise/reports/toolkit/CCS-Toolkit-Full.pdf>. Consulté le 12 janvier 2015.

27. http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_252629.pdf

de 8% pour le reste du Royaume-Uni en janvier 2012). Pour la même période on observe également 7,3% bénéficiaires d'une allocation chômage dans le nord-est, contre 4% dans l'est de l'Angleterre.

Au regard de ces informations, nous comprenons les réactions suscitées au sein du gouvernement écossais suite à l'abandon du projet de *Longannet*. Dans la presse britannique, nous avons identifié deux articles (Johnson *The Daily Telegraph* 20 et 21 octobre 2011) qui relatent les critiques des leaders du parti indépendantiste écossais concernant l'abandon de ce projet. Dans ces deux articles, le journaliste rapporte des propos d'Alex Salmond, leader du parti indépendantiste écossais (Scottish National Party (SNP)). Pour ce dernier, le renoncement du Ministère de l'Énergie et du Climat au financement de *Longannet* est un manque de courage, ainsi que le sabotage d'une chance technologique pour l'Écosse. Dans les propos rapportés dans ces articles, Salmond réaffirme également la volonté du gouvernement écossais de faire tout ce qui est possible pour soutenir le développement de ce dispositif technique. L'engagement de l'Écosse dans le déploiement du CTSC, ainsi que les tensions entre Edimbourg et Westminster que suscite l'abandon du projet de *Longannet* sont probablement liés à un projet politique plus global. Les indépendantistes ont le plus grand nombre de sièges (64 sièges sur 128)²⁸ au Parlement écossais et ont lancé en octobre dernier un référendum sur l'indépendance de l'Écosse. En janvier 2012 lors de la réalisation de ces entretiens avec les membres du SCCS, un de nos interlocuteurs avait évoqué cette hypothèse.

"Alex Salmond is certainly in a path to be a big supporter of CCS. (...) certainly a big supporter of CCS and very much a champion, not only CCS actually but of a number of low carbon renewable energies and it's interesting he tells the story of Scotland being kind of leading rest of the UK in terms of developing renewables. A very much weaves into the story of Scotland being able to be independent, being able to support, to sustain itself and tells that story but people believe him. Maybe not believe him people trust him, people trust (...) But he's definitely, he's a good messenger a lot of SNP chancellors and members of Parliament are (...) as well who are also supportive of CCS and who are helpful and important at gain a message across, but this definitely never something (...) me if benefit some kind of champion of CCS (...)". **Leslie Mabon, Geographer – Université d'Edimbourg – 14-01-2012.**

Ce projet d'une Écosse indépendante et décarbonnée fait partie du programme du parti indépendantiste²⁹. Une telle ambition aurait toutefois pu se trouver compromise, si l'indépendance avait été votée. Des articles publiés sur le blog du Guardian³⁰ montrent que l'indépendance aurait pu conduire à une augmentation du prix de l'électricité. Dans cette situation, L'Écosse aurait en effet perdu les subventions britanniques vis-à-vis du développement des énergies renouvelables. Par ailleurs, l'indépendance de l'Écosse aurait également soulevé des questions

28. <http://www.scottish.parliament.uk/msps/12450.aspx>. Consulté le 12 janvier 2014.

29. <http://www.snp.org/vision/greener-scotland/climate-change>. Consulté le 12 janvier 2015.

30. <http://www.theguardian.com/politics/scottish-independence-blog/2014/apr/08/scotland-scottish-green-energy-taxes>. <http://www.theguardian.com/politics/scottish-independence-blog/2014/apr/08/scotland-scottish-green-energy-taxes>. Consultés le 12 janvier 2015.

concernant son appartenance à l'Union Européenne.

Les critiques et la déception du gouvernement écossais vis-à-vis de l'expérimentation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ à *Longannet* sont certainement liées à ce contexte. Au regard de ces différentes informations, il semble qu'une fois encore le gouvernement britannique ne laisse pas la chance à l'Écosse de redynamiser son économie, et d'être leader du Royaume-Uni sur le développement de ce dispositif technique. Selon les propos du parti indépendantiste écossais, l'indépendance permettrait également d'atteindre cette autonomie énergétique et ainsi, de mettre les actes en accord avec l'engagement du gouvernement écossais sur les énergies renouvelables. Nous observons cependant rétrospectivement que l'indépendance n'a pas été votée.

A cette ambition de développement local de l'Écosse s'ajoute aussi la volonté pour le gouvernement, et les parties prenantes écossaises investies dans ces technologies, d'être des leaders du Royaume-Uni et des leaders européens de ce dispositif technique. Deux rapports³¹ édités par le *Scottish Carbon Capture & Storage* et *Scottish Enterprises*, respectivement chaire de recherche sur les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ et agence de développement régionale³², défendent une telle ambition. Selon ces rapports, l'Écosse pourrait devenir un « hub » pour le stockage du CO₂ à l'échelle européenne, en raison la proximité des réservoirs de stockage de CO₂, de l'expérience dans la maîtrise de l'exploitation des hydrocarbures, mais aussi de la disponibilité d'un réseau de pipelines. La carte ci-dessous illustre ce dessein.

31. *Central North Sea – CO₂ Storage Hub. Enabling CCS deployment in the UK and Europe.* <http://www.sccs.org.uk/images/expertise/reports/cns/CNS-24pp.pdf>
Scotland and the North Sea CCS Hub Study. <http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2014/06/Element-Energy-Scottish-CCS-Hub-Study-Revised-Final-Main-Report-310314c.pdf>. Consultés le 12 Janvier 2015.

32. <http://www.scottish-enterprise.com/about-us>. Consulté le 12 Janvier 2015.

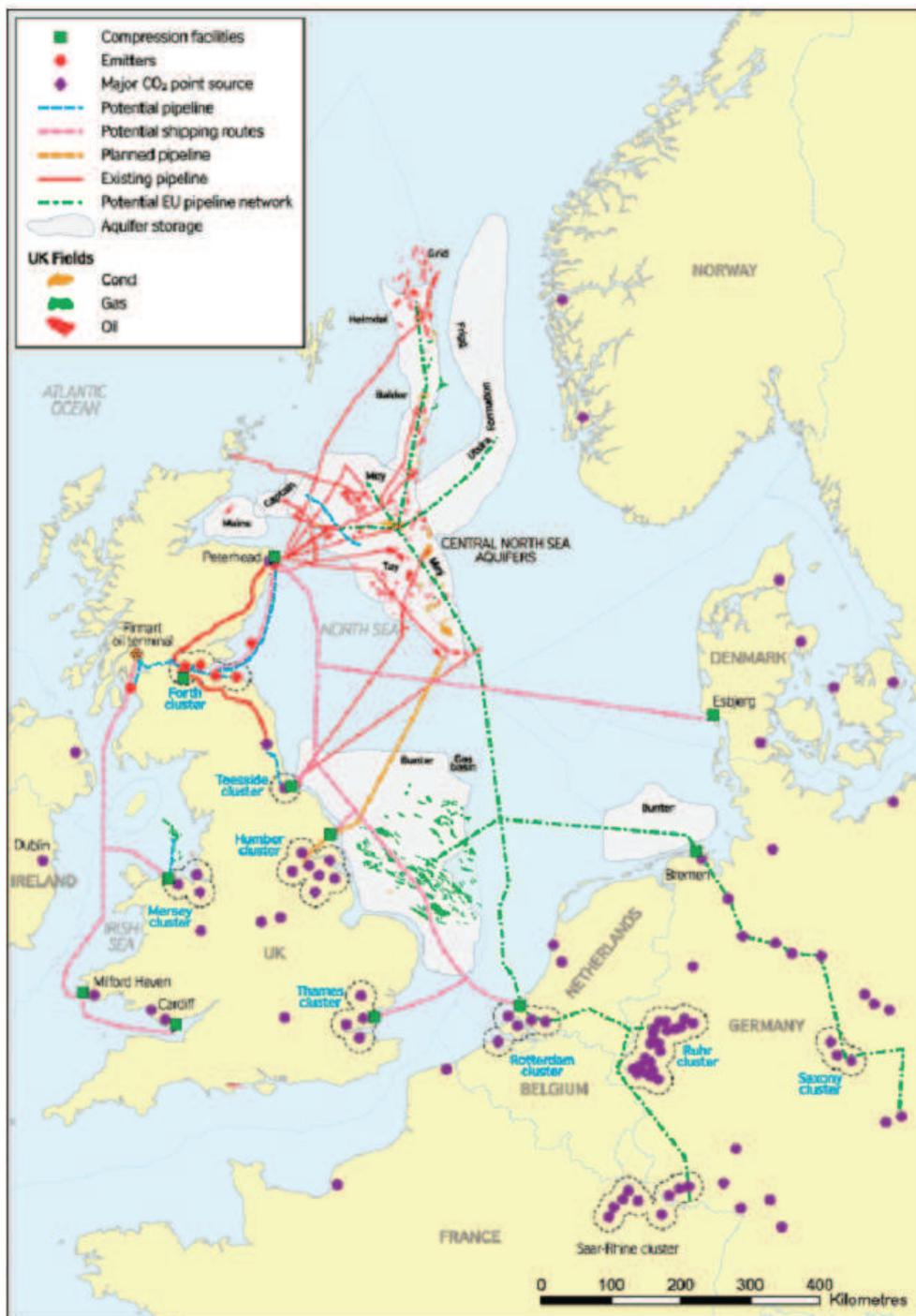


FIGURE 8 – Hub européen du CTSC en Écosse en 2050 (Source : SCCS 2012)

Cette carte propose un scénario de développement pour les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'espace de la Mer du Nord, à l'horizon 2050. Nous observons sur cette représentation graphique la position stratégique de l'Écosse dans le développement de ce dispositif technique. Nous identifions sur cette carte à la fois des réservoirs géologiques disponibles pour le stockage du CO₂, ainsi que le réseau de conduites existantes ou en prévision. Pour les auteurs de ces rapports, procéder ainsi réduirait les coûts car une partie des infrastructures sont déjà disponibles. Par ailleurs, les ressources issues de la récupération assistée d'hydrocarbures par injection de CO₂ contribueraient au financement d'un tel projet. En présentant ainsi

la problématique du CTSC en Europe, les auteurs de ces rapports proposent un lien direct entre la réussite du développement de ce dispositif technique et l'Écosse comme leader dans son déploiement. Nous observons ici un processus de *Traduction* (CALLON 1986, CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001). Les auteurs de ces rapports posent le problème suivant : comment déployer rapidement le captage, transport et stockage du CO₂ en Europe pour résoudre le changement climatique ? Ils proposent ensuite une réponse qui se matérialise dans la carte présentée ci-dessus et que nous pourrions résumer sous la forme de ces trois énoncés :

- « Pour résoudre le problème du réchauffement climatique en Europe il suffit de stocker le CO₂ au nord est de la mer du nord ».
- « L'Écosse a une bonne connaissance de la géologie de la Mer du Nord et dispose des infrastructures de transport et de stockage, elle est donc un acteur incontournable ».
- « Pour résoudre la problématique du réchauffement climatique en Europe il faut donc faire appel à l'Ecosse ».

Ainsi pour les auteurs de ces rapports, l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ en Europe pour répondre à la problématique du réchauffement climatique ne peut se faire efficacement sans un rôle stratégique joué par l'Écosse. Un tel scénario doit cependant convaincre les différentes parties prenantes investies dans ces questions à l'échelle européenne. Rappelons que les acteurs locaux de la ville de Rotterdam (port, l'agence de protection de l'environnement et les entreprises), via le *Rotterdam Climate Initiative* proposent aussi à moyen terme, d'être potentiellement un Hub du CTSC pour les industries situées dans un rayon de 500km³³.

2.3.4 Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ au Royaume-Uni : une configuration géologique favorable, une stratégie maladroite et des tensions politiques.

Comme nous l'avons observé ici, le contexte géologique, la présence d'infrastructures de transport d'hydrocarbures, ainsi que la localisation des industries fortement émettrices de CO₂ à proximité des côtes britanniques représentent des atouts pour le développement du CTSC. Les ambitions des gouvernements de Westminster et d'Édimbourg relatives à l'utilisation de ce dispositif technique, pour résoudre la problématique des émissions de CO₂, sont d'ailleurs très grandes. Les sources analysées montrent toutefois des attentes différenciées vis-à-vis de ces technologies. Le gouvernement britannique souhaite mobiliser les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ afin de décarboner son mix énergétique qui s'appuie principalement sur des centrales électriques fonctionnant au gaz (40%) ou au charbon (32%) (DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE 2012, p. 15). Le gouvernement écossais y voit tout d'abord une opportunité de développement local. Comme nous l'avons observé dans ce chapitre, cette innovation technologique est une opportunité pour créer des emplois dans un état fortement

33. <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/CO2%20network%20approch.pdf>, p. 10. Consulté le 16 janvier 2015.

touché par le chômage. Ensuite, pour Edimbourg, développer les technologies de CTSC représente aussi l'opportunité de devenir le leader du Royaume-Uni sur les énergies décarbonées, voire le leader européen sur l'utilisation du CTSC. Enfin, ces ambitions sont également liées à une volonté d'indépendance de l'Écosse portée par les indépendantistes. Comme nous l'avons analysé dans ce chapitre, les indépendantistes sont fortement investis sur le développement des énergies décarbonées. En revanche, la stratégie de développement initialement adoptée par le gouvernement britannique pour développer ce projet s'est révélée peu efficace comme l'illustre l'annulation du projet *Longannet*. Cette dernière a d'ailleurs activée ces tensions entre Westminster et Edimbourg.

2.4 Conclusion

Ce second chapitre de la première partie illustre les différentes modalités d'appropriation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans des pays du nord de l'Europe, très impliqués dans le développement de ce dispositif technique. En Norvège, ces technologies répondent à deux types d'attentes : la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la poursuite de l'exploitation des hydrocarbures de Mer du Nord, première richesse du pays. Ces attentes *a priori* contradictoires sont au cœur d'une identité norvégienne. L'économie s'appuie sur l'exploitation des hydrocarbures, mais la population est sensible aux problématiques environnementales. Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ sont ici une tentative de compromis entre la dépendance aux énergies fossiles et l'engagement dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans une démarche similaire à celle proposée par Marchetti. Cependant, l'utilisation effective de ce dispositif technique est essentiellement destinée par l'entreprise Statoil à des fins purement économiques comme de l'exploitation de nouveaux gisements d'hydrocarbures. Cette utilisation du captage, transport et stockage du CO₂ est critiquée par des ONG environnementales comme Bellona.

Au Royaume-Uni, l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est envisagée pour réduire en priorité les émissions de CO₂ issues de la production d'énergie, à 80% produite via des combustibles fossiles. Cependant, l'ambition du gouvernement britannique pour ce dispositif technique est plus importante. La constitution d'un réseau de conduites est envisagée pour capter les flux de CO₂ des secteurs de l'énergie et de l'industrie, pour stocker ce gaz dans des réservoirs d'hydrocarbures déplétés, ou des aquifères salins de la Mer du Nord. Cependant, la mise en place de ce dispositif technique soulève au Royaume-Uni des tensions politiques. L'Écosse dispose à proximité de ses côtes des principaux réservoirs potentiels pour le stockage de CO₂. Le parlement écossais, où siègent de nombreux députés indépendantistes, voit dans ce dispositif technique la possibilité de construire le développement économique de l'Écosse sur ces énergies décarbonnées. D'une part, ce dispositif créerait des emplois dans un état davantage touché par le chômage que les autres états du Royaume-Uni. D'autre part, ces technologies placeraient aussi l'Écosse en position de leader dans le domaine de l'énergie au Royaume-Uni. Le refus d'attribuer les fonds pour le développement d'un premier pilote d'échelle commerciale en Écosse, par le gouvernement britannique, a donc été perçu comme une « trahison » et a engendré des tensions politiques entre Edimbourg et Westminster. Edimbourg accusant Westminster de manquer de courage, de gâcher cette opportunité de développement économique pour l'Écosse, réactivant par ailleurs le projet d'indépendance.

Enfin, dans le développement des technologies de CTSC en Europe l'Écosse se positionne comme un acteur incontournable, en raison de l'importance des réserves géologiques dont elle dispose. Les parties prenantes écossaises investies dans le CTSC lient donc le destin de ce dispositif technique à leur destin national. Les points communs de ces deux états fortement investis dans le développement des technologies de CTSC résident dans la présence d'une géologie favorable au stockage du CO₂, mais aussi dans une familiarité avec l'exploitation d'hydrocarbures en Mer du Nord. Les réservoirs d'hydrocarbures déplétés ou les aquifères salins adéquats pour le stockage géologique du CO₂ sont relativement nombreux dans le sous-sol océanique de la Mer du Nord, comme l'illustrent les représentations graphiques présentées dans ce chapitre. Par ailleurs, le caractère offshore de ces stockages géologiques limite l'enjeu relatif à la sécurité des populations potentiellement induit par le stockage de CO₂. En référence à la sociologie de l'Acteur-réseau, nous pouvons affirmer qu'en réduisant le nombre d'entités à intégrer au réseau sociotechnique, les porteurs de ces projets augmentent leurs chances de réussite. La description des modalités de développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dessine donc une géographie de ce dispositif technique, où la mer du nord jouerait un rôle décisif dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces exemples montrent que l'appropriation initiale de l'idée de Marchetti, loin des simples attentes de réduction des gaz à effet de serre, les attentes en termes économiques, d'attractivité territoriale, voire d'autonomie politique suscitées par ce type de dispositif technique sont importantes. Dans l'Axe-Seine, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ véhiculeront potentiellement des attentes relatives à l'économie ou à l'attractivité territoriale. Cependant, des tensions politiques entre les différents points de l'Axe-Seine ne sont probablement pas à exclure si un tel dispositif technique était implanté.

Conclusion de la première partie

Dans ces deux premiers chapitres nous souhaitons à la fois revenir sur l'origine des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ et leur fonctionnement, mais aussi rappeler les premières controverses fondatrices des évolutions techniques qu'a connues ce dispositif.

Cette réponse technique à la problématique du réchauffement climatique a émergé à la fin des années 1970. Selon ses promoteurs, capter le CO₂ issu des activités industrielles et le stocker dans la colonne d'eau océanique permet de maintenir une stabilité de la concentration atmosphérique de CO₂, sans pour autant transformer la production économique. Cette alternative technique pour répondre au réchauffement climatique a progressivement suscité un plus grand intérêt dans les communautés scientifiques et politiques internationales. Ainsi dans les années 1990 les recherches relatives à ces technologies ont bénéficié de financements plus importants. En effet, l'urgence d'agir sur le réchauffement climatique était de plus en plus pressante. L'alternative promise par le captage, transport et stockage du CO₂ d'une limitation des émissions de CO₂, sans transformations fondamentales du modèle socio-économique est donc devenue « séduisante » pour la communauté politique internationale. Réduire le réchauffement climatique sans transformer la société semblait *a priori*, la réponse la plus appropriée.

Cependant, les premières expérimentations de ce dispositif technique contredirent cet enthousiasme initial. Le stockage de CO₂ a en effet déclenché l'hostilité des populations. La tentative de stockage océanique de CO₂ à Hawaï déclencha la sensibilité des populations concernant l'impact de ce gaz sur la faune et la flore, mais révéla aussi des dimensions culturelles attachées à l'océan chez les populations hawaïennes. Par la suite, d'autres expériences scientifiques ont montré l'impact du CO₂ sur l'acidité des océans. Par ailleurs, un projet de stockage géologique de CO₂ dans une zone urbanisée des Pays-Bas engendra également des contestations de ce dispositif technique. Aux craintes associées aux incertitudes vis-à-vis de la sécurité de ce dispositif technique, des revendications relatives au prix de l'immobilier sur la zone de stockage de CO₂ envisagée, furent également soulevées par les populations. Ces premières expérimentations transformèrent donc les technologies de CTSC. L'alternative d'un stockage géologique de CO₂, initialement envisagée comme alternative marginale devint la principale modalité de stockage du CO₂. Stockage géologique qui suite à des contestations serait privilégié sous les fonds marins. Les premières expérimentations ont permis de confronter le monde projeté par les concepteurs des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ au monde réel (AKRICH 1987). Ainsi, la facilité de mise en place de ce dispositif technique imaginée par les concepteurs fut relativisée. Ajoutons qu'à ces transformations dans les modalités de stockage du CO₂ retenues, s'ajoutent

d'autres usages de ce dispositif technique que la seule réduction des émissions de CO₂. L'attitude de la compagnie pétrolière norvégienne Statoil dans l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ montre que le dispositif est avant tout utilisé comme caution environnementale pour exploiter de nouveaux gisements d'hydrocarbures en Arctique. Par ailleurs, l'importance donnée aux possibilités de récupération assistée d'hydrocarbures induisent un questionnement sur la finalité initiale de ce dispositif technique. L'objectif des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est-il la réduction des émissions à effet de serre? Ou est-ce une alternative pour maintenir la dépendance aux énergies fossiles?

Au Royaume-Uni, l'éventualité d'utiliser ce dispositif technique a été perçue comme un instrument de développement local et régional. Le gouvernement écossais s'est notamment beaucoup investi dans la mise en place de ces technologies, espérant à la fois un développement économique local, mais aussi l'obtention d'une position stratégique à l'échelle européenne. En effet, les réservoirs géologiques offshore susceptibles de stocker du CO₂ auraient une capacité de plusieurs centaines d'années. De fait, l'Écosse souhaiterait devenir un hub de stockage de CO₂ à l'échelle européenne.

Ces multiples exemples de développement des technologies de CTSC illustrent ce que Jasanoff et Kim appellent des *imaginaires sociotechniques* (JASANOFF et KIM 2009, JASANOFF et KIM 2015). Pour définir ce concept, ces chercheurs font référence aux programmes de développement technoscientifique de l'énergie nucléaire menés par le gouvernement des Etats-Unis et de la Corée du Sud. Leur analyse de ces programmes de développement du nucléaire souligne que différents imaginaires, c'est-à-dire différentes visions d'un futur collectivement défini et considéré comme désirable, guident l'orientation des programmes de recherche scientifique. Aux Etats-Unis, ces chercheurs observent notamment que le développement de la filière nucléaire est guidé par la nécessité de contenir les risques de la radioactivité, mais aussi garantir la paix en réservant l'utilisation du nucléaire à la production d'énergie. A l'inverse, Jasanoff et Kim montrent qu'en Corée du Sud l'énergie nucléaire est perçue comme une opportunité pour le développement national. Les populations sont donc prêtes à accepter certains risques pour atteindre ce futur désirable d'une société Sud-Coréenne développée.

Le développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ illustré dans ces chapitres souligne l'association de plusieurs des imaginaires sociotechniques à ces technologies. En Norvège et au Royaume-Uni la place de leader dans le développement de ces technologies est disputée. En Norvège nous observons cependant que la volonté de concilier activités pétrolières, protection de l'environnement, mais aussi hostilité des populations à l'énergie nucléaire guide le développement de ce dispositif technique. Au Royaume-Uni, l'enjeu principal est de décarboner le mix énergétique. Cependant, comme nous l'avons observé, l'État écossais associe un autre imaginaire aux technologies de CTSC.

De façon similaire à l'exemple du nucléaire en Corée du Sud, le gouvernement écossais souhaite développer le pays en s'appuyant sur les énergies décarbonées dont les technologies de CTSC font partie. L'Écosse disposant d'une géologie favorable souhaite devenir un Hub européen dans le stockage du CO₂. L'identification de ces premiers imaginaires sociotechniques associés aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ guidera notre exploration des imaginaires sociotechniques potentiellement associé à ces technologies dans l'Axe-Seine.

Deuxième partie

L'« L'Axe-Seine » : un espace géographique pertinent pour implanter les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ?

Introduction de la deuxième partie

Dans cette recherche, techniques et sociétés sont envisagées comme interdépendantes (AKRICH 1989). Comme nous l'avons observé au second chapitre, l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est variable d'un état à l'autre. En Norvège, la finalité des technologies de CTSC était de maintenir l'exploitation des hydrocarbures en mer dans un contexte réglementaire contraignant : les émissions de CO₂ des industries offshore faisant l'objet d'une taxe. Au Royaume-Uni et plus particulièrement en Écosse, les technologies de CTSC sont envisagées comme moyen pour donner une place de leader à l'Écosse dans la gestion du CO₂ à l'échelle européenne.

Dans l'Axe-Seine, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ne font pas l'objet d'un développement à grande échelle. Actuellement, seules des recherches stratégiques ou l'expérimentation de démonstrateurs sont réalisées³⁴. Dès lors, comment envisager l'implantation de ces technologies dans l'Axe-Seine ?

L'interdépendance entre un dispositif technique et son territoire d'implantation est ici notre clé d'entrée. Les concepteurs des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ont une conception particulière du monde dans lequel s'inscrivent ces technologies (AKRICH 1989). Avant d'analyser le scénario dans lequel est inscrit le dispositif de CTSC dans l'Axe-Seine, caractérisons cet espace dans la deuxième partie de notre réflexion. Le troisième chapitre est consacré à l'Axe-Seine en tant qu'espace de projet, territoire en cours de construction. En 2008, cet espace est en effet considéré par les décideurs politiques comme territoire pertinent pour faire de l'agglomération parisienne une métropole mondiale. Dans un premier temps, nous rappellerons l'origine des projets d'aménagement de ce territoire. Puis, dans un deuxième temps nous nous focaliserons sur la question des émissions de gaz à effet de serre dans cet espace et sur les stratégies envisagées par les institutions pour répondre à cette problématique. Enfin dans un troisième temps, nous nous concentrerons sur les émissions de CO₂ issues des secteurs d'activités potentiellement concernés par les technologies de CTSC. Ainsi pourrions-nous mettre en perspective la pertinence de l'implantation de ce dispositif technique, au regard des stratégies territoriales adoptées et des émissions de CO₂ potentiellement captables.

Le quatrième chapitre caractérise quant à lui l'Axe-Seine sous l'angle des usages de l'espace et de la conflictualité relative aux projets d'aménagement. Nous nous appuyerons ici sur la litté-

34. Cette recherche fait partie des recherches stratégiques initiées par la chaire CTSC depuis 2009. Concernant les projets pilotes, notons l'expérimentation d'un pilote de captage sur la centrale à charbon de la zone industrialo-portuaire du Havre. http://energie.edf.com/fichiers/fckeditor/Commun/En_Direct_Centrales/Thermique/Centres/Le_Havre/documents/Fiches_CO2_HI

rature relative aux conflits d'aménagement (SUBRA 2006, BORRAZ 2008)³⁵ et à celle relative aux controverses sociotechniques (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001) pour identifier des zones potentiellement plus conflictuelles vis-à-vis des technologies de CTSC. Dans la première partie de ce chapitre, nous caractériserons les modalités d'occupation de l'espace, ainsi que les caractéristiques sociodémographiques de la population. Comme l'affirme Borraz (BORRAZ 2008), les classes moyennes résidant dans l'espace périurbain s'opposent davantage à des activités peu familières de leur quotidien. Nous identifierons donc ces espaces potentiellement opposés aux technologies de CTSC. Ce dispositif technique est en effet susceptible d'engendrer de nouvelles sources d'incertitudes et d'opposition dans ces espaces. La seconde partie de ce chapitre sera quant à elle consacrée à l'identification d'espaces naturels protégés, mais aussi d'appellations d'origine contrôlée et protégée. Les retours d'expérience relatifs à de précédents projets de CTSC illustrent notamment la mobilisation de ce type de dimensions dans l'opposition à ces projets techniques. Enfin dans la troisième partie de ce chapitre, nous analyserons de précédents débats publics ayant eu lieu dans l'Axe-Seine. Ainsi pourrons-nous affiner notre compréhension des enjeux soulevés par des projets d'infrastructures dans ce territoire. Au terme de cette seconde partie la caractérisation de l'Axe-Seine dans les différentes dimensions évoquées plus haut, nous permettra d'identifier la pertinence mais aussi les potentiels points d'achoppement d'une éventuelle implantation des technologies de CTSC dans ce territoire.

35. Respectivement professeur à l'institut français de géopolitique et directeur de recherche CNRS au centre de sociologie des organisations.

Méthodologie

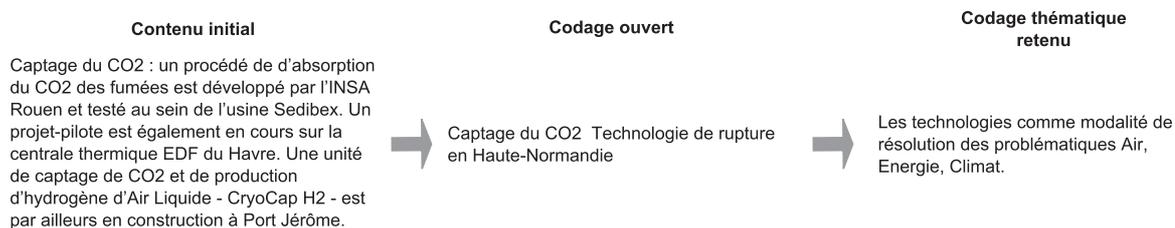
Dans cette deuxième partie, la chorématique ainsi que les techniques d'analyse de contenu ont été mobilisées. Détaillons ici la mise en œuvre de ces options méthodologiques.

La chorématique est une technique de représentation graphique qui consiste à synthétiser les dynamiques spatiales sous formes de symboles simples. Pour Brunet (BRUNET 1980, BRUNET 1986), initiateur de cette technique de modélisation graphique, il existe un nombre fini de symboles simples permettant de décrire des phénomènes spatiaux (les chorèmes). La combinaison de ces derniers permet de rendre compte des multiples dynamiques d'un espace.

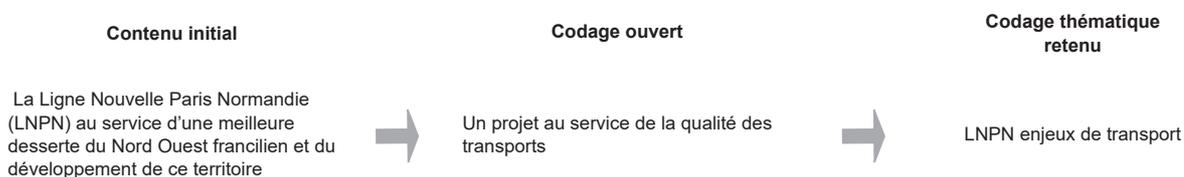
Dans cette recherche, cet outil a été utilisé dans une perspective similaire à celle proposée par Lardon et Piveteau (2002). Ces chercheurs utilisent la chorématique comme outil au service du diagnostic territorial. Ils proposent de schématiser sous cette forme les informations issues des données statistiques, mais aussi celles des différents documents relatifs à l'aménagement du territoire. Dans cette recherche nous avons procédé ainsi pour les schémas et projet d'aménagement de l'Axe-Seine, et pour les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie.

L'analyse de contenu thématique a, quant à elle été utilisée dans cette seconde partie sur deux types de documents : les orientations stratégiques des SRCAE des régions Basse-Normandie, Haute-Normandie et Île-de-France et les cahiers d'acteurs relatifs à des projets d'aménagement structurant la construction de l'Axe-Seine.

Pour l'analyse des orientations stratégiques des Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie, l'unité d'enregistrement (l'unité de signification à coder) (BARDIN 1996, p. 135) est le paragraphe. Pour les cahiers d'acteur, il s'agit du document dans son ensemble. Pour définir les thèmes dans ces documents, nous nous sommes appuyés sur la définition proposée par Paillé et Muchielli (2012). Pour ces chercheurs un *thème est une dénomination assez précise en lien avec la teneur d'un extrait de corpus*. (Op.cit., p. 242). Pour les orientations des Schémas Régionaux Climat Air Énergie, nous avons procédé à un codage à deux niveaux. Le premier très proche de la teneur du propos et le second rassemblant ces premiers codes en restituant le contenu du propos dans une perspective plus générale. L'exemple ci-dessous illustre notre procédure :



Pour l'analyse des cahiers d'acteurs, nous nous sommes appuyés sur les titres de ces contributions, mais aussi sur les titres des différentes parties pour restituer la teneur générale du propos face à un projet d'aménagement donné. L'exemple ci-dessous illustre la procédure adoptée :



Chapitre 3

Quelles dynamiques spatiales dans l'espace Axe-Seine ?

3.1 Introduction

Les chapitres précédents décrivent les dimensions socio-techniques associées aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Or, comme l'illustrent les propos d'Akrich (AKRICH 1987) ou encore de Hughes (HUGHES 1987), les dispositifs techniques et leur environnement sont interdépendants. Ainsi ce troisième chapitre sera-t-il consacré à la caractérisation de l'Axe-Seine. Nous rappellerons tout d'abord des éléments d'histoire de l'aménagement du territoire dans cet espace. En effet, la basse vallée de la Seine a été envisagée dans son unicité dans le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Parisienne (SDAURP) de 1965, et plus concrètement dans un schéma d'aménagement de la Basse-Seine finalisé en 1971. Par ailleurs, l'idée d'étendre l'agglomération parisienne le long de la vallée de la Seine a été réactualisée en 2008/2009 par le projet de l'équipe Grumbach. Ce projet a remporté le concours d'architecture sur l'avenir de l'agglomération parisienne organisé par le gouvernement en 2008. Il propose d'étendre la métropole parisienne le long de la vallée de la Seine, pour la connecter aux flux commerciaux internationaux via les infrastructures portuaires du Havre et de Rouen. De plus, étendre la métropole le long de la Seine permettrait aussi selon Grumbach, de réduire les impacts environnementaux de cette dernière. Le projet proposé par Grumbach applique en effet les outils de la méthodologie Bilan Carbone au territoire.

Suite à l'analyse de ces Schémas Régionaux, d'Aménagement et d'Urbanisme, nous reviendrons plus précisément sur les dimensions relatives aux émissions de CO₂. L'analyse des Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE) permettra tout d'abord, de déterminer les secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre (GES) dans les différentes régions de l'Axe-Seine. Ensuite, nous préciserons notre analyse en détaillant les émissions de CO₂ potentiellement captables par les technologies de CTSC. À savoir, les émissions issues des industries de production d'énergie et des autres industries lourdes (pétrochimie, chimie, sidérurgie ou industries minérales). Enfin, les SRCAE présentent également les modalités d'action permettant de résoudre ces problèmes d'émission de gaz à effet de serre. Ainsi pourrions-nous mettre en perspective une éventuelle

utilisation des technologies de CTSC avec les stratégies engagées par les acteurs régionaux. Pour décrire les dynamiques spatiales de l’Axe-Seine, nous analyserons le schéma d’aménagement de la Basse-Seine ainsi que le projet Grumbach en nous concentrant sur le diagnostic du territoire, mais aussi le projet d’aménagement proposé dans ces documents.

Pour analyser les données relatives aux émissions de CO₂, nous mobiliserons la méthodologie employée par Lardon et Piveteau (LARDON et PIVETEAU 2005) pour la réalisation de diagnostics territoriaux. Ces chercheurs proposent un « itinéraire méthodologique » en sept étapes, allant d’une familiarisation avec le territoire et la commande, à la conception de scénarios d’évolution du territoire (Op. cit., p. 8). La particularité de leur démarche est de mobiliser les outils de la chorématique (BRUNET 1980) à chacune de ces étapes. Selon eux, ces outils de modélisation graphique permettent à la fois de comprendre les dynamiques territoriales, mais aussi un échange entre les parties prenantes locales impliquées dans ce diagnostic. Ainsi, chercheront-ils à schématiser à partir de formes simples, les dynamiques spatiales du territoire d’étude. Dans ce chapitre, nous reproduirons la méthodologie employée pour les premières étapes de l’itinéraire : la familiarisation avec le territoire et la schématisation par l’utilisation de chorèmes, mais aussi l’analyse de données froides (statistiques) et de données tièdes (schémas d’aménagement, SRCAE) (LARDON et PIVETEAU 2005, p. 7).

3.2 Ouverture vers la mer et proximité de l’agglomération parisienne : Quelles voies de développement envisagées pour la Basse-Seine dans les années 1970 ?

Pour décrire l’espace géographique actuellement dénommé, « Axe-Seine », « Seine Métropole », ou encore « Paris-Seine-Normandie », effectuons un retour historique. L’appréhension de cet espace comme territoire pertinent pour l’aménagement du territoire a été développée pour la première fois dans le Schéma Directeur d’Aménagement et d’Urbanisme de la région Parisienne (SDAURP) daté de 1965. Ce scénario de développement n’est qu’esquissé dans ce schéma. Il apparaît uniquement sur la carte de la région de Paris dans la région parisienne¹. Il sera cependant développé dans un schéma directeur consacré à la Basse-Seine.

La décision de formaliser un Schéma Directeur d’Aménagement et d’Urbanisme pour la Basse-Seine est obtenue par le préfet de région Pierre Chaussade le 17 décembre 1965. En 1966, la mission d’études Basse-Seine commence ses travaux préparatoires à la conception du Schéma Directeur d’Aménagement et d’Urbanisme. Cette mission d’études est composée d’une équipe pluridisciplinaire (ingénieur, économiste, géographe, architecte, documentaliste, journaliste) d’une douzaine de personnes (BASSE-SEINE 1975, p. 6). En 1967, elle publie un premier rapport relatif aux perspectives d’aménagement de la Basse-Seine. Une enquête auprès des organisations et

1. http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/documents-cartographiques-du-a968.html#sommaire_1. Consulté le 17 mars 2015.

des personnalités de la Basse-Seine sera lancée la même année. Le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme sera quant à lui approuvé définitivement en 1971. (BASSE-SEINE 1971a, p. IV-V)

Concernant la zone d'étude retenue, celle-ci s'étend du Havre jusqu'aux limites de la région Île-de-France. L'espace privilégié par cette mission d'étude est toutefois restreint à la vallée de la Seine. Les communes telles que Dieppe ou Fécamp qui sont trop éloignées du fleuve ne font pas partie du cœur des études réalisées par cette mission (BASSE-SEINE 1967, p. 26-28).

3.2.1 Structure socio-spatiale de la Basse-Seine en 1971 : un bref aperçu.

Dans leur rapport sur les perspectives d'aménagement de la Basse-Seine, les experts de la mission d'études Basse-Seine font tout d'abord un état des lieux des caractéristiques économiques, paysagères et démographiques de ce territoire. Les atouts majeurs de la Basse-Seine résident selon eux dans la présence d'infrastructures portuaires de qualité, la présence et le développement d'un secteur industriel diversifié, mais aussi des espaces naturels pour les activités de loisirs. En revanche, pour la mission d'études Basse-Seine le secteur tertiaire reste relativement peu développé dans ce territoire. Il se limite au domaine des transports et à des emplois peu qualifiés. La mission d'études Basse-Seine observe par ailleurs que la population de ce territoire s'est accrue davantage que la moyenne française entre les deux recensements de 1954 et 1962 (+11,8%). De plus, elle est, selon ces experts, relativement plus jeune (BASSE-SEINE 1967, p. 30-31). En revanche le niveau de formation de ces populations est, quant à lui, plus faible que la moyenne nationale (BASSE-SEINE 1967, p. 43-44).

3.2.2 Quelle philosophie du Schéma d'aménagement de la Basse-Seine ?

Suite à ces premières observations, les experts de la mission d'études Basse-Seine proposent plusieurs scénarios possibles pour le développement de ce territoire. Selon eux, deux facteurs sont à prendre en compte pour aménager ce territoire : l'ouverture vers la mer et la proximité avec Paris (BASSE-SEINE 1971b, p. 1). Ils estiment que si le territoire se développe sans contrôle, deux phénomènes risquent de se produire. Soit ce dernier deviendra une « banlieue » de Paris, très dépendant pour son développement de l'agglomération parisienne. Soit il connaîtra un déséquilibre en termes d'aménagement avec une partie avale, essentiellement industrielle et un amont résidentiel. Pour répondre à ces déséquilibres potentiels, la mission d'études Basse-Seine propose de maximiser les atouts que sont la proximité avec l'agglomération parisienne, et l'équipement industrialo-portuaire de la zone avale (BASSE-SEINE 1971b, p. 26-28).

Pour les experts de la mission Basse-Seine, l'enjeu est de préserver une certaine autonomie de

cet espace vis-à-vis de l'agglomération parisienne. Il doit, selon eux, constituer une zone d'appui, une zone d'opportunité de desserrement pour l'agglomération parisienne, tant en termes de loisirs que de délocalisation d'activités économiques. Ils souhaitent attirer en particulier des services administratifs de grandes entreprises dont les sièges se trouvent dans l'agglomération parisienne. De plus, grâce aux équipements portuaires du Havre et de Rouen, ainsi qu'au corridor d'infrastructures de transport, la Basse-Seine est également l'interface entre le marché parisien et l'économie internationale (BASSE-SEINE 1971b, p. 20-22).

Pour aménager le plus efficacement possible la Basse-Seine, la mission d'études divise cet espace en trois sous-espaces faisant chacun l'objet d'une politique d'aménagement spécifique. Des zones rurales ou naturelles à protéger entrecoupent ces zones d'aménagement. Pour les experts de la mission d'études Basse-Seine, ces zones rurales et naturelles sont essentielles à la qualité de vie des habitants de cet espace, mais permettent aussi le développement d'activités de loisirs également à destination des habitants de l'agglomération parisienne (BASSE-SEINE 1967, p. 55).

Pour l'estuaire de la Seine, la mission d'études Basse-Seine propose de concentrer l'urbanisation sur trois pôles : l'agglomération du Havre, la vallée du Commerce (Bolbec-Lillebonne), mais aussi autour des villes de Beuzeville et Pont-Audemer. (BASSE-SEINE 1971b, p. 29). Ces experts proposent aussi de développer le complexe portuaire international sans pour autant s'étendre sur le Marais Vernier. Ils proposent également (BASSE-SEINE 1971b, p. 32) le desserrement de sièges sociaux dans un centre de commerce international au Havre pour maintenir l'autonomie de la Basse-Seine, mais aussi pour diversifier les activités économiques. Concernant le développement industriel, la mission d'études Basse-Seine souligne la nécessité de bien gérer l'implantation des industries en réservant les espaces à proximité de l'eau à celles en ayant véritablement besoin. Par ailleurs, la saturation du pont de Tancarville prévue pour 1985 et la nécessité de construire un nouveau pont en aval de celui-ci pour desservir la zone industrialoportuaire sont deux projets envisagés dans ce schéma (Op. cit., p. 36).

La zone centrale de la Basse-Seine est la zone du grand Rouen. Selon les experts de la mission d'études Basse-Seine, l'accroissement urbain de cette agglomération est rendu problématique en raison de la situation de la ville au cœur de la vallée. Il faudra donc, selon eux, améliorer la desserte de transport entre les villes situées à la périphérie et le centre ville de Rouen. Par ailleurs, un développement du centre-ville vers le sud est envisagé (Op. cit., p. 37-39). Pour affirmer le rôle de capitale régionale, la construction d'une université semble décisive. Cette dernière contribuera à l'élévation du niveau scolaire de la population, et facilitera la constitution d'un marché de l'emploi favorable à l'attraction de services administratifs de l'agglomération parisienne. De plus, la ville nouvelle du Vaudreuil située en amont pourra également jouer ce rôle d'accueil des services administratifs en raison de sa localisation à proximité de la voie ferrée et de l'autoroute A13 (Op. cit., p. 41). Concernant le développement de l'industrie, les experts de la mission d'études Basse-Seine proposent un développement discontinu des zones industrielles à l'ouest de l'agglomération de Rouen. Ils envisagent notamment des extensions industrielles dans la boucle d'Anneville, pour protéger la boucle du Roumare. Enfin, la zone

de Bourg-Achard, moins urbanisée sera privilégiée pour l'aménagement résidentiel (Op. cit., p. 41).

En amont de la zone du grand Rouen, la dernière zone spécifique définie par la mission d'études Basse-Seine doit être davantage consacrée à la détente et aux loisirs. Pour les aménageurs de la mission d'études Basse-Seine, les zones industrielles et les zones urbaines denses doivent se concentrer autour des pôles de Vernon ou Évreux. Il faut selon eux veiller à préserver les zones naturelles et éviter une urbanisation continue entre l'agglomération parisienne et la zone du grand Rouen. Cela nécessitera donc de développer suffisamment les services de ces agglomérations (Op. cit., p. 43-45).

3.2.3 Le corridor Basse-Seine : un territoire ?

Après avoir décrit les caractéristiques socio-spatiales de la Basse-Seine, interrogeons-nous de façon plus conceptuelle sur cette entité spatiale. Appuyons-nous sur une représentation graphique proposée dans la synthèse du Schéma d'Aménagement pour caractériser cet espace.

La carte suivante (Figure 9) résume les propositions retenues pour aménager ce territoire de la Basse-Seine. Comme nous l'observons sur cette représentation cartographique, les axes de transports structurent cet espace et facilitent la connexité entre les différentes zones. Les réseaux autoroutier et ferroviaire illustrent la connexité entre l'agglomération parisienne et le territoire de la Basse-Seine. Par ailleurs, cette représentation cartographique matérialise l'importance de ces coupures vertes à préserver pour les experts de la mission d'études Basse-Seine mais aussi, l'armature urbaine et ses extensions futures envisagées dans le Schéma.

Nous avons ensuite synthétisé les dynamiques spatiales proposées dans ce schéma d'aménagement de l'espace et d'urbanisme par une représentation chorématique (Figure 10). Nous retrouvons ici l'ensemble de l'armature urbaine et du maillage du territoire de la Basse-Seine. Nous avons matérialisé par des flèches bleues la volonté des aménageurs de la mission Basse-Seine d'attirer des activités tertiaires d'île-de-France dans la zone du grand Rouen et de l'estuaire de la Seine.

SCHEMA D'AMENAGEMENT DE LA BASSE SEINE

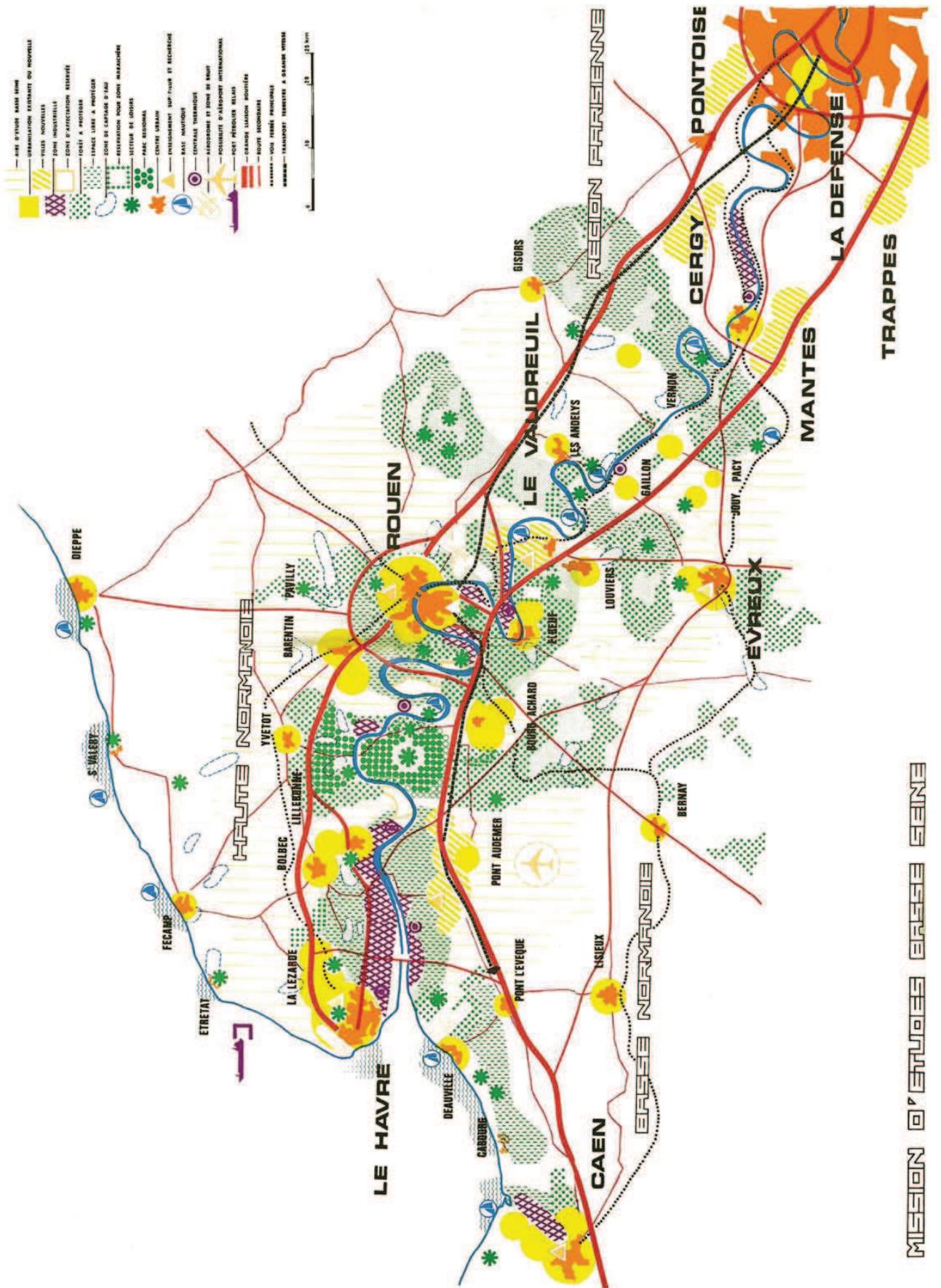


FIGURE 9 – Schéma d'Aménagement Basse-Seine 1971

Dynamiques spatiales de la Basse-Seine

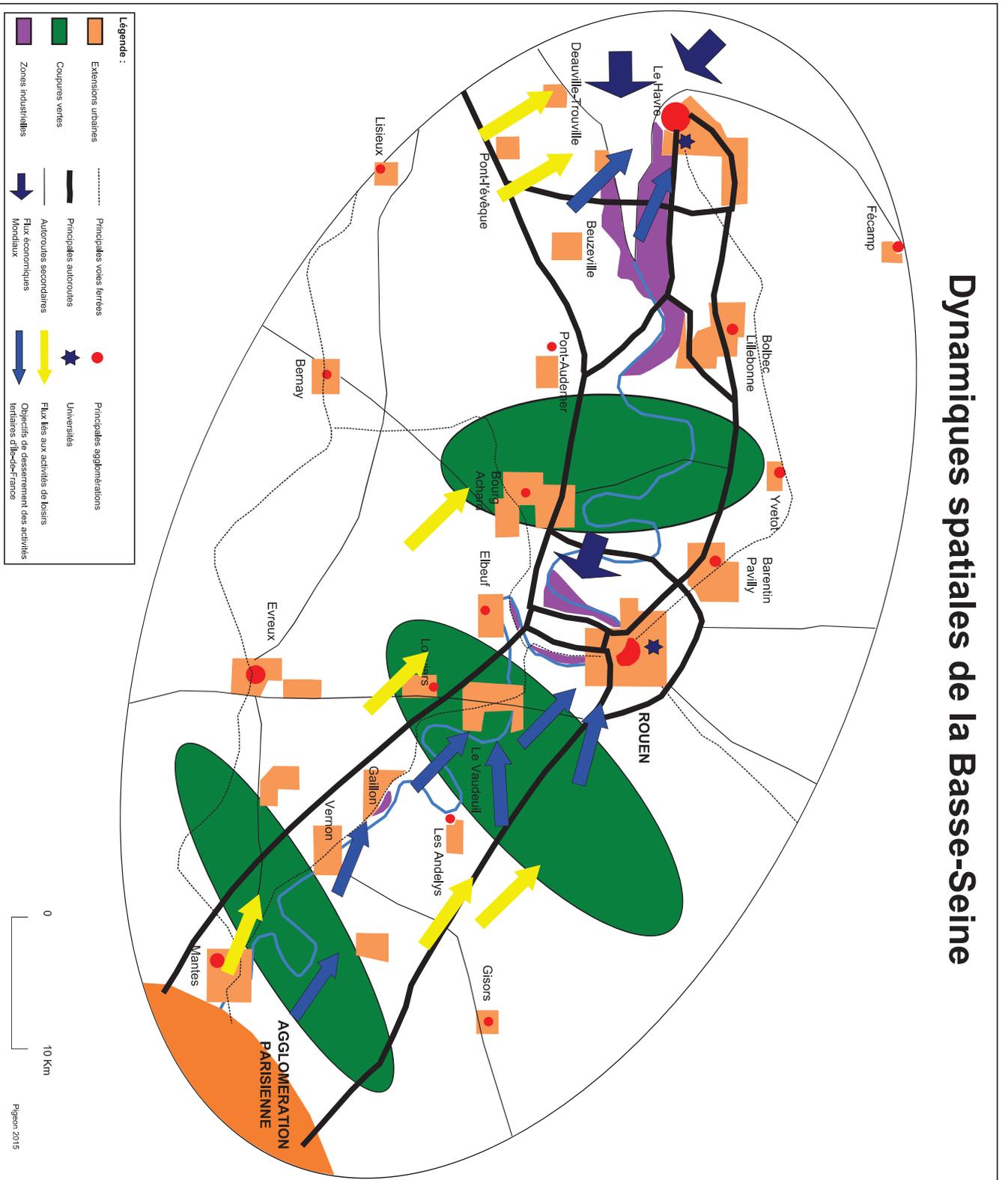


FIGURE 10 – Représentation chorématique des dynamiques spatiales de la Basse-Seine (Pigeon 2015).

L'armature urbaine de la Basse-Seine se structure autour du fleuve et des axes de transport. Ce type de configuration spatiale s'apparente donc à un corridor. Pour Priemus et Zonneveld (PRIEMUS et ZONNEVELD 2003), les corridors sont en premier lieu des faisceaux d'infrastructures reliant des aires urbaines. Les infrastructures considérées sont en général les infrastructures de transport mais par extension, les réseaux d'énergie, de télécommunication sont également pris en compte. A l'instar de Whebell (WHEBELL 1969), Priemus et Zonneveld remarquent que les corridors se développent à proximité ou sur des d'infrastructures plus anciennes. Whebell (WHEBELL 1969, p. 4) remarque en effet que les premiers corridors se sont développés le long des fleuves et des rivières car ils représentaient le moyen le plus facile pour transporter les marchandises. Pour Priemus et Zonneveld, la définition et l'utilisation historique de ce concept doit toutefois être élargie. Ces auteurs distinguent trois concepts relevant du corridor. Le corridor comme axe d'infrastructures, dont l'objectif est d'améliorer le trafic sur un itinéraire particulier. Le corridor comme axe de développement économique qui suppose une relation entre les axes de circulation majeurs, et les opportunités de développement économique. Le corridor comme axe d'urbanisation, où le réseau d'infrastructures est une base pour le développement urbain à venir. Ces chercheurs rappellent ensuite que ces trois interprétations du concept de corridor, montrent une interdépendance entre infrastructures et processus sociaux. Enfin, Priemus et Zonneveld reviennent sur la dimension politique liée à la constitution de Méga corridor européens. Dans ce contexte, ces chercheurs définissent le concept de corridor comme un passage sans entrave d'un État à un autre et d'un standard technique à un autre. La Basse-Seine telle que nous l'avons décrite se structure autour d'un faisceau d'infrastructures. En revanche, nous ne pouvons ici rien affirmer de la connexité effective du territoire. Nous avons commenté ici un schéma d'aménagement dont l'objectif est de favoriser cette connexité. Comme nous le verrons dans la suite de ce propos, c'est encore l'objectif poursuivi par le projet Grumbach.

Nous avons jusqu'ici employé le terme sans véritablement le questionner. Mais cet espace peut-il être considéré comme un territoire ? Selon Colletis et Rychen (COLLETIS et RYCHEN 2004, p. 217), la notion de Territoire se subdivise en trois niveaux : l'entité territoriale telle que déterminée par ses frontières, le territoire comme *vecteur de l'action de l'homme sur l'espace tant dans la réalisation de ses activités courantes, que dans ses actions d'aménagement, et enfin, un territoire dans sa perspective relationnelle qui comprend l'ensemble des structures auxquelles appartiennent les individus (...) qui jouent un rôle dans leur processus de décision*. D'après cette définition, l'existence d'un schéma d'aménagement pour la Basse-Seine montre que la Basse-Seine peut dans cette mesure être considérée comme un territoire, car cet espace fait l'objet d'actions d'aménagement.

Au regard du Schéma d'Aménagement et d'Urbanisme de la Basse-Seine de 1971, les dynamiques spatiales de ce territoire peuvent se résumer ainsi : la Basse-Seine s'appuie sur un faisceau d'infrastructures (fleuve, rail, routes) dont la finalité poursuivie est de relier l'agglomération parisienne à l'espace maritime, et plus globalement au monde via le port du Havre. Ce territoire est très industrialisé dans sa partie « aval » et davantage résidentiel en amont. Par ailleurs, l'urbanisation le long du faisceau d'infrastructures n'est pas continu. Il est séparé par

trois zones boisées qui contribuent à la qualité de vie des habitants. Comme le soulignent les experts de la mission d'études Basse-Seine, l'enjeu est de faire de ce territoire une zone d'appui pour le desserrement des activités tertiaires de l'agglomération parisienne.

Dans la perspective d'une éventuelle implantation des technologies de captage, transport, et stockage du CO₂ dans ce territoire, la vocation industrielle de l'espace estuarien et de la zone du grand Rouen semble *a priori* un atout. Comme nous l'avons observé en Norvège (chapitre 2), l'exploitation des hydrocarbures pilier du développement économique norvégien a favorisé l'orientation vers un développement à grande échelle des technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

3.3 Quelle actualisation dans l'aménagement de cet espace : Du grand Paris à l'Axe-Seine.

En 2008, la vallée de la Seine a de nouveau fait l'objet d'un projet d'aménagement prenant en compte cet espace dans son unicité. Revenons tout d'abord ici sur la genèse de ce projet, pour ensuite aborder les dynamiques engendrées par ce projet à différentes échelles spatiales.

3.3.1 Les origines de la réflexion sur l'Axe-Seine

La réflexion sur l'Axe-Seine a débuté après un concours d'architecture et d'urbanisme qui s'est déroulé en 2008 et dont l'objet était d'imaginer une grande métropole du XXI^e siècle². Le Président de l'époque, Nicolas Sarkozy, est à l'initiative de cette réflexion sur le devenir de la métropole parisienne. Lors d'un discours le 26 juin 2007, il constate un morcellement de la région Île-de-France et la nécessité pour cette dernière d'avoir un projet d'aménagement cohérent afin de ne pas être distancée par d'autres métropoles mondiales³. Selon lui, l'Île-de-France doit avoir un projet d'aménagement urbain ambitieux et cohérent, à la fois en termes de développement urbain, de recherche et développement, mais également en termes d'infrastructures. Nicolas Sarkozy souhaite que l'État joue un rôle dans la redéfinition dans cette politique d'aménagement et préconise une redéfinition du schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (SDAU)⁴ d'Île-de-France pour la fin de l'année 2008.

C'est dans ce contexte, avec la volonté de remettre l'architecture au cœur des choix politiques⁵ que la décision d'organiser un concours d'architecture et d'urbanisme a été prise. Pour ce concours dix équipes ont été retenues⁶. Ces dernières avaient six mois de réflexion pour présenter

2. <http://www.lefigaro.fr/culture/2008/01/31/03004-20080131ARTFIG00003-les-architectes-devoient-leur-grand-paris.php> consulté le 28 janvier 2013.

3. <http://ddata.over-blog.com/xxxyyy/0/54/07/70/discours-sarkozy-roissy-260607.pdf> consulté le 28 janvier 2013.

4. le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme est un document d'urbanisme qui fixe les grandes orientations d'un territoire en matière d'aménagement. Le SDAU de la région Île-de-France.

5. http://www.parisrouenlehavre.fr/gp/remettre_architecture.php consulté le 15/01/2013.

6. La plupart des projets retenus dans le cadre de ce concours se focalisent sur la capitale et

publiquement les résultats de leurs travaux. Suite à cette consultation qui a pris fin en 2009, l'État a retenu le projet porté par le cabinet Grumbach comme le plus pertinent pour faire de Paris la métropole du XXI^e siècle. Cette volonté politique est d'ailleurs réaffirmée par le chef de l'État en 2009. Dans son discours du 26 juillet 2009, il souligne l'importance de la liaison maritime pour les métropoles mondiales⁷.

3.3.2 Le Grand Paris « Métropole de l'après Kyoto »

Dans ce projet, la première observation de l'équipe Grumbach (GRUMBACH 2009) est la dimension trop continentale de la métropole parisienne. Selon eux, dans le jeu de l'économie mondialisée les métropoles influentes possèdent un port. Pour connecter l'agglomération parisienne à l'espace mondialisé, ce cabinet propose de constituer une aire métropolitaine le long de la Seine et d'accrocher une métropole européenne à la façade atlantique (GRUMBACH 2009, p. 12).

L'ambition du projet Grumbach va au-delà de la constitution de la métropole parisienne le long du corridor séquanien. L'objectif est d'aménager la métropole de l'après Kyoto, c'est à dire *d'offrir une réponse positive à la mondialisation, s'y inscrire tout en remettant en cause les procédures qui conduisent à une dégradation de l'environnement nécessite de développer une alternative à la métropole globale et à la mise en œuvre de politiques sectorielles* (Op. cit., p. 6). Pour parvenir à constituer une telle métropole, les membres du cabinet Grumbach choisissent de s'appuyer sur l'espace de la vallée de la Seine car ils considèrent que cette échelle permet non seulement de dépasser les problématiques de l'agglomération parisienne, mais aussi de répondre aux exigences de réductions des gaz à effet de serre (Op. cit., p. 12).

Pour l'équipe Grumbach, il est nécessaire de penser les interrelations entre le rural, le périurbain et l'urbain pour l'alimentation, la transformation des déchets en énergie, ainsi que dans le champ des transports. Afin de répondre aux objectifs de Kyoto, c'est à dire une réduction de 50% des émissions de CO₂ d'ici 2050, l'équipe de Grumbach s'appuie sur le bilan carbone du territoire pour proposer des hypothèses de développement. Ces experts affichent trois ambitions : une meilleure attractivité du territoire, condition du développement durable car la croissance reste source de progrès, l'économie circulaire, la mobilité dans la recherche de vitesse ou de lenteur (Grumbach Synthèse. p. 3). Par ailleurs, le fleuve est un élément clé de ce projet. L'eau est selon l'équipe de Grumbach le lien entre la région parisienne et l'aval. Elle fait l'objet de multiples utilisations dans cet espace, c'est donc selon Grumbach et al. autour du fleuve qu'il faut construire l'identité de la future métropole parisienne (GRUMBACH 2009, p. 17).

Ce projet se subdivise en cinq dimensions : la géopolitique, l'identité du territoire, les relations urbanité/naturalité, la mobilité et enfin les actions à mettre en œuvre pour constituer cette métropole de l'après Kyoto.

la région Ile-de-France, seul le Projet proposé par Antoine Grumbach et son équipe va au-delà en travaillant à l'échelle de la vallée de la Seine. Pour plus d'informations sur les différents projets <http://www.ateliergrandparis.com/aigp/conseil/consultation2008.php> consulté le 28 janvier 2013.

7. Le discours de Nicolas Sarkozy du 26 juillet 2009 souligne la volonté de reconstituer le lien entre Paris et la mer. http://www.parisrouenlehavre.fr/pdf/n_sarkozy_discours_16072009.pdf consulté le 15/01/2013.

La géopolitique présentée en première partie de ce projet justifie la démarche poursuivie. Selon l'équipe Grumbach, il est nécessaire de faire de Paris une ville-Monde en la connectant aux flux du commerce mondial. Comme ils l'affirment à plusieurs reprises, toutes les métropoles mondiales sont connectées à l'espace maritime (Op. cit., p. 23-33). Aménager la métropole parisienne le long de la Seine en connectant ses ports, en améliorant la desserte de transports permettrait selon eux de connecter Paris aux flux du commerce mondial. Par ailleurs, pour l'équipe Grumbach, la constitution d'une métropole parisienne, connectée aux flux mondialisés permettrait de réduire l'effet de relégation présent dans les banlieues de l'agglomération. Les réseaux de transport permettant aux populations de ces banlieues de circuler plus facilement entre différentes centralités. La ville de Rouen pourrait par exemple remplir ce rôle de centre pour les territoires trop éloignés de l'agglomération parisienne. Bien que cet accès à l'espace des flux soit décisif pour l'économie mondialisée, il va à l'encontre d'autres dynamiques de l'espace des lieux (CASTELLS 1996).

Pour Castells, l'espace est défini comme support matériel des pratiques sociales du temps partagé (Op. cit., p. 463). Selon lui, l'espace des flux est une nouvelle forme spatiale caractérisant les pratiques sociales qui dominent et façonnent la société en réseau. Il se caractérise par des séries d'échanges et d'interactions entre des positions géographiquement éloignées (Op. cit., p. 463). Comme le souligne ensuite Castells, l'espace des flux domine et façonne l'espace des lieux. Ce dernier se définit comme *un espace dont les formes, les fonctions et le sens compose des ensembles dans le cadre d'une contiguïté physique* (Op. cit., p. 475). Il ajoute que dans la société en réseaux, les pratiques sociales d'une grande majorité d'individus se déroulent dans l'espace des lieux. Dans la perspective du projet d'Axe-Seine, ces apports conceptuels laissent donc supposer des oppositions à un tel projet d'aménagement ne desservant que les intérêts de certaines catégories sociales, intégrées à l'espace des flux.

Nous détaillerons au chapitre suivant les conflits d'usage entraînés par la réalisation de certaines infrastructures contribuant à la connexion de la vallée de la Seine sur l'espace des flux. De même, nous pouvons nuancer le fait que l'offre de transport contribuerait par elle-même au désenclavement des zones urbaines sensibles. Comme le montre Lebreton (*Mobilité et Inégalités sociales* 2006), pour accéder à la mobilité il faut à la fois disposer de moyens économiques mais aussi maîtriser toute une sémiologie pour s'orienter dans ces espaces et enfin pouvoir se représenter l'espace.

Concernant l'identité de l'Axe-Seine, l'équipe de Grumbach rappelle l'importance du rôle de la Seine dans la constitution de l'identité de cet espace. Selon elle, le fleuve a donné une identité paysagère unique à la vallée de la Seine. L'équipe de Grumbach constate notamment que les modalités d'occupation de l'espace sont similaires d'un méandre du fleuve à l'autre. Par ailleurs, ces boucles (*méandres*) de la Seine mettent également en présence des activités économiques de natures différentes (industrie chimique et agriculture par exemple). Pour l'équipe Grumbach cela représente donc une opportunité pour développer l'économie circulaire⁸, réduisant ainsi le gaspillage des ressources naturelles. Selon ses initiateurs (FROSCHE et GALLOPOULOS

8. Une interview avec le fondateur de ce concept <http://www.makingitmagazine.net/?p6793>. Consultée le 18 mars 2015.

1989), l'économie circulaire parfois aussi appelée écologie industrielle est le fait de considérer un ensemble d'activités économiques comme un écosystème naturel. Dans ce dernier, les déchets d'une activité économique peuvent devenir une ressource pour d'autres activités. Ainsi est-il possible de réduire la consommation d'énergie, les déchets des activités économiques et donc l'impact de l'homme sur son environnement.

Pour autant, comme l'affirme l'équipe Grumbach, mettre en place cette économie circulaire implique un dialogue entre ces différentes activités économiques. Concernant la pétrochimie, les auteurs de ce projet insistent davantage sur la mise en place d'une agro-industrie et d'une écologie industrielle, afin de réduire les déchets et les impacts de ces activités sur l'environnement. Ainsi sera-t-il possible de transformer ces dernières selon les logiques de l'économie verte (GRUMBACH 2009 p. 76-78).

Pour Grumbach et son équipe, « la métropole de l'après Kyoto » doit associer l'urbanité, la nature et le fleuve. Pour y parvenir, le projet Grumbach développe plusieurs propositions. Le postulat initial de cette équipe est le suivant : les individus souhaitent bénéficier à la fois d'une proximité avec l'intensité des centres urbains mais aussi, des qualités d'habitat du périurbain. L'équipe Grumbach propose donc de densifier l'habitat autour des centres urbains ou des infrastructures existantes pour concilier les aspirations des individus. Cette équipe développe également l'idée de la constitution d'une ville parc nature (Op. cit., p. 98-102), où habitations, espaces naturels et agriculture pourraient s'associer le long du fleuve. Un tel projet induirait donc le développement d'une réglementation pour gérer les modalités d'occupation des sols.

Dans le projet « Seine métropole », la mobilité a elle aussi une importance cruciale. En effet, comme signalé dans la première partie de ce projet, la connexion à l'espace des flux garantit l'attractivité du territoire. Cependant, cette nécessaire mobilité pourrait s'opposer aux objectifs de l'après Kyoto. En effet, elle engendrerait potentiellement une hausse des émissions de gaz à effet de serre. Pour répondre à cette contradiction, l'équipe Grumbach préconise le tressage des mobilités le long de la vallée de la Seine. Le développement de hubs intermodaux entre des transports rapides comme la ligne à grande vitesse Paris-Normandie, et des transports en commun locaux sont notamment envisagés. L'idée de favoriser les transports collectifs rapides sur de longues distances, ou le transport fluvial, à privilégier pour les marchandises, sont également évoquées. Ces propositions sont pour l'équipe Grumbach les seules à même de garantir l'intégration du territoire, tout en remplissant les objectifs de Kyoto. Le schéma chorématique suivant (Figure 11) résume les principales dynamiques du projet d'Axe-Seine.

Dans cette représentation graphique nous observons d'une part la conservation d'une urbanisation polarisée autour des agglomérations existantes, mais également la volonté d'étendre les zones naturelles afin de faire de l'Axe-Seine un « Parc Nature habitée » (GRUMBACH 2009, p. 98).

Dynamiques spatiales de l'Axe-Seine

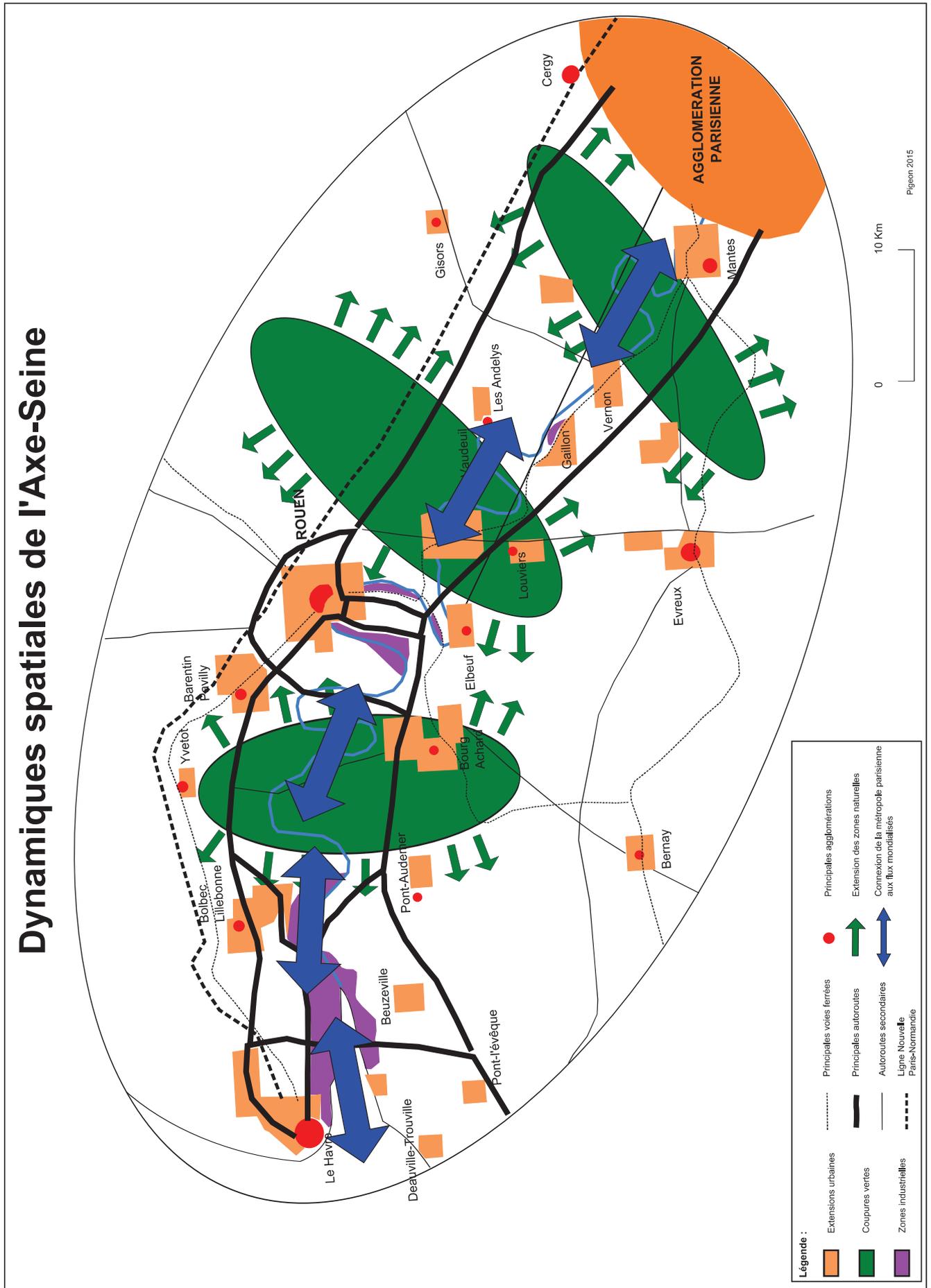


FIGURE 11 – Les dynamiques spatiales du projet Axe-Seine

Dans la dernière partie de son propos, l'équipe Grumbach revient sur l'importance de mettre en mouvement ce projet. Pour y parvenir, un mode de gouvernance commun est à définir dans un territoire aux institutions déjà multiples (trois régions, neuf ou dix départements). L'équipe de Grumbach insiste alors sur la nécessité de mettre en place un syndicat interrégional ou une conférence des présidents de région, avant de fixer une instance pérenne. Ces experts insistent aussi sur le caractère décisif de la fusion entre les ports de l'Axe-Seine. Pour l'équipe Grumbach, la gouvernance n'est qu'un des éléments permettant de faire vivre le projet. L'organisation d'événements culturels (de type exposition universelle), la mise en place d'une promenade touristique, d'une université de la vallée de Seine, mais aussi l'interaction entre l'équipe du projet et les habitants, permettront à ces derniers de s'approprier ce territoire et de lui donner une identité qui lui soit propre.

3.3.3 L'Axe-Seine : Actualisation du schéma Basse-Seine face à la problématique du réchauffement climatique ?

Cette brève synthèse du projet montre que la nouveauté du projet de l'équipe Grumbach réside essentiellement dans la prise en compte de la dimension environnementale. En effet, le Schéma d'Aménagement Basse-Seine poursuivait des objectifs similaires de desserrement de l'agglomération parisienne. De même, la logique d'un maillage de transport en échelle proposée par l'équipe Grumbach était déjà présente dans le Schéma de 1971. Seule la généralisation de l'intermodalité semble novatrice. La polarisation de l'urbanisation sur les centres existants et la préservation des coupures vertes étaient elles aussi présentes dans le Schéma de 1971. L'équipe Grumbach propose ici d'accentuer les rapports entre urbanité et naturalité jusqu'à constituer un parc naturel habité. Enfin pour les activités économiques, l'économie circulaire, les activités numériques et l'écologie industrielle semblent être les voies proposées. Selon ce scénario, nous supposons que les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pourraient jouer le rôle de technologie relais, comme envisagé par le GIEC ou l'Union Européenne (UE2009, GIEC, 2005). Durant la période de conversion des industries lourdes en industries vertes, les technologies de CTSC permettraient de réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre, donnant ainsi davantage de temps pour mener à bien ce projet.

Cependant, la métropole de l'après Kyoto telle qu'elle se dessine ici pose tout de même question. L'équipe Grumbach fait l'éloge de la mobilité en de nombreux points du projet. Or, dans quelles mesures ces flux ne s'opposent-ils pas à l'espace des lieux ? De même, toutes les populations de l'Axe-Seine sont-elles aptes à habiter les flux ? Est-il possible pour l'ensemble des populations d'en supporter le coût ? L'équipe Grumbach nous présente ici une vision optimiste du caractère intégrateur des modalités de transports, vision qu'il paraît important de nuancer au regard des propos de Lebreton ou d'Augé (AUGÉ 1992).

Pour le premier, la mobilité nécessite de nombreuses compétences de représentation de l'espace ou encore, de décodage des signes. Le second insiste lui sur les moyens économiques dont il faut disposer pour accéder à ce monde de flux. Enfin, la dernière nuance qu'il nous semble nécessaire d'apporter concerne la diminution des émissions de gaz à effet de serre. L'équipe Grumbach affirme ici qu'il est possible de diminuer ces émissions en augmentant les mobilités collectives, ou les mobilités électriques. Mais le recours au véhicule électrique aura une incidence sur la production d'électricité. De fait, se pose également la question des sources de production d'électricité. La mobilité électrique est-elle le corollaire d'une électricité nucléaire ? Est-elle compatible avec l'intermittence des énergies renouvelables ? Induira-t-elle le recours à d'autres énergies carbonées ? A ces questions induites par son propos, l'équipe Grumbach n'apporte pas de réponse. La citation des travaux de Rifkin en préambule de ce projet laisse toutefois entrevoir une modalité de réponse. Pour Rifkin, tous les individus, tous les bâtiments sont potentiellement producteurs et consommateurs d'énergie (RIFKIN, F. CHEMLA et P. CHEMLA 2012). Il semble en être de même dans le projet Grumbach.

Par ailleurs, le projet de l'équipe Grumbach illustre aussi une volonté de développer l'agriculture urbaine et de tresser davantage les activités. Or, les auteurs de ce projet s'attardent

peu sur les potentiels conflits d'usage susceptibles d'apparaître, entre usage agricole et usage de loisirs ou d'habitation (GUÉRIN 2005 ; MICHEL et LARDON 2001). Au-delà de ces nuances, observons les dynamiques suscitées par ce projet et son appropriation par les acteurs du territoire.

3.4 Dynamiques locales engendrées par le projet Axe-Seine.

Le projet Axe-Seine proposé par Grumbach en 2008 a trouvé un écho à la fois dans les études ou les recherches ayant pour objet ce territoire, mais aussi dans des réalisations concrètes de la part des parties prenantes locales. Revenons d'abord sur les recherches, puis détaillons les premières réalisations portées par les parties prenantes locales.

3.4.1 La gestion des flux, principal enjeu des recherches relatives à l'Axe-Seine.

Le tableau suivant (Tableau 1) fait état des principales études relatives à l'Axe-Seine. Nous avons recensé ici les thématiques centrales de chacun de ces projets, ainsi que la façon dont ils envisageaient l'Axe-Seine⁹.

La lecture de ce tableau récapitulatif des recherches et études relatives à l'Axe-Seine fait apparaître plusieurs centres d'intérêts concernant l'aménagement de cet espace. Nous observons tout d'abord des études d'ordre général comme celle réalisée par la coopération des agences d'urbanisme de l'Axe, ou celle de l'INSEE. Ces dernières apportent des éléments tangibles à la vision défendue par Grumbach, grâce à la réalisation d'études statistiques montrant la complémentarité des territoires de la vallée de la Seine.

Ensuite, ce tableau montre aussi que la question des flux et de leur gestion est également une préoccupation majeure des acteurs de l'Axe-Seine. En effet, à l'échelle européenne (Weastflows), à l'échelle nationale (DATAR) ou aux échelles régionales (Devport, OCDE), l'Axe-Seine est considéré comme un territoire clé pour l'intégration des flux. Une action politique forte est nécessaire pour améliorer la logistique dans cet espace. Cette dimension soulevée dans le projet Grumbach trouve donc un large écho dans les différentes recherches menées sur ce territoire.

Enfin, à l'échelle de ce territoire sont également envisagés des projets plus spécifiques comme la réalisation d'une ligne à grande vitesse Paris-Normandie, ou encore un dispositif de captage mutualisé du CO₂ dans l'Axe-Seine. La Ligne Nouvelle Paris-Normandie est clairement évoquée dans le projet Grumbach. Une telle infrastructure participe selon lui clairement à la cohésion de l'ensemble de l'Axe-Seine et permet l'unité de la métropole dans un territoire étendu car elle connecte efficacement les différents pôles urbains de l'Axe-Seine. Les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine sont seulement présentes dans l'étude de préfaisabilité économique d'une chaîne intégrée de CTSC sur la ZIP du Havre réalisé par Geogreen.

Ces différents travaux de recherches soulignent l'attention particulière portée par les parties prenantes du territoire à la logistique. Toutefois, le dénominateur commun de l'ensemble de ces

9. Nous renvoyons le lecteur à la bibliographie pour les références complètes de ces travaux.

Synthèse des principales études relatives à l'Axe Seine

Nom du projet	Institutions Impliqués/ Auteurs	Thématiques principales du projet	Rôles de l'Axe-Seine dans le projet
Territoires 2040 "Les portes d'entrées de la France et les systèmes territoriaux de Flux" (Revue n°3)	DATAR/ Cattan Frégnigny	- Scénarios d'évolution du territoire français - Incidence des flux sur l'aménagement du territoire	- Axe-Seine identifié comme une porte d'entrée de la France
Paris, Rouen Le Havre, Axe-Seine : les données essentielles	Les agences d'urbanisme de l'Axe-Seine (APUR, AUCAME, AUDAS, AURBSE, AURH, IAU-IDF)	- Etat des lieux statistique global de l'Axe-Seine (Economie, R&D, Transport, Mobilités, Tourisme Patrimoine)	- Dans la continuité du projet Grumbach - Propose une vision de la complémentarité des territoires de la vallée de la Seine
Panorama de l'espace économique Paris-Seine-Normandie. Cahier d'aval	INSEE et les agences d'urbanisme de l'Axe-Seine (APUR, AUCAME, AUDAS, AURBSE, AURH,	- Etat des lieux statistique emploi et activités économiques	- Dans la continuité du projet Grumbach - Propose une vision de la complémentarité des activités économiques de l'Axe-Seine et des avantages concurrentiels susceptibles d'en résulter
Le fluvial pour une métropole parisienne durable	UMR CNRS 3221 Architecture, Urbanisme, Sociétés, Paris VIII/ Baudouin Collin Lemarchand	- Transport fluvial de marchandises	- Alternative de la Seine dans le transport de marchandises notamment par rapport à la route. - Innovations logistiques liées au fluvial permettent un transport de marchandises efficace jusque dans les derniers kilomètres.
Projet Devport Recherche en géographie, aménagement, économie maritime, portuaire et logistique	UMR CNRS 6266 IDEES/ Le Havre	- Gouvernance territoriale et portuaire dans la mondialisation - Fonctionnement du corridor séquanien - Logistique fluvio-maritime - Approche comparative des systèmes portuaires	- Analyse du système territorial de l'Axe-Seine dans les dimensions du transport et logistique. - Optimisation du fonctionnement logistique et portuaire de l'Axe-Seine.
Weastflows Logistique durable pour l'Europe	Union Européenne Programme INTERREG IVB AURH	- Amélioration de la fluidité des corridors de transports transeuropéens - Multimodalités et réduction des émissions de Gaz à effet de serre.	- Axe-Seine identifié comme un maillon essentiel du corridor de transport européen. - Seine Gateway au service d'une logistique durable.
Ligne Nouvelle Paris-Normandie	SNCF	- Rapprocher Haute-Normandie et Basse-Normandie de l'Île-de-France. - Améliorer les déplacements quotidiens ou occasionnels des voyageurs. - Favoriser le développement économique de la vallée de la Seine.	- Axe-Seine dans sa dimension transport ferroviaire de marchandises. - Axe-Seine amélioration du transport passagers. - Objectif de développement économique de la vallée de la Seine
Compétitivité des villes portuaires : le cas de l'Axe-Seine (La Havre, Rouen, Paris, Caen)	OCDE/ Merk Ducruet Dubarle Hazendonck Dooms	- Performance portuaire - Gouvernance portuaire. - Dimensions économique, sociale et environnementale des port de l'Axe-Seine.	- Axe-Seine dans sa dimension de gouvernance portuaire. - Amélioration des synergies entre les ports de l'Axe susceptible de favoriser l'attractivité du territoire.
Captage, transport et stockage du CO ₂ - Etude de pré faisabilité d'une chaîne CTS intégrée au Havre	GEOGREEN TNO/ Le Havre Développement Le Thiez	- Captage mutualisé du CO ₂ sur la ZIP du Havre et stockage géologique dans le bassin parisien et en mer du nord	- Axe-Seine envisagé comme territoire d'implantation et d'expérimentation du CTSC mutualisé.

Tableau 1 – Principales études et recherches relatives à l'Axe-Seine

recherches est la notion de flux. En effet, qu'il s'agisse de flux de marchandises, de flux de CO₂, ou encore de flux de voyageurs, l'Axe-Seine est donc véritablement un espace de circulation de flux. Ce territoire correspond donc à une certaine acception de la notion de corridor.

3.4.2 Des réalisations illustrant une appropriation essentiellement économique de ce projet de territoire.

Suite à l'acceptation de ce projet comme perspective d'aménagement pour la métropole parisienne, les acteurs politiques et économiques des territoires concernés se sont rapidement mobilisés autour de ce projet. Dès 2010, les métropoles de ces territoires ont organisé chaque année un colloque relatif à l'Axe-Seine. Lors du premier colloque ont été présentées les grandes orientations du projet de l'équipe Grumbach, lors des colloques suivants les questions socio-économiques ont été abordées, ainsi que le projet de ligne à grande vitesse. Les chambres de commerce et d'industrie ont identifié des filières d'excellence de l'Axe-Seine (l'énergie, la valorisation des déchets, la mobilité et la logistique portuaire)¹⁰.

Par ailleurs, les ports de l'Axe-Seine (Le Havre, Rouen, Paris) ont fusionné en 2012 dans un Groupement d'Intérêt Economique (GIE) (Haropa)¹¹ afin de gérer plus efficacement les flux et les différents projets de ces trois structures portuaires, poursuivant ainsi les objectifs du projet Grumbach concernant la connexion de la métropole parisienne à l'espace des flux.

Enfin, un rapport relatif à la gouvernance et aux modalités d'aménagement d'un tel espace a été engagé et a été présenté en 2012 au premier ministre (RUFENACHT 2012). L'objectif de ce document était de proposer des pistes d'applications du projet de l'équipe Grumbach. La nécessité d'instituer une instance de gouvernance réunissant des représentants de l'État, des collectivités territoriales et du monde économique chargée de mettre en place ce projet est un préalable, pour le commissaire général pour le développement de la vallée de la Seine. Selon lui, les investissements prioritaires doivent par la suite, porter sur les infrastructures routières (A104, liaison A13-A28), la ligne nouvelle Paris Normandie, la constitution d'un réseau de fret performant et la fusion des ports (RUFENACHT 2012, p. 55-56).

Concernant l'économie et en particulier l'industrie, le commissaire général au développement de la vallée de la Seine insiste aussi sur la nécessité de développer l'écologie industrielle. Par ailleurs, les recherches sur les énergies nouvelles et notamment le captage, transport et stockage du CO₂ doivent elle aussi être favorisées (Op. cit., p. 57) car elles constituent des éléments d'attractivité du territoire. Pour le captage, transport et stockage du CO₂, l'auteur de ce rapport rappelle en annexe l'existence de deux projets dans le cadre de la performance énergétique du territoire. La mise en place d'un dispositif de captage et de liquéfaction de l'unité de fabrication d'hydrogène d'Air Liquide à Port Jérôme, et le dispositif de captage de CO₂ sur la centrale EDF (Op. cit., p. 84). Enfin, des initiatives de sensibilisation des populations à ces technologies sont également évoquées.

10. <http://www.paris-seine-normandie.fr/edition-2011/filieres-dexcellence-traitees/>. Consulté le 19 mars 2015

11. <http://www.grandeseine2015.fr/actualite/lancement-du-gie-haropa-ports-de-paris-seine-normandie/> consulté le 18 mars 2015.

Cette prédominance des enjeux économiques dans l'aménagement de l'Axe-Seine est cependant critiquée par certains chercheurs en sciences sociales. Brennetot, Bussi et Guermond (BRENNETOT, BUSSI et GUERMOND 2013) soulignent que le projet Axe-Seine est une application de la logique néolibérale aux principes de l'aménagement. En s'appuyant sur des déclarations relevées dans la presse ainsi que lors des colloques consacrés à l'Axe-Seine, ils montrent que l'idéologie néolibérale implicitement inscrite dans ce projet n'est remise en cause par aucun des responsables institutionnels, quelle que soit leur appartenance politique. La concurrence entre les territoires, et la mobilisation des acteurs de l'Axe-Seine pour attirer les flux internationaux est perçue comme la seule alternative pour développer cet espace. De plus, comme le soulignent ces chercheurs, l'hégémonie du discours néolibéral a relégué à l'arrière-plan les propositions relatives à l'impact environnemental de la métropole parisienne initialement présentes dans le projet Grumbach (Op. cit., p. 9). Au regard de ces propos, l'attention des représentants institutionnels concernant les problématiques environnementales à l'échelle de la vallée de la Seine semble donc réduite. Dans ce contexte, comment envisager la mise en place des technologies de CTSC à cette échelle spatiale ? Pour répondre à cette problématique, observons toutefois les tendances caractéristiques des émissions de CO_2 sur ce territoire ainsi que les mesures mises en œuvre.

3.5 Quels profils d'émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'Axe-Seine ?

Afin de décrire les profils d'émissions de gaz à effet de serre dans l'Axe-Seine, référons-nous aux Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE) des trois régions politiquement investies dans ce projet de territoire (Haute-Normandie, Basse-Normandie, Île-de-France). Ces schémas Régionaux Climat, Air, Énergie sont des documents stratégiques. Ils ont été rendus obligatoires en 2011 suite à la loi Grenelle 2 (articles 68, 69 et 70). Ils remplacent les plans régionaux de la qualité de l'air instaurés par la loi 96-1236 du 30 décembre 1996, et sont équivalents aux schémas régionaux d'énergies renouvelables instaurés par l'article 19 de loi Grenelle 1 du 3 août 2009. Les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie sont régis par l'article L.122-1, 2 et 3 du code de l'environnement. Ces documents fixent des orientations stratégiques mais non prescriptives, dans les domaines de l'énergie et du climat aux horizons 2020 et 2050¹².

L'objectif général de ces documents stratégiques est de gommer les contradictions entre les politiques territoriales sectorielles, pour permettre aux territoires d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. La représentation graphique suivante (Figure 12) illustre l'articulation des différents dispositifs réglementaires s'appliquant sur les territoires.

Nous observons ici que l'ensemble des dispositifs réglementaires doivent être compatibles directement ou indirectement avec les SRCAE. Cette représentation graphique montre égale-

12. http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCwQFjAC&url=http%3A%2F%2F2Ffiche_decrypt_grenelle_EnergieClimat-2.pdf%3F483%2Fe50d3aae37162613330993cb8bcb23dc6c23feb7&ei=fW0VVf70C4
Consulté le 27 mars 2015.

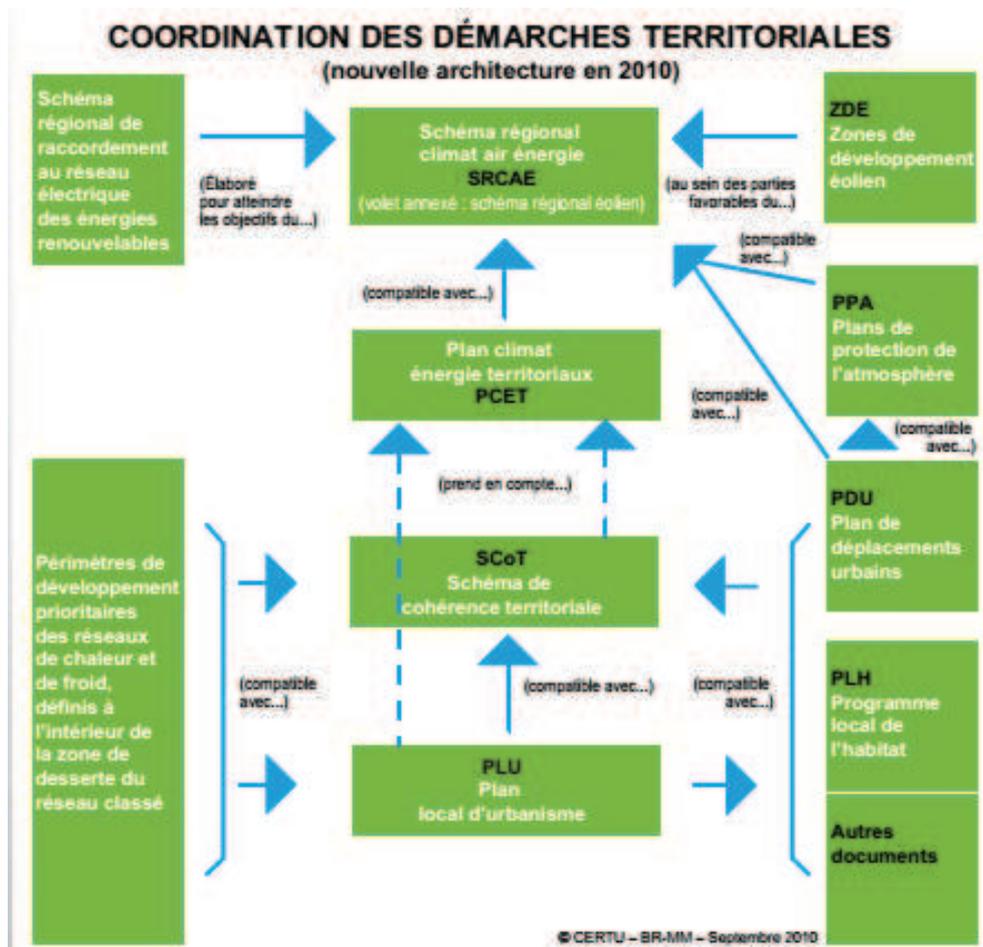


FIGURE 12 – SRCAE dans la coordination des démarches territoriales d’aménagement (Source : CERTU 2010.)

ment le rôle décisif joué par les plans climat, énergie territoriaux (PCET). A la différence des SRCAE, les PCET fixent des actions à mettre en place pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (CERTU 2010, p. 2).

Les SRCAE se structurent globalement en deux grandes parties. La première correspond à l’état des lieux des consommations d’énergie, des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques pour une région. La deuxième partie fait état des scénarios d’évolution du territoire envisagés, et des actions à mettre en place pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Nous nous référons ici aux schémas régionaux climat air énergie des trois régions impliquées dans le projet d’Axe-Seine : Basse-Normandie, Haute-Normandie et Ile-de-France. S’interroger sur l’éventuelle implantation des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine implique en effet de connaître les caractéristiques des émissions de gaz à effet de serre dans ces trois régions, mais aussi les politiques envisagées pour les réduire. Ainsi, faire référence à ces documents stratégiques s’avère pertinent pour notre réflexion.

Tout d’abord, nous utiliserons les inventaires des émissions de GES réalisés dans ces schémas pour proposer ces représentations cartographiques des émissions selon les différents secteurs d’activité dans chacune des régions de l’Axe-Seine. Nous préciserons ensuite la localisation des émissions de CO₂ issues des activités industrielles en nous appuyant sur la base de données

du registre français des émissions polluantes¹³. Enfin, nous nous référerons de nouveau aux SRCAE des régions Haute-Normandie, Basse-Normandie et Île-de-France pour comprendre les politiques envisagées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, dans le secteur industriel. Ainsi aurons-nous une connaissance plus précise de la problématique des émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel dans l’Axe-Seine, et des réponses stratégiques qui y sont apportées. Au regard de ces informations, nous pourrions mieux appréhender l’éventuelle implantation de ce dispositif technique dans ce territoire.

3.5.1 Quelles caractéristiques des émissions de gaz à effet de serre dans l’Axe-Seine ?

Les données issues des schémas régionaux climat, air, énergie, prennent tous comme année de référence l’année 2005, année où les objectifs environnementaux pour 2020 et 2050 ont été fixés (SRCAE-IDF 2012, p. 30). Les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre sont exprimées en tonnes équivalent CO₂. Cet indicateur correspond au pouvoir de réchauffement global¹⁴. Les gaz à effet de serre n’emprisonnent pas tous la même quantité de chaleur. Ils n’ont donc pas le même pouvoir de réchauffement global. Le méthane emprisonne par exemple 25 fois plus de chaleur que le CO₂ sur 100 ans. Pour avoir une unité unifiée pour l’ensemble des gaz à effet de serre émis et ainsi les comparer, le CO₂ a été retenu. Il a un pouvoir de réchauffement global à 100 ans équivalent à 1. Proposons maintenant des représentations cartographiques des émissions de gaz à effet de serre dans les différents secteurs d’activités (Agriculture, Résidentiel, Tertiaire, Transport et Industrie) dans l’Axe-Seine.

L’agriculture : principale source d’émission de gaz à effet de serre en Basse-Normandie.

La carte suivante représente les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole dans les trois régions de l’Axe-Seine.

13. <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>. Consulté le 30 avril 2015.

14. Pour plus d’informations : <http://www.citepa.org/fr/air-et-climat/phenomenes/changement-climatique-effet-de-serre#PRG>. Consulté le 15 mars 2015.

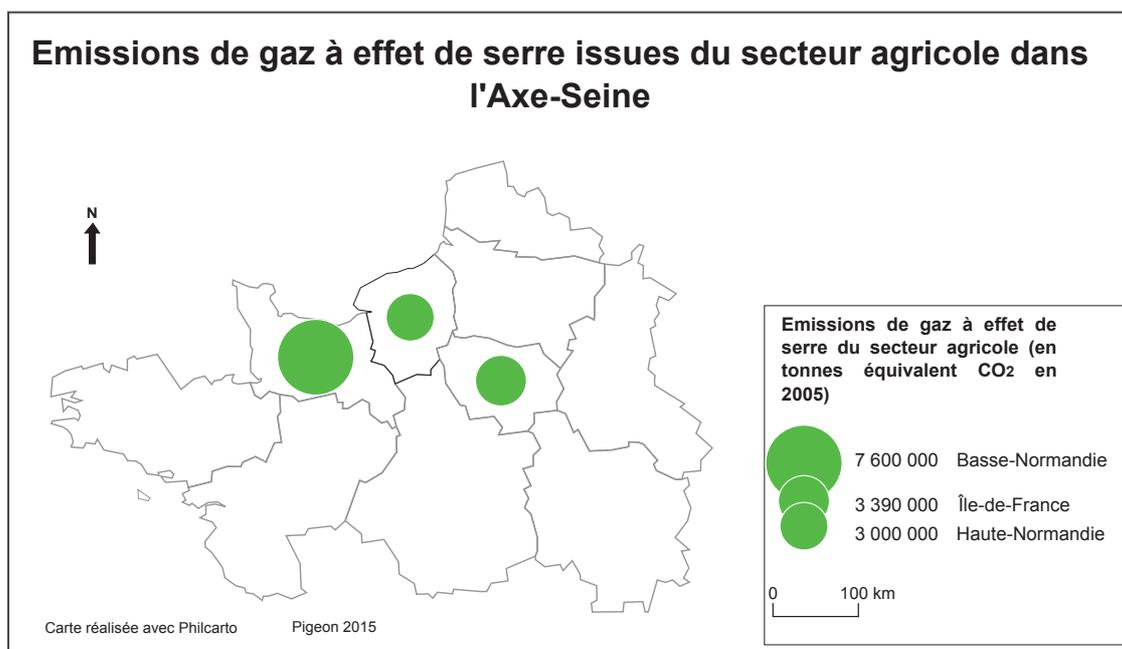


FIGURE 13 – Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur agricole (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)

Cette représentation cartographique montre que dans le secteur agricole, la région Basse-Normandie émet davantage de gaz à effet de serre que les régions Île-de-France et Haute-Normandie (7 600 000 tonnes équivalent CO₂ (teqCO₂), contre 3 390 000 teqCO₂ en Île-de-France et 3 000 000 en Haute-Normandie). La lecture des Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie nous informe que l'agriculture représente 47% des émissions totales de la Basse-Normandie, et 72% de la surface de la région (SRCAE-BN 2013, p. 33). En Haute-Normandie, l'agriculture représente 65% du territoire régional, mais seulement 11% des émissions régionales (SRCAE-HN 2013, p. 61). Enfin en Île-de-France, l'agriculture représente 7% des émissions de gaz à effet de serre (SRCAE-IDF 2012, p. 51) et 51% de la surface du territoire (SRCAE-IDF 2012, p. 26). Cependant comme le signalent ces schémas, le secteur de l'agriculture ainsi que les forêts jouent également un rôle de séquestration des émissions de gaz à effet de serre. Les auteurs de ces schémas régionaux insistent notamment sur le potentiel de stockage CO₂ des prairies et des forêts ainsi que sur la nécessité de lutter contre les changements d'affectation de surface agricole (SRCAE-HN 2013, p. 62 ; SRCAE-BN 2013, p. 33). Au regard de ces premières informations, la problématique des émissions de gaz à effet de serre issues du secteur agricole semble donc davantage celle de la région Basse-Normandie.

Les émissions de gaz à effet de serre issues du secteur résidentiel : une problématique francilienne.

La représentation cartographique suivante illustre les émissions de gaz à effet de serre issues du secteur résidentiel dans les trois régions de l'Axe-Seine.

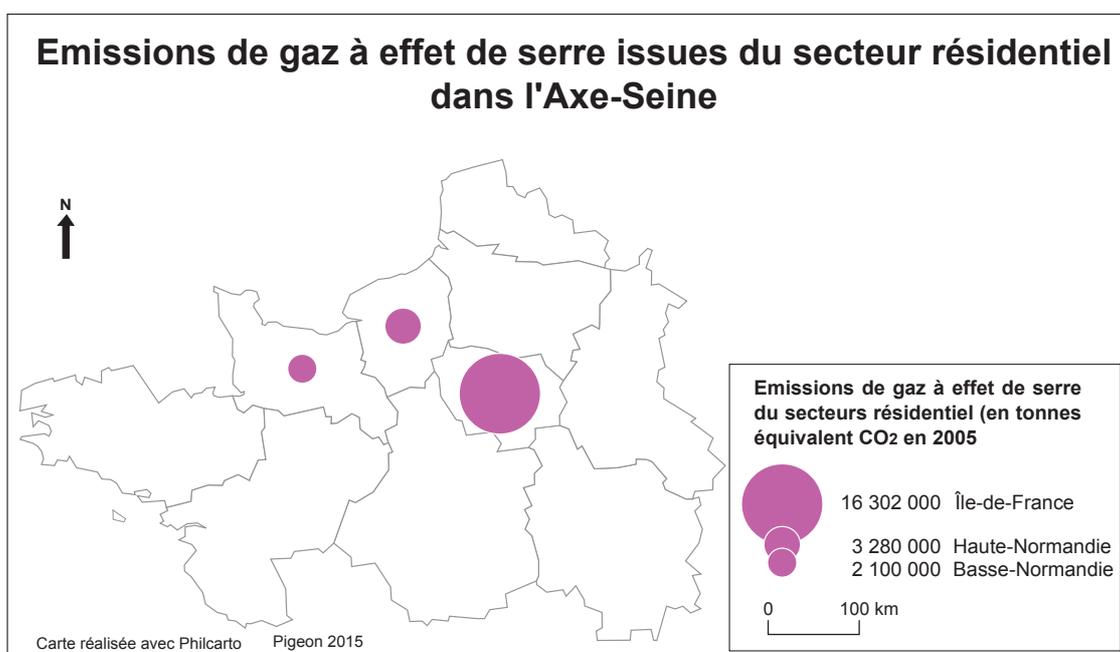


FIGURE 14 – Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur résidentiel (Pigeon 2015, d’après les données SRCAE.)

Comme l’illustre cette carte, le secteur résidentiel représente une quantité plus importante d’émissions de gaz à effet de serre en Île-de-France qu’en Haute-Normandie ou en Basse-Normandie (16 302 000 tonnes équivalent CO₂, contre 3 280 000 et 2 100 000 en Haute et Basse Normandie). En proportion, ce secteur représente 33% du total des émissions de gaz à effet de serre en Île-de-France (SRCAE-IDF 2012, p. 51), 9% du total des émissions régionales en Haute-Normandie (SRCAE-HN 2013, p. 22), et 13% des émissions régionales en Basse-Normandie (SRCAE-BN 2013, p. 41). Les facteurs explicatifs des émissions de gaz à effet de serre issues du secteur de l’habitat sont similaires dans l’ensemble des régions. Les bâtiments les plus anciens ainsi que les logements individuels consomment davantage d’énergie, et donc émettent davantage de gaz à effet de serre. Cependant comme le signalent les auteurs du SRCAE d’Île-de-France, le poids démographique de la région (18,2% de la population nationale) explique probablement la proportion importante des émissions de gaz à effet de serre de ce secteur (SRCAE-IDF 2012, pp.26).

Le secteur tertiaire : des émissions de gaz à effet de serre principalement concentrées en Île-de-France.

Dans la représentation cartographique suivante, nous observons que les quantités de gaz à effet de serre émises par le secteur tertiaire sont de nouveau plus importantes en Île-de-France que dans les autres régions de l’Axe-Seine (8 190 000 tonnes équivalent CO₂ (teqCO₂), contre 1 670 000 en Basse-Normandie et 820 000 en Haute-Normandie).

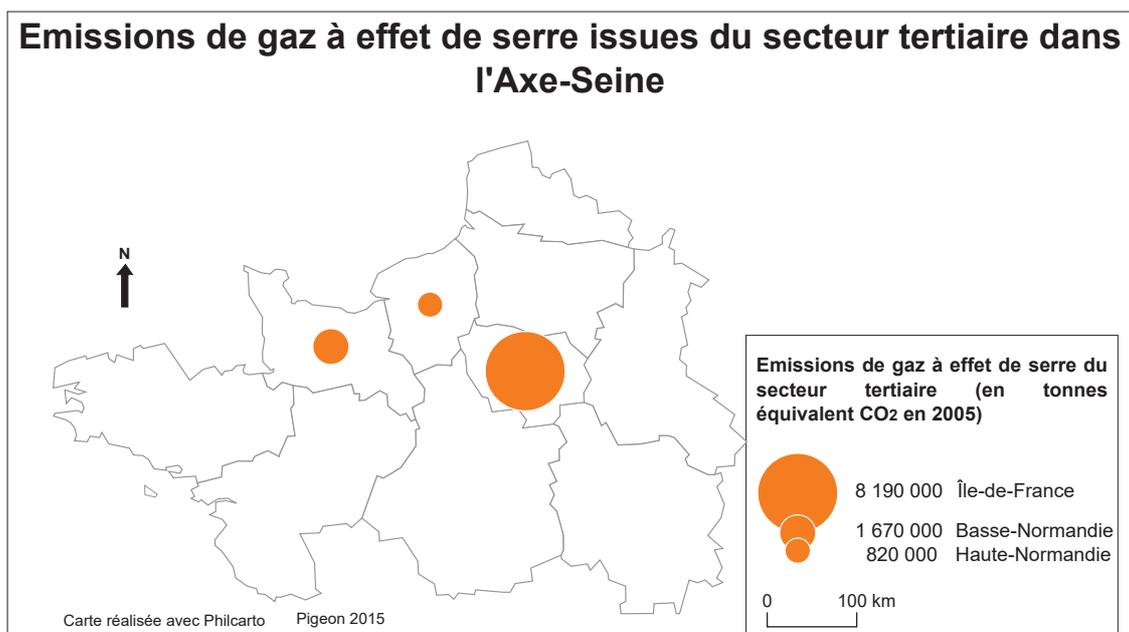


FIGURE 15 – Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur tertiaire (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)

En proportion, ce secteur représente 17% des émissions régionales d'Île-de-France (SRCAE-IDF 2012, p. 51), 10% des émissions régionales de Basse-Normandie (SRCAE-BN 2013, p. 43) et 3% des émissions régionales de Haute-Normandie. Cette quantité d'émissions pour l'Île-de-France s'explique notamment par l'attractivité de la région pour les sièges sociaux (SRCAE-IDF 2012, p. 28). En Basse-Normandie ces activités tertiaires sont essentiellement des activités de bureaux, pour moitié localisées dans le Calvados (SRCAE-BN 2013, p. 42). En Haute-Normandie, les émissions du secteur tertiaire sont essentiellement liées aux secteurs de l'enseignement et du commerce (SRCAE-HN 2013, p. 32).

Les transports : des émissions de gaz à effet de serre de nouveau concentrées en Île-de-France.

La carte suivante représente les émissions de gaz à effet de serre liées au secteur du transport en Basse-Normandie, Haute-Normandie et Île-de-France. De nouveau la quantité de gaz à effet de serre émise en Île-de-France par le secteur des transports est plus importante que dans les autres régions (16 161 000 teqCO₂, contre 4 000 000 en Haute-Normandie et 3 300 000 en Basse-Normandie.)

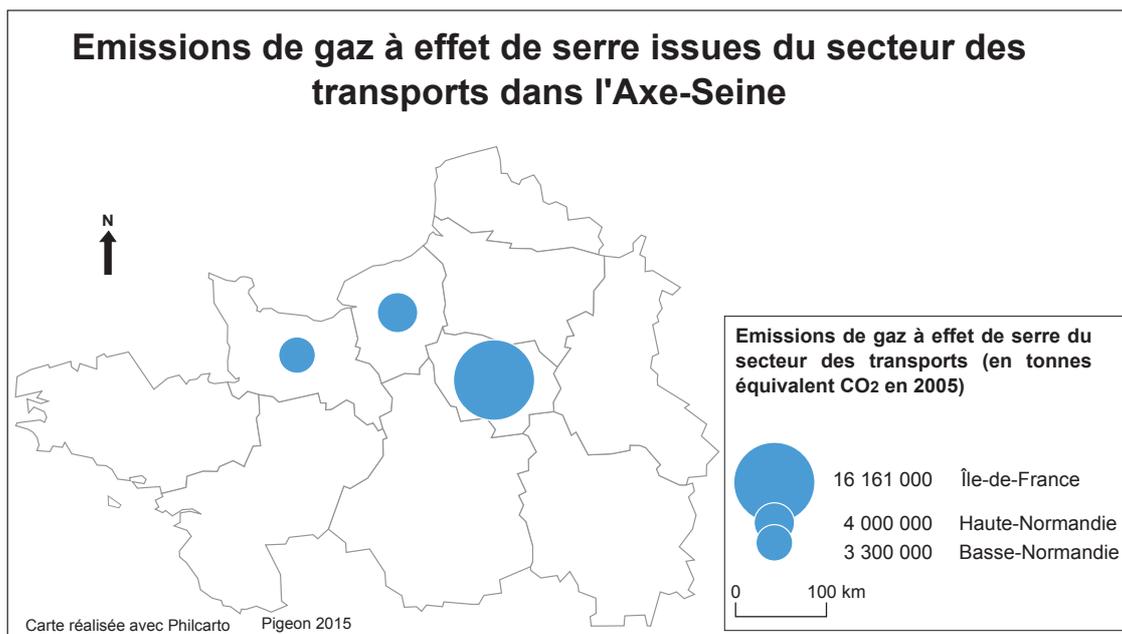


FIGURE 16 – Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur des transports (Pigeon 2015, d'après les données SRCAE.)

Les émissions de gaz à effet de serre, hors transport aérien représentent en Île-de-France 32% des émissions totales. Elles sont principalement issues du transport routier (SRCAE-IDF 2012, p. 49-51). Ce secteur représente 14% de l'ensemble des émissions régionales en Haute-Normandie (SRCAE-HN 2013, p. 43-44), et 20% des émissions totales de GES de Basse-Normandie (SRCAE-BN 2013, p. 44-53). Pour les auteurs des SRCAE, le transport routier et notamment les véhicules particuliers sont les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur. Les auteurs de ces rapports expliquent ce phénomène en faisant référence à une hausse de l'étalement urbain qui induit un allongement des distances domicile travail.

Les émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel : une problématique principalement Haut-Normande.

La représentation cartographique suivante illustre les émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel dans l'Axe-Seine. Dans ce territoire, nous observons que la Haute-

Normandie concentre la quantité la plus importante des émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel (17 700 000 teqCO₂, contre 5 156 000 teqCO₂ en Île-de-France, et 1 100 000 teqCO₂ en Basse-Normandie.).

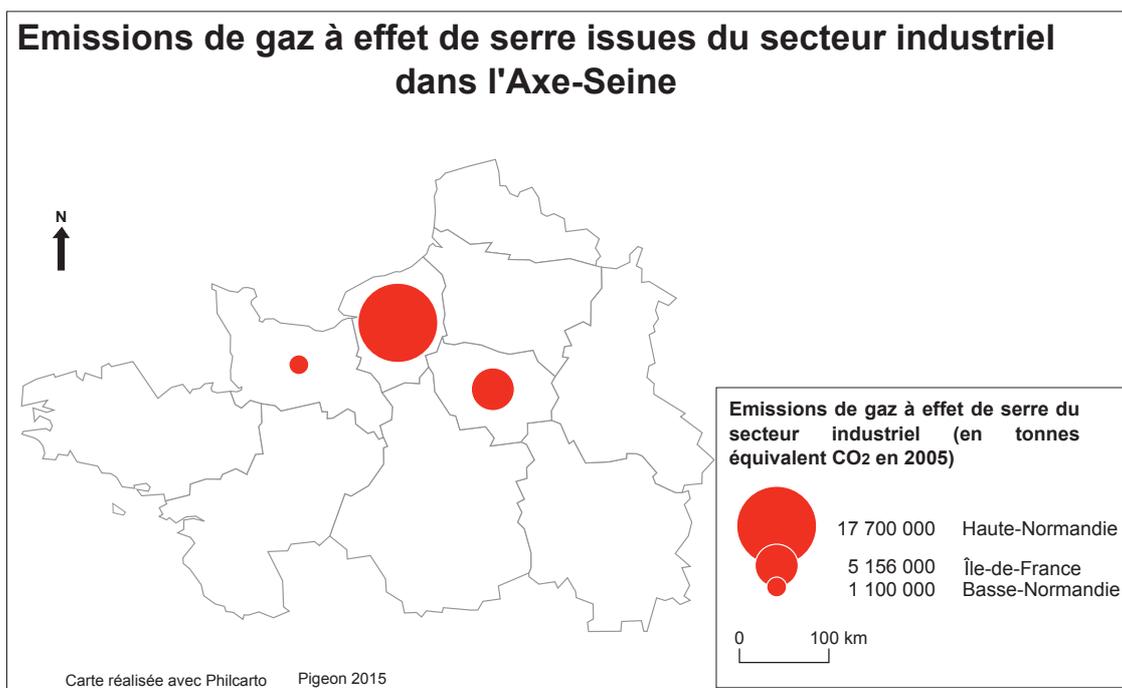


FIGURE 17 – Émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel (Pigeon 2015, d’après les données SRCAE.)

Le Schéma Climat Air, Énergie, Haute-Normandie signale en effet que ce secteur de l’industrie est un secteur clé de l’économie Haut-Normande. Il représente 19% des emplois et 63% des émissions régionales de gaz à effet de serre (SRCAE-HN 2013, p. 51-52). Les industries de la transformation du pétrole et de la chimie sont parmi les secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre. En Île-de-France, l’industrie représente 10% du total des émissions régionales (SRCAE-IDF 2012, p. 51). L’industrie francilienne se caractérise par l’industrie du bois, de l’équipement du foyer, ou de fabrication de composants électroniques (Op. cit., p. 28). Enfin en Basse-Normandie, l’industrie est essentiellement concentrée dans le département du Calvados. Elle est polarisée sur trois secteurs : l’industrie agroalimentaire, l’industrie automobile et l’industrie des équipements mécaniques. Le secteur industriel représente 7% des émissions de gaz à effet de serre de la région (SRCAE-BN 2013, p. 54).

3.5.2 Les émissions de gaz à effet de serre dans l’Axe-Seine une problématique multisectorielle : synthèse des premières observations.

Les données issues des Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie montrent que les trois régions sur lesquelles s’appuie le projet d’aménagement de l’Axe-Seine ont des profils d’émissions de gaz à effet de serre très différenciés. Le graphique suivant synthétise les informations précédemment évoquées. Il illustre que la problématique des émissions de gaz à effet de serre est pour la Basse-Normandie principalement liée aux secteurs agricole et au transport (47% et 20%). Pour la Haute-Normandie elle est liée au secteur industriel (63%) et en Île-de-France, aux secteurs résidentiel (33%), transport (32%) et tertiaire (17%).

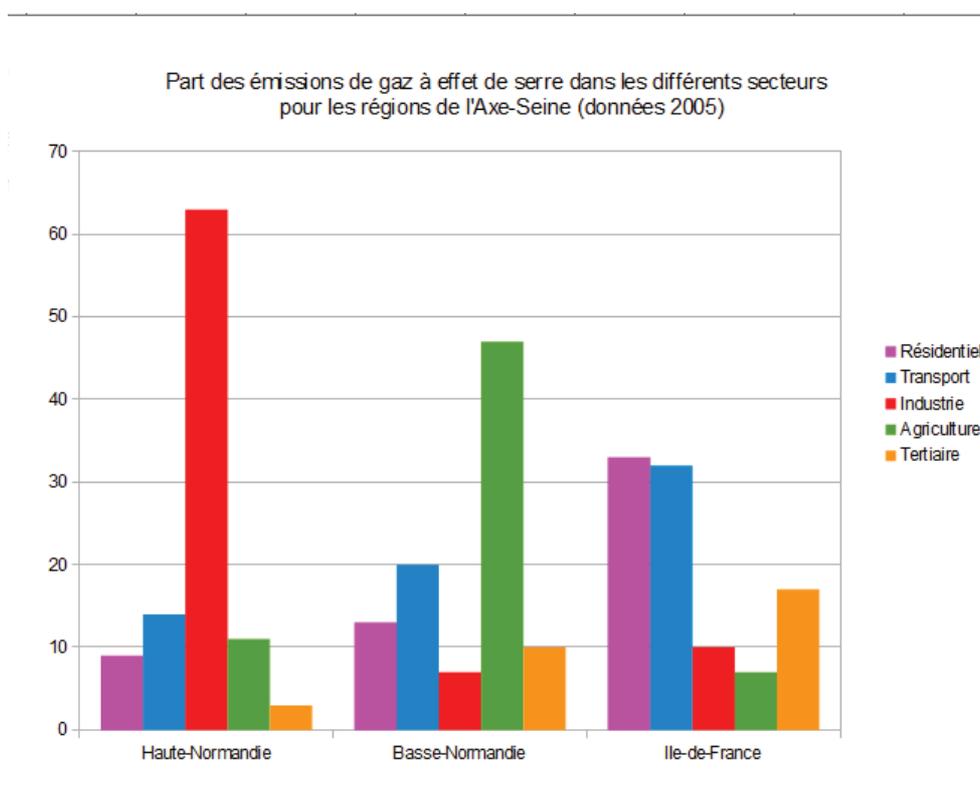


FIGURE 18 – Part des émissions de Gaz à effet de serre par secteur, dans les trois régions de l’Axe-Seine (Année 2005. Source : Pigeon 2015, d’après SRCAGE.)

Au regard de ces données, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ semblent donc avant tout, une réponse adéquate pour résoudre la problématique des émissions de gaz à effet de serre en Haute-Normandie. En revanche, la pertinence de cette innovation comme réponse au réchauffement climatique est susceptible d’être mise en question ou concurrencée par d’autres solutions dans les autres régions de l’Axe-Seine. En effet, en Basse-Normandie ou en Île-de-France, l’industrie n’est pas la principale source d’émission de gaz à effet de serre. Pour préciser notre réflexion, concentrons-nous sur les émissions de CO₂ émis des différents secteurs économiques dans l’Axe-Seine.

3.6 Les émissions de CO₂ dans l’Axe-Seine : une problématique pour quels secteurs d’activité économique ?

Observer plus précisément les émissions de CO₂ dans l’Axe-Seine permettra de comprendre quels territoires pourraient potentiellement être favorables à l’implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Le registre français des émissions polluantes recense les principaux rejets industriels de polluants dans l’eau, l’air, ainsi que les déchets. Cette base de données, mise en ligne par le ministère de l’écologie, du développement durable et de l’énergie, s’appuie sur les émissions déclarées par les principales installations industrielles. Comme l’affirment les auteurs de cette base de données, ces industries sont administrativement contraintes de déclarer leurs émissions de polluants¹⁵. Ainsi grâce à cette base de données, nous pourrions répertorier et localiser les principales industries émettrices de CO₂. Bien que l’aspect déclaratif ou encore, les spécificités des industries contraintes de déclarer des émissions présentent une limite concernant une réelle mesure des émissions, cette base de données permettra toutefois de localiser à l’échelle communale les principaux sites émetteurs de CO₂ selon le secteur d’activité. Ces données sur les émissions annuelles de CO₂ par site permettront d’affiner notre compréhension des dynamiques des émissions industrielles de CO₂ dans l’Axe-Seine. Le périmètre d’analyse retenu ici recouvre les trois régions impliquées politiquement dans le projet d’Axe-Seine. Nous observerons tout d’abord les émissions de CO₂ selon les différents secteurs industriels à l’échelle de l’ensemble de l’axe, puis dans chacune des régions. Enfin, nous localiserons les sites potentiellement susceptibles d’utiliser les technologies de CTSC.

15. <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>. Consulté le 4 mai 2015.

3.6.1 L'industrie du pétrole et du gaz, l'énergie et le traitement des déchets : trois principaux secteurs de CO₂ dans l'Axe-Seine.

Les données du registre français des émissions polluantes, nous ont permis d'établir le graphique suivant :

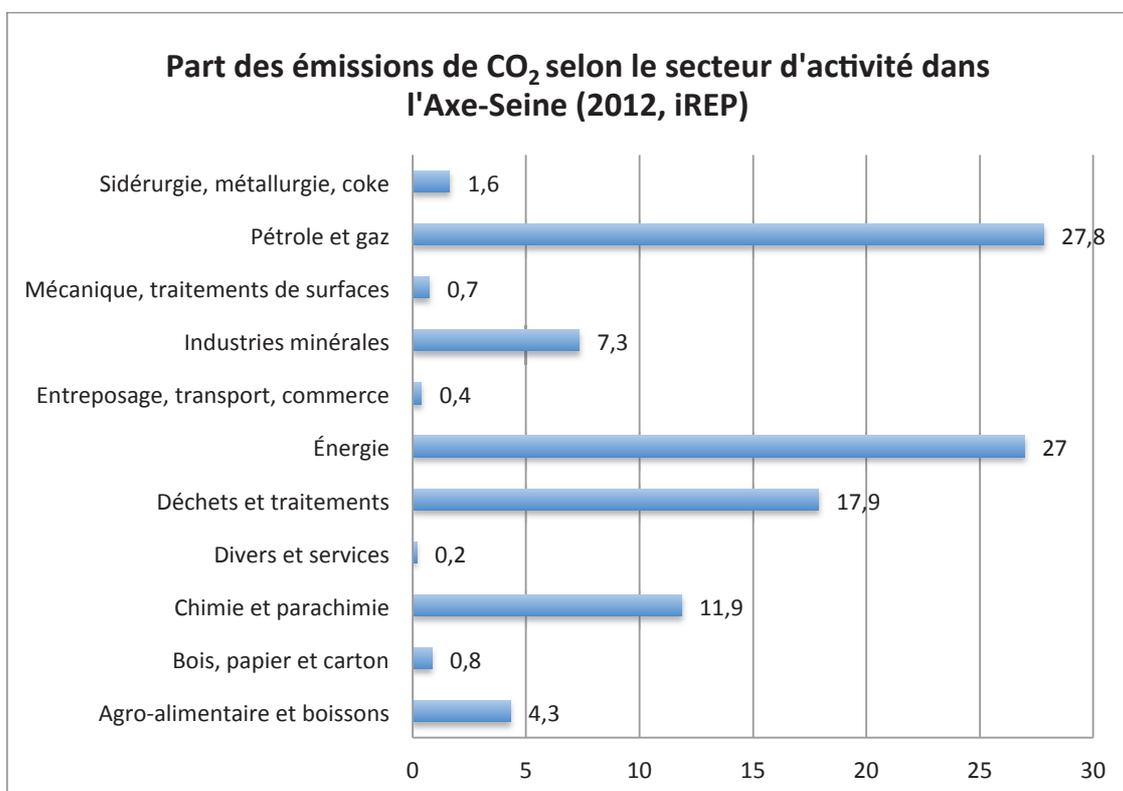


FIGURE 19 – Part des émissions selon le secteur d'activité dans l'Axe-Seine en 2012.

Dans cette représentation graphique nous observons qu'en proportion, les trois secteurs les plus émetteurs de CO₂ dans l'Axe-Seine sont l'industrie du pétrole et du gaz (27,8%), la production d'énergie (27%) et le traitement des déchets (17,9%). La catégorie pétrole et gaz rassemble les principales raffineries de l'Axe-Seine. La catégorie énergie fait quant à elle référence aux unités de production d'électricité d'EDF mais aussi aux différentes chaufferies urbaines. Enfin, la catégorie déchets et traitement rassemble notamment les industries d'incinération des déchets. Au regard de ce graphique, nous observons qu'une focalisation sur les émissions de CO₂ permet de comprendre la pertinence de la mise en place des technologies de CTSC à l'échelle de l'Axe-Seine. Les principaux secteurs économiques émetteurs de CO₂ sont potentiellement concernés par l'utilisation de ces technologies. Comme nous l'avons observé pour le Royaume-Uni, le déploiement du captage, transport, et stockage du CO₂ est principalement destiné au secteur de la production de l'énergie. Un objectif secondaire est d'étendre ces technologies pour capter l'ensemble des émissions des zones industrialo-portuaires. Au Royaume-Uni, un projet de réseau de captage de CO₂ dans la vallée de la Tees est d'ailleurs lancé¹⁶. En ce qui concerne

16. <http://www.teessidecollective.co.uk/teesside-collective-launches-industrial-carbon-capture-storage-tes-valley/>. Consulté le 6 mai 2015.

le captage de CO₂ issu des unités d'incinération de déchets, des initiatives sont déjà en cours dans l'Axe-Seine. Depuis 2011 sur la Zone Industriale-Portuaire (ZIP) de l'Estuaire de la Seine, l'entreprise Sédibex, chargée de traiter les déchets de cette ZIP, teste ce dispositif technique¹⁷. Avant de localiser les sites dont les émissions de CO₂ pourraient potentiellement être captées grâce au CTSC, analysons les disparités régionales dans l'Axe-Seine.

3.6.2 Basse-Normandie : des émissions de CO₂ principalement issues des industries minérales et de l'Agro-alimentaire.

Comme l'illustrent les données du registre français des émissions polluantes, la Basse-Normandie se caractérise par une proportion d'émissions de CO₂ plus importante issues du secteur de l'industrie minérale (cimenteries, verreries) et des industries agro-alimentaires.

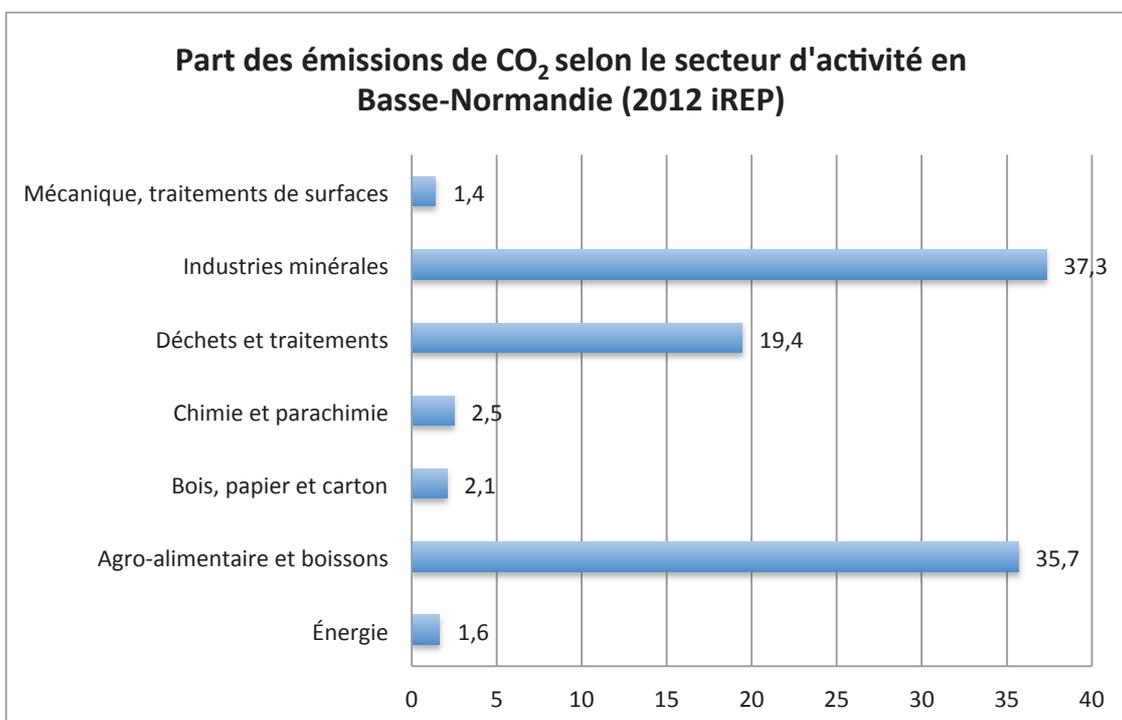


FIGURE 20 – Part des émissions de CO₂ selon le secteur d'activité en Basse-Normandie.

Dans ce graphique, nous observons que 37,3% des émissions de CO₂ sont issues de l'industrie minérale et 35,7% du secteur de l'agro-alimentaire. En revanche, seul 7% des émissions de CO₂ sont issus du secteur de l'énergie contrairement à la tendance observée dans l'ensemble de l'Axe-Seine.

17. <http://www.latribune.fr/green-business/l-actualite/20110616trib000629778/une-unite-pilote-de-captage-du-co2-installee-a-rouen.html>. Consulté le 6 mai 2015.

Là encore, la seule observation des émissions de CO₂ dans les différents secteurs d'activité économique illustre la pertinence d'une potentielle implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Les représentants des industries minérales sont en effet investis dans les réflexions sur ce dispositif technique. Par exemple dans l'Axe-Seine, l'entreprise Lafarge participe aux travaux de la chaire CTSC. En Basse-Normandie, l'éventuelle implantation d'un dispositif de CTSC pourrait donc s'avérer pertinent pour capter les émissions de CO₂ de ce secteur.

3.6.3 L'industrie du pétrole et du gaz : principale source d'émissions de CO₂ de Haute-Normandie.

Le Schéma Régional Climat, Air, Énergie de Haute-Normandie soulignait la proportion importante de gaz à effet de serre issu de ce secteur dans la totalité des émissions régionales. Une analyse centrée sur les émissions de CO₂ confirme ces premières observations. Comme l'illustre le graphique suivant, l'industrie du pétrole et du gaz représente 45,4% des émissions de CO₂ de l'ensemble des secteurs d'activités. A la différence des tendances constatées pour l'ensemble de l'Axe-Seine, les secteurs de l'énergie ou encore du traitement des déchets représentent respectivement 16,5% et 5,7% des émissions en Haute-Normandie. Nous pouvons ici faire l'hypothèse que les émissions de CO₂ relatives aux traitement des déchets sont liées à la démographie. L'Île-de-France est donc probablement davantage concernée par cette problématique. Le secteur de l'énergie tel que défini par le registre français des émissions polluantes intègre les chaufferies urbaines en plus des centrales électriques. Là encore, la démographie francilienne peut potentiellement expliquer le nombre plus grand de chaufferies urbaines et donc les émissions de CO₂ liées à ces installations. Par ailleurs, la Haute-Normandie en raison de ces deux centrales nucléaires au nord du département produit de l'électricité sans émettre de CO₂.

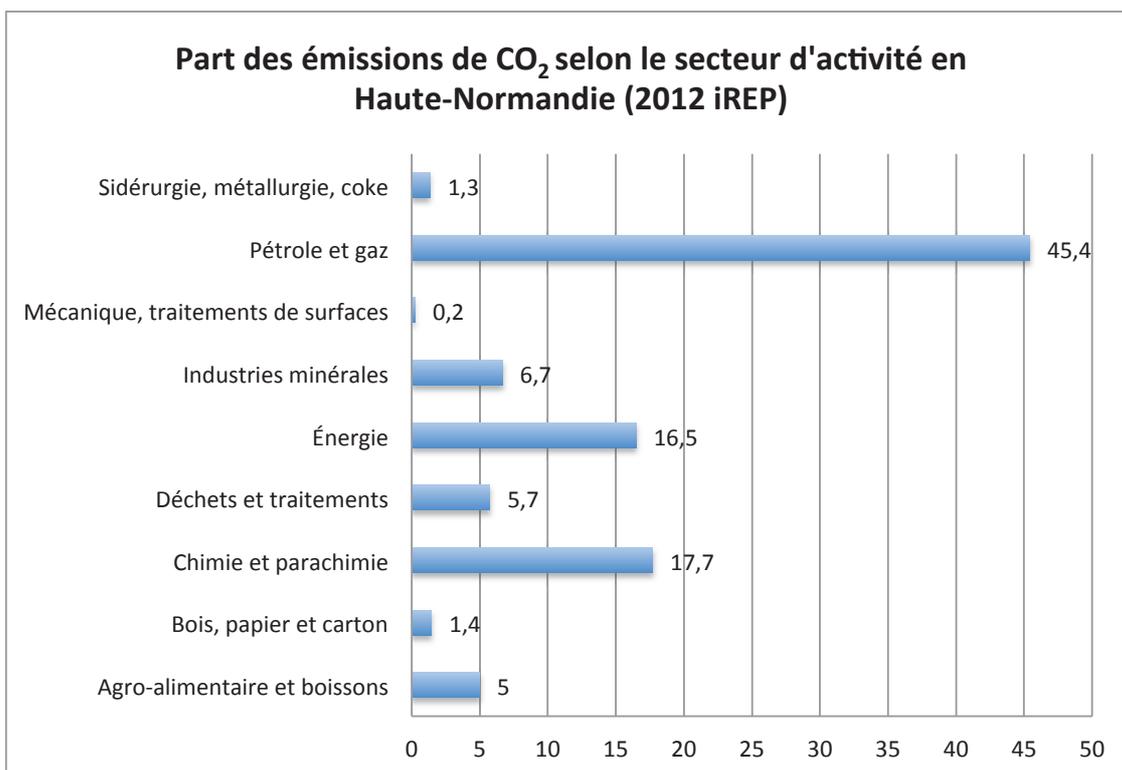


FIGURE 21 – Part des émissions de CO₂ selon le secteur d'activité en Haute-Normandie

3.6.4 La production d'énergie et le traitement des déchets : principaux secteurs émetteurs de CO₂ en Île-de-France.

L'analyse des émissions de CO₂ en Île-de-France montre que les principaux secteurs économiques émetteurs correspondent à ceux identifiés dans l'analyse globale des émissions de l'Axe-Seine. Le graphique suivant montre que 42,3% des émissions régionales de CO₂ sont issues du secteur de l'énergie et 33,2% du secteur du traitement des déchets.

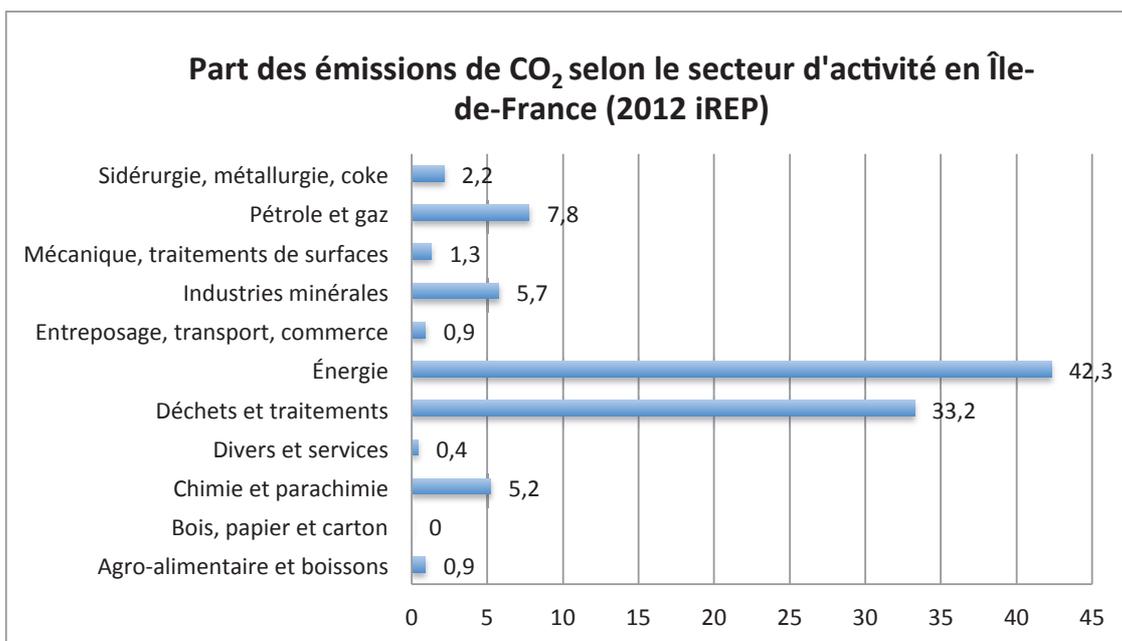


FIGURE 22 – Part des émissions de CO₂ selon le secteur d'activité en Île-de-France

3.6.5 Quelle répartition spatiale des sites compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC ?

L'analyse des émissions de CO₂ dans les différents secteurs d'activité économique des trois régions de l'Axe-Seine montre que l'implantation potentielle des technologies de CTSC pourrait s'avérer pertinente dans chacune de ces régions. Au regard de ces données, ce dispositif pourrait par exemple répondre à la problématique des émissions de CO₂ issues des industries minérales en Basse-Normandie. En Haute-Normandie, les technologies de CTSC pourraient contribuer à résoudre la problématique des émissions de CO₂ issues des industries pétrochimiques, et en Île-de-France aux problématiques des émissions de CO₂ relatives aux secteurs de l'énergie et du traitement des déchets.

Afin de spatialiser ces émissions, localisons les sites émetteurs des trois secteurs d'activités adaptés aux technologies de CTSC (Énergie, Traitement des déchets, Pétrole et Gaz, Industries minérales). La carte suivante (Figure 23) matérialise par des points rouges les sites émetteurs de CO₂ compatibles avec l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine.

Localisation des sites émetteurs adaptés aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine

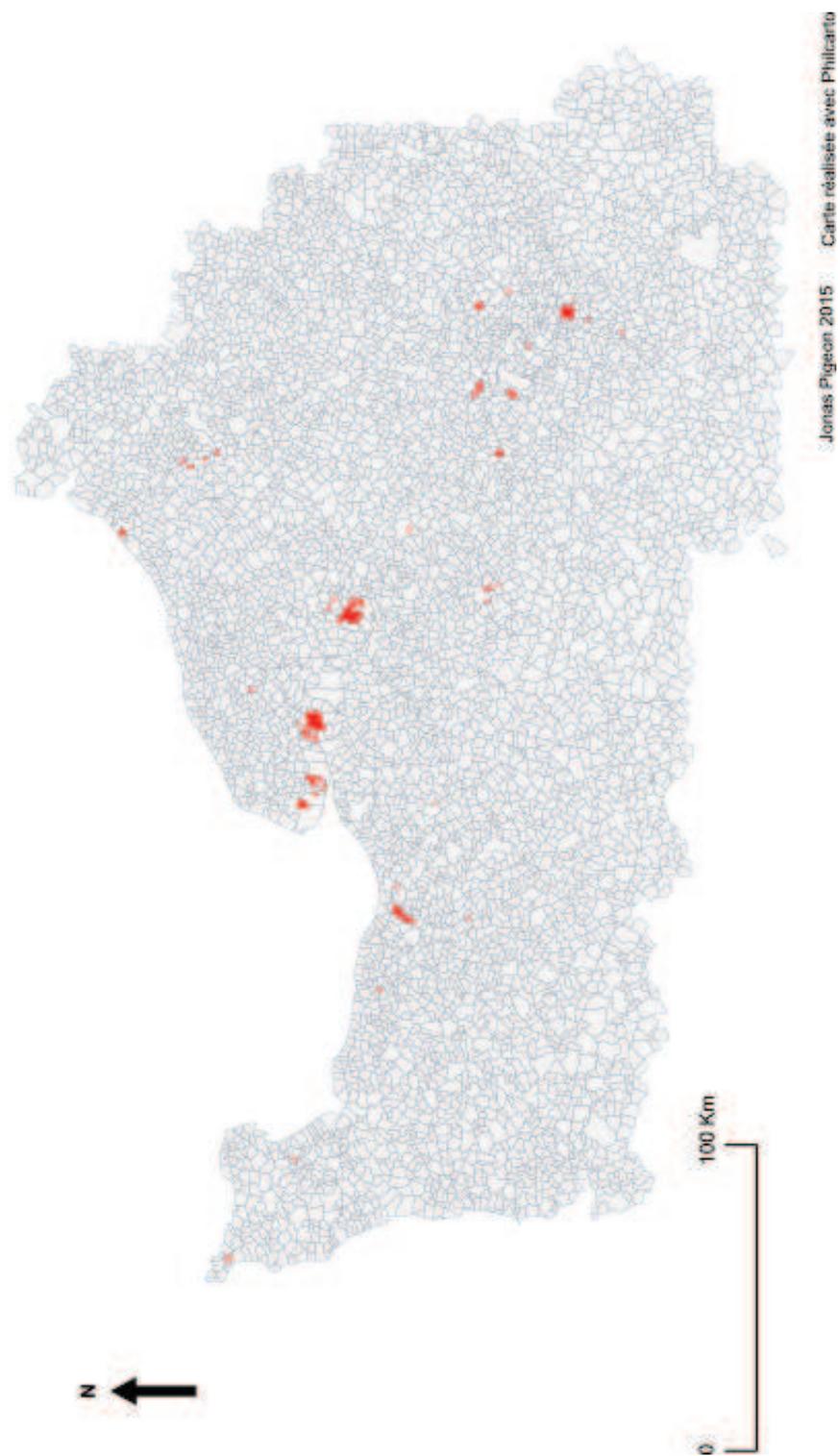


FIGURE 23 – Localisation des sites compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine en 2012 (Pigeon 2015).

Cette représentation cartographique permet d'identifier plusieurs concentrations de sites émetteurs de CO₂, compatibles avec une utilisation des technologies de CTSC. Nous distinguons ici nettement deux grosses concentrations d'émetteurs dans l'estuaire de la Seine et dans la zone de Rouen. En revanche en Île-de-France et en Basse-Normandie, les concentrations de sites émetteurs sont de taille plus restreinte.

Dans la perspective d'une implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂, cette représentation cartographique permet de faire deux hypothèses. Tout d'abord, les grandes concentrations de sites émetteurs dans l'estuaire de la Seine et dans la région de Rouen laissent supposer un intérêt plus grand de la part des acteurs locaux pour ce dispositif technique. Comme l'illustrent les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie, la problématique des gaz à effet de serre issus de l'industrie est davantage une problématique Haut-Normande.

Ensuite, ces concentrations de sites émetteurs de CO₂ laissent également supposer la pertinence d'une implantation de dispositifs de captage mutualisé comme le propose par exemple les ingénieurs de Geogreen pour la ZIP du Havre (LE THIEZ 2009). La proximité entre les sites industriels permet potentiellement d'envisager une mutualisation des infrastructures de captage. Ainsi, chacun des sites émetteurs n'aurait pas besoin de construire sa propre infrastructure, et les émissions de sites de plus petite taille pourraient également être captées.

Ces différentes informations permettent de formaliser la représentation chorématique suivante concernant les émissions de CO₂ potentiellement captables dans l'Axe-Seine. Dans cette représentation graphique, nous avons volontairement représenté les principales agglomérations, les principaux axes de transports ainsi que, les espaces boisés, les zones industrialo-portuaires qui sont les principales concentrations de sites émetteurs compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC.

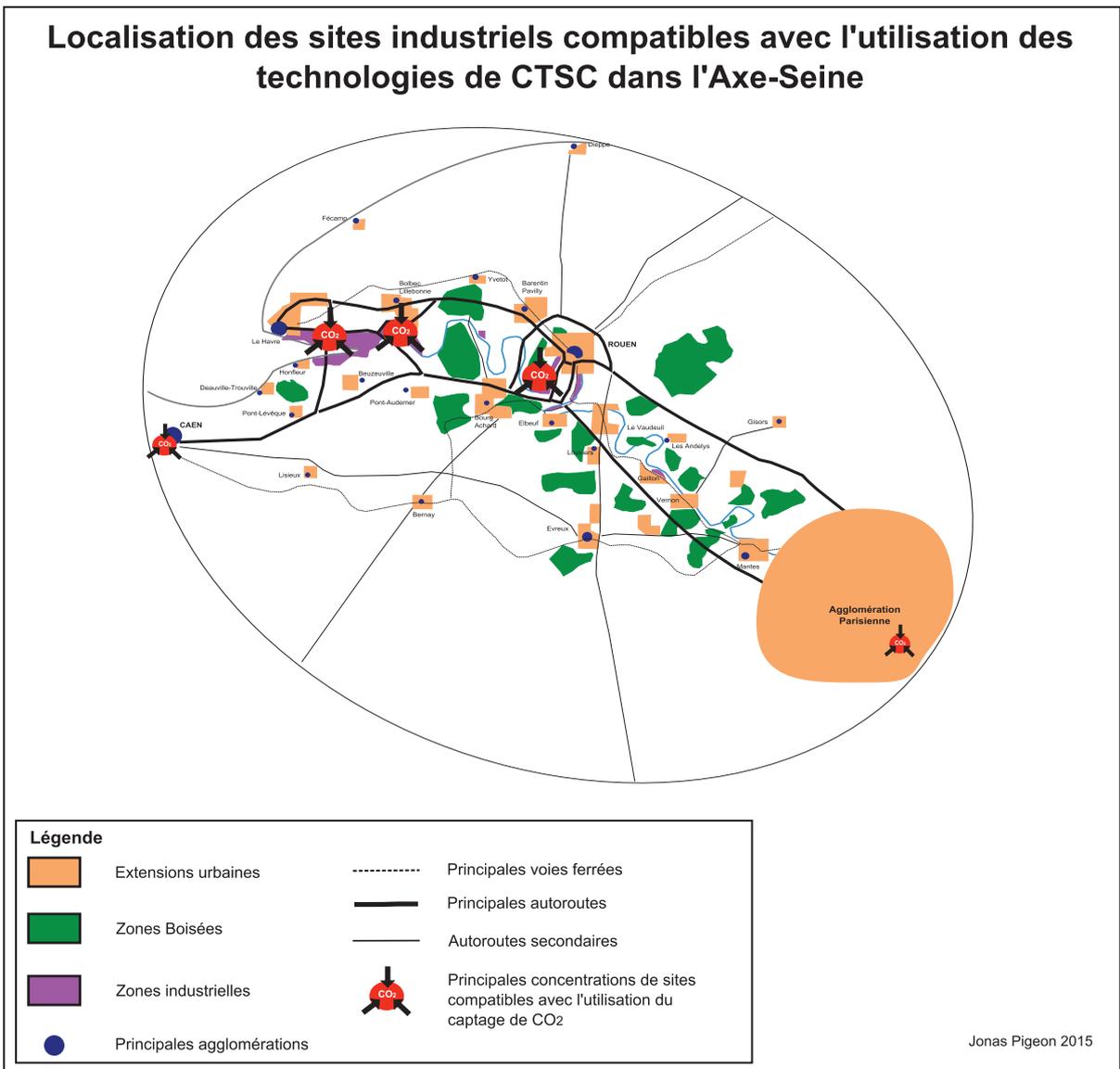


FIGURE 24 – Principales concentrations de sites compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine

Ce schéma montre que les principales concentrations de sites industriels compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC sont situées en aval de l'Axe-Seine. Les zones industrialo-portuaires de l'estuaire de la Seine, de Port-Jérôme et du Port de Rouen rassemblent les plus importantes concentrations de sites émetteurs compatibles avec l'utilisation de ce dispositif technique. Notons par ailleurs qu'à proximité de Caen mais aussi au sud de l'agglomération parisienne, deux concentrations de sites émetteurs sont également présentes. Toutefois, ces dernières sont de taille plus restreinte.

3.6.6 Les sites émetteurs de CO₂ compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC essentiellement localisés en Haute-Normandie.

L'analyse des émissions de CO₂ dans les différents secteurs d'activité économique, ainsi que la localisation des sites émetteurs compatibles avec l'utilisation des technologies de CTSC permettent de dégager plusieurs observations. La mise en place de ces technologies dans l'Axe-Seine pourrait être une réponse à la problématique des émissions de CO₂ dans les trois régions de l'Axe-Seine. En Basse-Normandie, elle répondrait principalement aux émissions du secteur des industries minérales, en Haute-Normandie à celle du secteur pétrole et gaz, et en Île-de-France aux secteurs de la production d'énergie et du traitement des déchets.

Cependant, ces concentrations d'industries potentiellement éligibles à l'utilisation des technologies CTSC ne sont pas homogènes dans l'Axe-Seine. Les principales concentrations de ces sites émetteurs sont localisées en Haute-Normandie. Cette observation laisse donc supposer que l'intérêt des décideurs locaux à l'égard de ces technologies sera plus important en Haute-Normandie que dans les autres régions de l'Axe-Seine. En revanche, il est impossible d'affirmer pour le moment dans quelles mesures les recompositions régionales de 2015 auront une influence sur ces dynamiques.

3.7 Résoudre la problématique des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie : quelles orientations retenues dans les différentes régions de l'Axe-Seine ?

L'observation des profils d'émissions de gaz à effet de serre, ainsi que la localisation des principaux sites émetteurs compatibles avec une utilisation des technologies de CTSC illustrent les différenciations régionales présentes au sein de l'Axe-Seine. Poursuivons ici notre interrogation relative à une éventuelle implantation de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine, en nous intéressant aux orientations stratégiques retenues pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel.

Les orientations relatives aux réductions des émissions de gaz à effet de serre des Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE) font état des différentes stratégies territoriales. Au regard de notre problématique, nous nous sommes focalisés sur les orientations relatives au secteur industriel. Nous avons donc mené une analyse de contenu thématique sur les sections relatives à la réduction des GES dans l'industrie pour les SRCAE de Basse-Normandie, Haute-Normandie, Île-de-France¹⁸. Ce tableau est une synthèse des dimensions dégagées lors de notre analyse de contenu.

18. La méthodologie employée est détaillée dans l'introduction de la seconde partie de cette recherche.

Leviers d'actions relatifs à la problématique Climat, Air, Énergie pour le secteur industriel dans l'Axe-Seine

Leviers d'action/ Territoire	Sensibilisation Formation	Transformation des Modalités de gestion	Réglementations/ Inciations financières	Innovations Technologiques
Basse Normandie	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibiliser les entreprises à la maîtrise de l'énergie - Diagnostics, bilans carbone - Instruments de sensibilisation - S'appuyer sur les métiers supports pour diffuser les bonnes pratiques (ex HSE) - Former dès la formation initiale 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation des flux (ex : transports non routiers favorisés) - Écologie industrielle 	<ul style="list-style-type: none"> - Développement - Charte CO2 Transport - Application de la Norme ISO 50001 - Sur management de l'énergie - Accompagnement PME application des normes 	
Haute Normandie	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibiliser les entreprises à la maîtrise de l'énergie - Diagnostics, bilans carbone - Instruments de sensibilisation - S'appuyer sur les métiers supports pour diffuser les bonnes pratiques (ex HSE) - Former dès la formation initiale - Organisation de conférences - Sensibilisation sur les impacts sanitaires positifs 	<ul style="list-style-type: none"> - Écologie industrielle à l'échelle locale (énergie) et régionale matériaux - Agir sur l'utilisation des machines et Bâtiments - Mettre en place l'économie de fonctionnalités - Mutualiser certains services d'entreprises (ex : conciergerie, plan de déplacement entreprise commun) 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle des polluants atmosphériques - Obligation de rénovation des industries trop polluantes - Financement de la R&D - Application de la Norme ISO 50001 - Sur management de l'énergie - Plan de prévention santé environnement - Accompagnement PME application des normes 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des meilleures techniques disponibles - Captage du CO2 - Valorisation industrielle du CO2 - Méthanation du CO2 - Hydrogène - Smart Grids - éco-produits/construction
Ile-de-France	<p align="center">Diagnostics, instruments de sensibilisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer performances énergétiques - Agir sur l'utilisation des dispositifs techniques - Mise en place de synergies et d'une écologie industrielle - Mettre en place économie de fonctionnalités - Maîtrise de l'énergie préalable aux énergies renouvelables 	<ul style="list-style-type: none"> - Application norme AFNOR BP X30-120 - Extinction réglementaire des enseignes lumineuses la nuit - Prêt éco-énergie - Bonus/malus écologique - Programme d'action efficacité énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des meilleures techniques disponibles - Solaire thermique et Photovoltaïque (industrie) - Cogénération - éco-produits/construction

Notre analyse de contenu thématique nous a permis de dégager quatre principaux leviers d'action envisagés par les Régions pour résoudre les problématiques climat, air, énergie dans le secteur industriel : des actions de sensibilisation ou formation, des actions de transformation des modalités de gestion des entreprises (techniques et organisationnelles), des actions relevant de dispositifs réglementaires ou financiers et enfin, des options technologiques.

A la lecture de cette matrice, nous observons que les actions de sensibilisation et de formation semblent davantage valorisées en Normandie. Dans ces deux régions, sensibiliser les acteurs économiques, à la généralisation des diagnostics, par des colloques ou par la formation professionnelle est décisif. A l'inverse en Île-de-France, seule l'utilisation de diagnostics de consommation d'énergie ou d'émissions de gaz à effet de serre est envisagée dans ce schéma pour sensibiliser les acteurs industriels.

Concernant les transformations des modalités de gestion du secteur économique, nous observons deux types d'approche : des transformations organisationnelles et des transformations d'ordre logistique. D'un point de vue organisationnel, les SRCAE de Haute-Normandie et d'Île-de-France préconisent en effet d'agir sur l'utilisation des équipements pour favoriser les économies d'énergie. D'un point de vue logistique, l'optimisation et la valorisation des flux sont envisagées dans l'ensemble de ces schémas. Une référence à l'écologie industrielle est présente dans chacun de ces schémas. En Haute-Normandie et en Île-de-France, les régions insistent également sur la mutualisation des services et la promotion de l'économie de fonctionnalités. Cette dernière se définit comme la substitution de la vente d'une fonction d'usage à celle d'un produit. La location de vélos en libre service (Vélib) par les municipalités ou la facturation des photocopies à l'unité des entreprises comme Xerox sont des exemples d'économie de fonctionnalités. Là encore l'objectif est de minimiser la consommation des ressources naturelles¹⁹.

Dans les trois régions, les dispositifs financiers d'accompagnement à destination des PME dans l'application des normes environnementales sont valorisés. Notons toutefois que la Haute-Normandie met davantage l'accent sur les réductions des pollutions atmosphériques et l'aspect sanitaire de ces dernières. L'Île-de-France a une approche plus économique de cette problématique en proposant un dispositif de bonus/malus.

Enfin concernant les options technologiques à mobiliser pour résoudre la problématique climat, air, énergie, cette matrice montre que la Haute-Normandie est très investie dans l'innovation. Le SRCAE de Haute-Normandie insiste notamment sur les investissements relatifs aux technologies de rupture, et plus particulièrement sur le captage et la valorisation du CO₂. L'Île-de-France se positionne quant à elle sur les énergies renouvelables connues, la cogénération, en complément de l'efficacité énergétique. En revanche, la Basse-Normandie n'indique pas de positionnement fort sur une innovation technologique particulière.

Cette description des leviers d'action retenus dans les Schéma Régionaux Climat, Air, Énergie confirme sans surprise des différenciations régionales. Comme nous l'avons souligné en début de ce chapitre, la problématique des gaz à effet de serre en Basse-Normandie est essentiellement liée au secteur agricole. De fait, les orientations relatives à l'industrie ne semblent pas décisives.

19. http://economiedefonctionnalite.fr/wp-content/uploads/2010/04/definition_et_etat_de_lart-Johan-Van-Niel.pdf. Consulté le 20 avril 2015.

En Île-de-France, la stratégie porte davantage sur la maîtrise de l'énergie et l'efficacité énergétique par des transformations dans les modalités de gestion de l'économie, avant la mobilisation d'options technologiques. Là encore comme nous l'avons observé, la problématique énergétique est cruciale pour l'Île-de-France.

Enfin, la région Haute-Normandie est la seule dans son schéma régional climat, air, énergie à se positionner sur les technologies de captage du CO₂. Comme l'expliquent les auteurs de ce schéma, il est nécessaire d'anticiper les transformations des industries pétrochimiques en déclin. Les technologies de captage du CO₂, l'hydrogène, ou encore le pétrole de synthèse sont donc des options pertinentes pour maintenir l'attractivité économique de ce territoire. Cette observation des orientations politiques conforte donc notre présentation des données statistiques. La Haute-Normandie semble donc un territoire privilégié pour l'implantation des technologies de captage du CO₂ en raison des concentrations d'industries émettrices de CO₂ compatibles avec l'utilisation de ce dispositif technique mais aussi, du fait de l'anticipation des décideurs politiques vis-à-vis de ce dispositif technique, notamment dans leur soutien aux projets de recherches sur ces questions. En revanche, la dimension stockage du CO₂ ne figure pas dans ces schémas et la valorisation du CO₂ s'y substitue. Nous pouvons supposer que le territoire ne dispose pas de réservoirs géologiques adaptés pour stocker du CO₂. Au regard de ces orientations, étendre l'implantation de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine semble *a priori* plus complexe car les orientations stratégiques des territoires concernant cette problématique n'anticipent pas une telle innovation. L'absence d'une mention d'un éventuel stockage de CO₂ dans les Schémas Régionaux Climat Air Énergie laisse supposer qu'il n'existe pas de véritable soutien politique à une telle option technique. Ce dispositif technique sera donc appréhendé au regard des autres stratégies envisagées.

3.8 Conclusion : L'Axe-Seine un territoire potentiellement favorable au captage de CO₂.

Comme nous l'avons observé dans ce chapitre, l'Axe-Seine est un territoire qui s'appuie sur un faisceau d'infrastructures qui longent la Seine (Rail, Autoroutes). L'aménagement de cet espace géographique dans son unicité a été envisagé dès 1971 dans un schéma directeur. L'objectif était alors le desserrement de l'agglomération parisienne le long de la vallée de la Seine, avec notamment l'implantation de sièges sociaux à Rouen et au Havre. En 2008, cet objectif a été réactualisé dans le projet porté par Grumbach pour l'avenir de la métropole parisienne. L'objectif de ce nouveau projet était de faire de la vallée de la Seine la « métropole de l'après Kyoto ». Une ville-monde qui limite ses impacts sur l'environnement notamment par le développement de modes de déplacement doux et la mise en place de l'économie circulaire. Cependant, cette dimension environnementale a été reléguée au second plan au profit d'une dimension économique et une meilleure connexion de l'agglomération parisienne aux flux du

commerce mondialisé.

Afin de comprendre la pertinence d'une éventuelle implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans ce territoire, analyser les dynamiques relatives aux émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les orientations stratégiques envisagées pour réduire ces émissions était décisif. Parmi les trois régions investies dans le projet d'Axe-Seine, nous notons des profils différenciés d'émissions de gaz à effet de serre. La Basse-Normandie est caractérisée par des émissions issues du secteur agricole, la Haute-Normandie par celles issues du secteur industriel, et l'Île-de-France celles des secteurs résidentiels et tertiaires. Une focalisation sur les émissions de CO₂ issues des secteurs industriels, adaptés aux technologies de CTSC a par ailleurs montré une concentration de ces émetteurs en Haute-Normandie. Les orientations stratégiques adoptées en Haute-Normandie rendent compte de l'anticipation des parties prenantes sur l'éventuelle implantation de ces technologies. L'économie de ce territoire est en effet caractérisée par l'importance du secteur pétrochimique. De fait, le captage du CO₂ est envisagé comme un outil de conversion de ces industries vers une nouvelle chimie. Les dynamiques territoriales de l'Axe-Seine évoquées dans ce chapitre montrent donc que l'implantation de ce dispositif technique est principalement envisagé en Haute-Normandie. Cependant en terme de temporalité, la relégation des dimensions environnementales du projet Grumbach laisse davantage imaginer l'utilisation du captage, transport et stockage du CO₂ à moyen voire à long terme. Dans ce chapitre, le stockage du CO₂ n'a pas été évoqué. En effet, cette problématique n'est pas abordée par les parties prenantes dans les schémas régionaux climat, air, énergie et la valorisation du gaz semble privilégiée. Nous détaillerons cette question du stockage du CO₂ lorsque nous ferons état du projet de CTSC porté dans l'Axe-Seine dans les chapitres 5 et 6.

Chapitre 4

L'espace et ses usages : quels enjeux dans le territoire de l'Axe-Seine au regard d'une potentielle implantation des technologies de CTSC ?

4.1 Introduction

Dans ce quatrième chapitre poursuivons la caractérisation de l'Axe-Seine dans les dimensions d'usage de l'espace et de conflictualité vis-à-vis des projets d'aménagement. L'objectif est ici de décrire le contexte d'implantation potentiel des technologies de CTSC. Nous aborderons à la fois les caractéristiques territoriales susceptibles de favoriser l'implantation de ces technologies, mais aussi les contraintes susceptibles d'être rencontrées par ces dernières. La finalité de ce chapitre est de caractériser les enjeux territoriaux potentiellement cohérents ou en contradiction avec un tel projet technique. Ainsi pourrions-nous dans la troisième partie de notre réflexion, observer comment ce contexte est appréhendé par les porteurs d'un projet de CTSC dans l'Axe-Seine.

La réflexion développée dans ce chapitre s'appuie sur la littérature relative à la conflictualité des projets d'aménagement. Comme l'explique Subra (SUBRA 2014)¹, ces conflits d'aménagement sont devenus la norme depuis les années 1980. Selon lui, la généralisation de ce type de conflit s'explique par la perte de légitimité de l'État comme acteur de l'aménagement, l'audience grandissante du discours écologiste, la croissance des classes moyennes et du niveau de formation des populations, ainsi que la transformation du rapport des populations au territoire. (Op. cit., p. 31-34). Dans ce chapitre, nous faisons l'hypothèse que l'implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est susceptible de provoquer soit des oppositions, ou des conflits d'usage, soit des réactions favorables à l'implantation des technologies de CTSC, selon les territoires d'implantation. Les oppositions à ce dispositif technique sont notamment susceptibles d'être générées par les risques associés par les populations aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Selon la définition donnée par Borraz (BORRAZ 2008)², les

1. Professeur des universités à l'institut français de géopolitique.

2. Sociologue directeur de recherche CNRS au Centre de Sociologie des Organisations de Sciences Po.

risques naissent d'une perte de familiarité des populations avec leurs territoires du quotidien (le domicile, l'école) et d'une mise en visibilité de ces activités à risque.

Pour ce sociologue, ces deux phénomènes peuvent résulter de cinq types d'événements : l'accident ; l'apparition de problèmes sanitaires ; l'attention attirée par des groupes d'individus sur ces activités jugées dangereuses ; des événements anodins, annexes à l'activité elle-même (intervention de techniciens sur une installation, nuisances sonores, olfactives) ; la publication d'informations qui soulignent les incertitudes (Op. cit., p. 44-45). Selon Borraz, ce processus de perte de familiarité et de mise en visibilité conduit ensuite à la mobilisation des riverains. Selon lui, les espaces périurbains ou ruraux sont plus propices à ce type d'oppositions car dans ces territoires vivent généralement des populations issues des classes moyennes qui se mobilisent plus facilement contre des externalités négatives des agglomérations (Op. cit., p. 93-96).

A l'inverse comme l'explique Subra (SUBRA 2014), les territoires davantage touchés par le chômage accueillent plus favorablement ce type d'infrastructures. En raison des impacts qu'ils entraînent, ces projets d'infrastructures s'accompagnent souvent de mesures économiques compensatoires. Ainsi dans les territoires marqués par la crise économique sont-ils susceptibles d'être plus favorablement accueillis.

Au regard de ces premiers apports théoriques, nous identifierons dans la première partie de ce chapitre la structure socio-spatiale de l'Axe-Seine, afin de localiser les zones potentiellement favorables ou opposées à l'implantation des technologies de CTSC. Pour préciser ces hypothèses, nous rappellerons également les résultats d'enquêtes quantitatives relatives à l'idée de l'implantation des technologies de CTSC dans ce territoire.

Limiter notre analyse aux dynamiques socio-spatiales n'est cependant pas suffisant pour décrire le contexte d'une éventuelle implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. En effet, les conflits d'aménagement mettent cependant en jeu de nombreuses dimensions allant au-delà des risques associés à un dispositif technique. L'expérimentation des technologies de CTSC menée par Total sur le site industriel de Lacq a en effet révélé des oppositions au stockage du CO₂. Celui-ci étant considéré comme risqué, mais aussi comme négatif pour l'image des vignobles de Jurançon faisant l'objet d'une appellation d'origine protégée³. Dans l'Axe-Seine, la potentielle implantation de ce dispositif technique est donc également susceptible de générer des oppositions relatives à la préservation de l'image du territoire. Ainsi identifierons-nous dans une seconde partie de ce chapitre la présence d'appellations d'origine contrôlée ou protégée mais aussi, les zones naturelles protégées dans ce territoire. Enfin dans la troisième partie de ce chapitre, nous analyserons de précédents débats publics ayant eu lieu dans l'Axe-Seine afin de compléter notre identification des enjeux territoriaux potentiellement conflictuels entre les technologies de CTSC et l'Axe-Seine.

3. <http://www.ladepeche.fr/article/2010/01/12/753043-lacq-total-piege-co2-4-500-sous-terre.html> Consulté le 15 juin 2015 <http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2010/02/capter-et-stocker-le-co2-lexp%C3%A9rience-de-lacq.html> Consulté le 15 juin 2015. <http://www.bastamag.net/Apres-les-gaz-de-schiste-Total> Consulté le 15 juin 2015.

4.2 Structure socio-spatiale de l’Axe-Seine et perception des technologies de CTSC par les populations : indicateur d’une implantation favorable ou conflictuelle des technologies de CTSC.

Dans cette première partie du chapitre, nous détaillerons dans un premier temps la structure socio-spatiale de l’Axe-Seine. Dans un second temps, nous caractériserons les zones urbaines périurbaines et rurales de ce territoire. Ces deux premiers indicateurs permettront de caractériser des zones spatiales potentiellement favorables ou, à l’inverse, défavorables à l’implantation potentielle des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine. Pour compléter ces premières hypothèses, nous rappellerons dans un troisième temps les principaux résultats d’une enquête quantitative relative à l’idée d’une implantation de ces technologies dans ce territoire. Ces résultats caractériseront plus précisément ces opinions relatives à l’idée d’une utilisation de ces technologies dans l’Axe-Seine.

4.2.1 Quelle structure socio-spatiale dans l’Axe-Seine ?

Au regard de la littérature (BORRAZ 2008, SUBRA 2014) citée en introduction de ce chapitre, nous nous appuyerons sur les données géolocalisées du recensement de l’INSEE pour l’année 2011 pour identifier la structure socio-spatiale de l’Axe-Seine. Nous avons produit deux cartes illustrant la proportion de la population au chômage et la proportion de « classes moyennes » dans les communes de l’Axe-Seine.

Des populations au chômage résidant davantage dans les agglomérations

La carte suivante représente le taux de chômage par commune en 2011. Les classes de populations utilisées pour représenter ces taux de chômage par communes ont été établies à partir des quartiles de la série statistique.

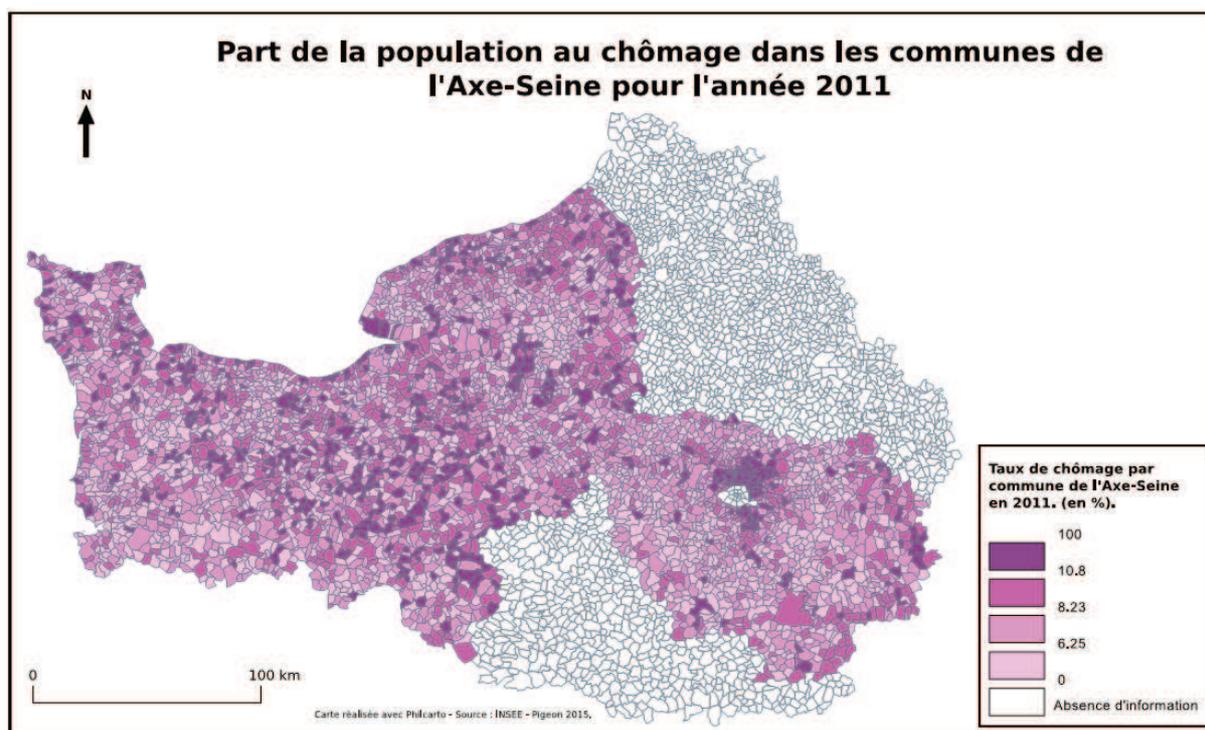


FIGURE 25 – Part de la population au chômage dans les communes de l’Axe-Seine (année 2011).

Nous observons ici que les plus grandes proportions (plus de 10,8%) de populations au chômage se concentrent dans les agglomérations, du Havre, de Rouen, mais aussi au nord de la ville de Paris. Nous remarquons par ailleurs au nord de l’Axe-Seine et au sud du territoire, des zones rurales ou périurbaines où les taux de chômage par commune similaires à ceux observés pour les agglomérations (entre 8,2% et plus 10,8%). Au regard de ces données et des postulats initiaux énoncés en introduction, nous supposons que ces zones spatiales seront probablement davantage favorables à l’implantation des technologies de CTSC. Les zones rurales présentant un fort taux de chômage pourraient s’avérer particulièrement adaptées au stockage du CO₂. En effet, comme le soulignent les experts du GIEC, stocker du CO₂ sous une agglomération n’est pas envisagé au regard des risques associés à la concentration élevée de CO₂ potentiellement asphyxiant en cas de fuite soudaine (IPCC 2005).

« Les classes moyennes » : des populations résidant davantage en périphérie des agglomérations et en amont de l’Axe-Seine.

Caractériser les classes moyennes reste relativement complexe. Comme l’affirme Goux et Maurin (GOUX et MAURIN 2012, p. 10-11), les frontières de cette catégorie sociale sont difficiles à définir. Selon eux, le noyau central de cette catégorie est composé du petit patronat et du salariat intermédiaire. De fait comme l’affirment ces auteurs, la nomenclature de l’INSEE et son item « professions intermédiaires » est peu efficace pour décrire les classes moyennes (Op. cit., p. 21) car cette catégorie rassemble essentiellement des salariés.

Malgré ces limites et ne disposant pas de données plus fines, nous avons retenu l’item « Pro-

« professions Intermédiaires » dans notre analyse. Bien insatisfaisante pour étudier finement la répartition des classes moyennes dans l’Axe-Seine, cette catégorie donnera un indice quant à leur localisation. La représentation cartographique suivante illustre la répartition des professions intermédiaires dans l’Axe-Seine.

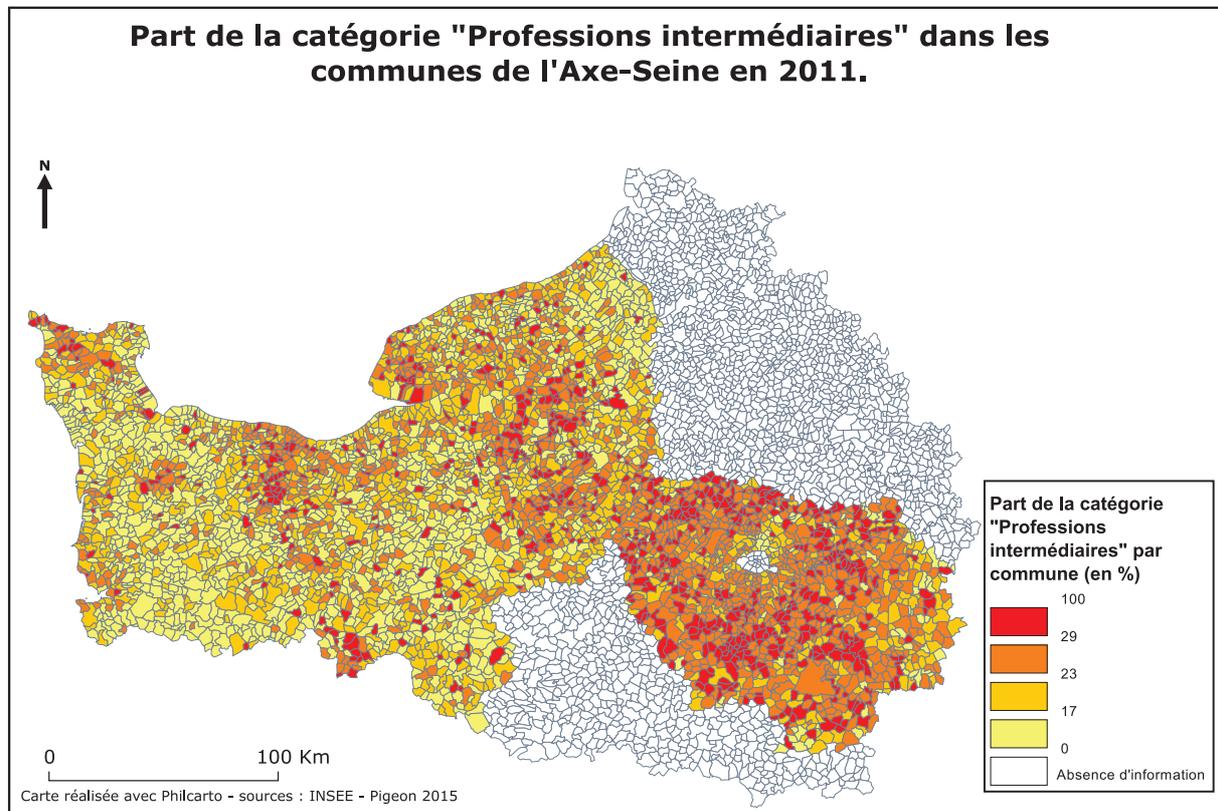


FIGURE 26 – Part des professions intermédiaires dans les communes de l’Axe-Seine.

Dans cette carte, la répartition de la part des professions intermédiaires dans les communes de l’Axe-Seine est divisée en quatre classes. Ces dernières correspondent aux quartiles de la série statistique. Cette représentation graphique montre que dans les communes de la grande couronne parisienne, la part des professions intermédiaires dépasse 29% de la population active. Ce phénomène est notamment observé au nord-ouest de l’agglomération qui fait partie de l’Axe-Seine. Par ailleurs, nous observons également un phénomène similaire autour des agglomérations du Havre, de Rouen, ou encore de l’agglomération de Caen.

Au regard des postulats initiaux de ce chapitre, le caractère périurbain de la partie amont de l'Axe-Seine (de Rouen à Paris), ainsi que la proportion importante des professions intermédiaires dans la grande couronne parisienne laissent présager davantage d'opposition vis-à-vis des technologies de CTSC. Cette observation confirme la définition donnée par Borraz (BORRAZ 2008) des territoires périurbains. Dans cette perspective, la perte de familiarité avec le territoire quotidien provoquée par l'implantation des technologies de CTSC risque dans ces aires spatiales de provoquer davantage d'opposition.

4.2.2 Le périurbain un espace favorisant la conflictualité des projets d'aménagement : essai d'identification des espaces périurbains dans l'Axe-Seine.

Ici, nous précisons tout d'abord les caractéristiques sociologiques des populations résidant dans les espaces périurbains, mais aussi les causes des oppositions de ces populations aux projets d'Aménagement du Territoire. Ensuite, nous localiserons ces zones dans l'Axe-Seine.

Le périurbain : un espace de relégation propice à l'opposition aux projets d'aménagement ?

Le choix d'habiter dans les espaces ruraux et périurbains pour des populations originaires des agglomérations résulte de plusieurs stratégies. Sencébé et Lepicier (SENCÉBÉ et LEPICIER 2007)⁴ montrent que selon les âges et les catégories sociales des populations, cette migration vers les espaces ruraux répond à des objectifs différents. Pour ces chercheurs, les populations âgées appartenant à des catégories sociales aisées migrent vers ces espaces ruraux et périurbains à l'âge de la retraite. Ces populations souhaitent retrouver leur région d'origine qu'elles ont pour certaines dû quitter pour des raisons professionnelles. En revanche, pour les populations jeunes des classes moyennes la migration vers ces espaces est liée à un agrandissement de la famille. Selon ces chercheurs, les espaces ruraux et périurbains permettent à ces populations d'acquiescer une maison plus grande, mais aussi d'éviter les banlieues et les quartiers sensibles. Ainsi espèrent-elles favoriser l'accès de leurs enfants à des établissements scolaires hors des quartiers défavorisés. Les classes moyennes se replient dans ces espaces à défaut de pouvoir continuer d'habiter au cœur des agglomérations. Ces espaces ruraux et périurbains sont donc des espaces de relégation où les classes moyennes vivent repliées sur le noyau familial.

Borraz partage l'observation de Sencébé et Lepicier. Selon lui, les espaces ruraux ou périurbains sont des espaces de relégation géographique pour les classes moyennes. Il note cependant que ces dernières n'anticipent pas ce repli sur le noyau familial (BORRAZ 2008, p. 94). Selon lui, ces espaces se caractérisent par l'absence de formes de sociabilité traditionnelle, ainsi qu'une absence de structuration des rapports sociaux. Pour Borraz, ce contexte est favorable à *l'expres-*

4. Respectivement Sociologue et ingénieur d'études en économie au Centre de Sociologie et d'Économie appliquées à l'Agriculture et aux Espaces Ruraux.

sion d'inquiétudes autour d'activités qui sont perçues comme porteuses d'incertitudes. (Op. cit., p. 94). Borraz explique que ces activités n'étant pas inscrites dans des rapports sociaux au sein du territoire, il est plus difficile de s'informer auprès des acteurs locaux. Dans son ouvrage, il fait notamment référence à la mise en place d'antennes relais pour les téléphones mobiles. Il montre dans son analyse qu'entre l'installateur de l'antenne, l'opérateur et les responsables administratifs locaux le jeu de responsabilités est relativement complexe. L'accès à l'information est donc difficile pour les populations. Et pour Borraz cette difficulté de s'informer est à l'origine de la mobilisation des habitants. Ces derniers vont chercher des informations sur les antennes sur internet, relèvent les incertitudes en termes d'incidences sanitaires de telles techniques et commencent à échanger autour du projet d'implantation local (Op. cit., p. 55-61). Ainsi selon Borraz, la mise en place de ces activités porteuses d'incertitudes favorisent-elles les échanges entre les voisins et la constitution d'une identité territoriale (Op. cit., p. 95).

La périurbanité : une mode d'habitat caractérisant l'amont de l'Axe-Seine.

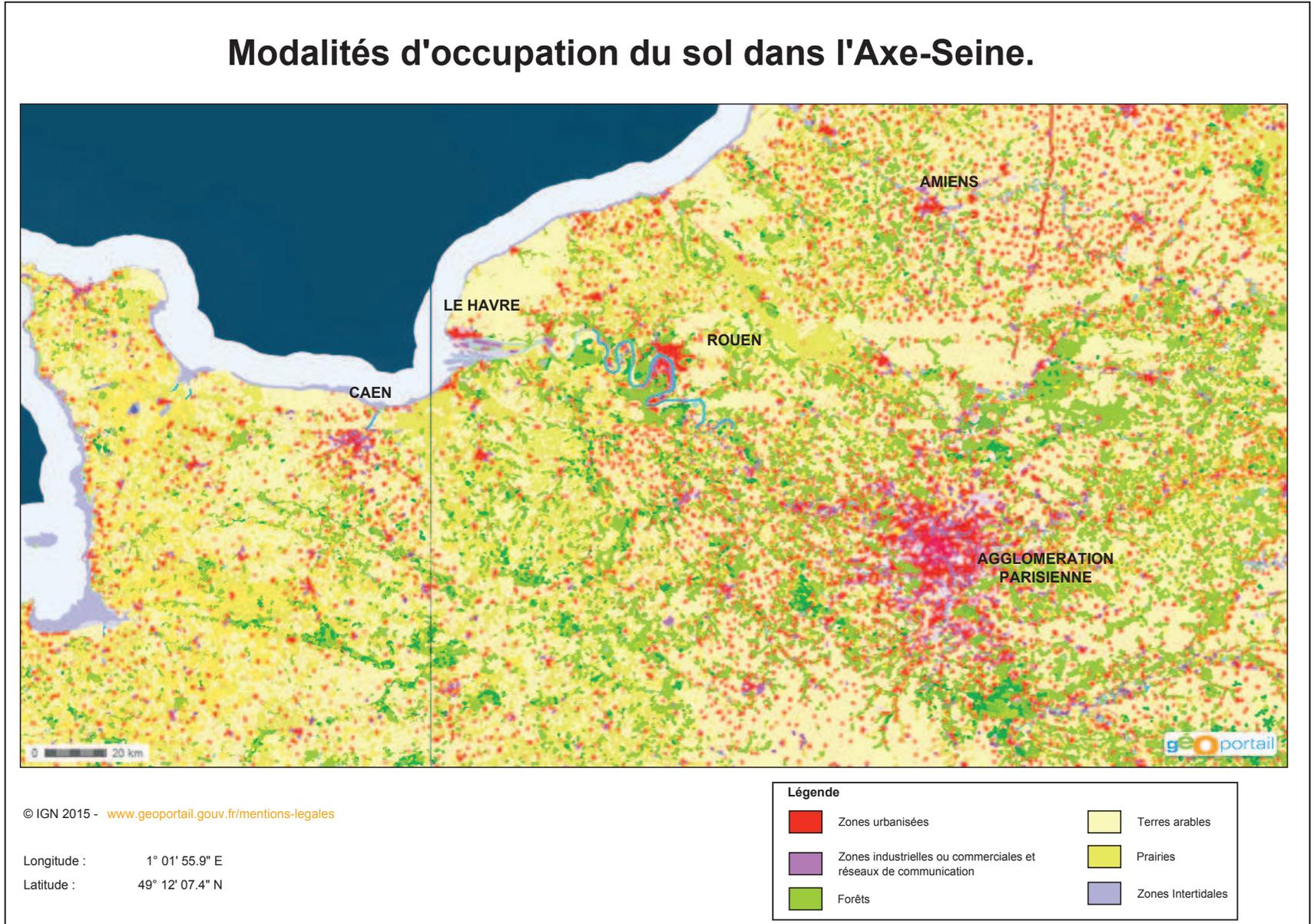
Pour localiser les espaces périurbains dans l'Axe-Seine nous avons utilisé la Base de données CorineLandCover2006. Cette base est produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement. En France, le producteur des données est le service de l'observation et des statistiques du ministère de l'environnement⁵.

La construction de cette base est issue de l'interprétation d'images satellitaires (SPOT ou LANDSAT), complétée par des données issues d'autres bases de données (BD ORTHO® IGN, SCAN 25®, Google-earth, GeoPortail...). Les producteurs de Corine Landcover ont retenu une échelle de travail de 1/100 000 pour construire cette base. Ce choix est selon eux adapté aux besoins nationaux et européens de gestion de l'environnement ou de l'aménagement de l'espace. Ils affirment par ailleurs que cette échelle facilite l'actualisation de la base. Signalons enfin que dans cette base, la nomenclature utilisée comporte trois niveaux : le premier niveau compte 5 postes qui caractérisent les grands types d'occupations de l'espace, le second niveau 15 postes et le troisième 44. Chacun de ces niveaux affine les modalités d'occupation de l'espace⁶. La représentation cartographique suivante illustre les modalités d'occupation de l'espace dans l'Axe-Seine selon le premier niveau de la Base CorineLandcover de 2006.

5. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825.html>. Consulté le 5 juin 2015.

6. [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/t/methode-production-base-donnees.html?tx_ttnews\[tt_news\]=11268&cHash88595af0806f46f2c8901fd438ea809f](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/t/methode-production-base-donnees.html?tx_ttnews[tt_news]=11268&cHash88595af0806f46f2c8901fd438ea809f). 5 Juin 2015

FIGURE 27 – Occupations des sols dans l'Axe-Seine (Source : CORINE Landcover 2006).



Cette carte illustre plusieurs tendances dans les modalités d'occupation des sols dans l'Axe-Seine. Tout d'abord, nous identifions aisément les concentrations urbaines. Elles correspondent aux taches de couleur rouge. Ensuite, nous remarquons que l'urbain diffus matérialisé par des points rouges forme un continuum entre l'agglomération parisienne et l'agglomération de Rouen. Cette observation confirme notre appréhension du territoire de l'Axe-Seine comme corridor urbain (PRIEMUS et ZONNEVELD 2003). Enfin concernant les espaces naturels, ces derniers sont matérialisés par des tâches vertes. Nous observons sur cette représentation graphique la présence de forêts à proximité de l'agglomération de Rouen, mais aussi autour de l'agglomération parisienne. Par ailleurs, entre Rouen et Paris nous distinguons aussi un continuum vert. Il correspond probablement à une des coupures vertes identifiées par les auteurs du schéma d'aménagement de la Basse-vallée de la Seine de 1971.

Dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, l'analyse de la structure sociale et des caractéristiques spatiales de l'Axe-Seine permettent d'identifier des territoires potentiellement favorables ou opposés à ce dispositif technique. Comme le montrent les apports théoriques détaillés ici, les zones périurbaines s'opposent potentiellement davantage aux technologies de CTSC en raison de la proportion plus importante de classes moyennes reléguées dans ces espaces. Dans l'Axe-Seine, la zone amont du territoire se caractérise ainsi. A l'inverse, les territoires potentiellement favorables à ces projets techniques sont ceux les plus touchés par le chômage. Dans l'Axe-Seine, les communes où les taux de chômage sont les plus élevés sont situées en agglomération mais aussi, dans des zones rurales et périurbaines au nord et au sud de l'Axe-Seine. Stocker du CO₂ en agglomération n'est pas envisageable au regard des risques relatifs à la concentration de CO₂. En revanche, ces zones rurales ou périurbaines seraient potentiellement adaptées pour accueillir un tel projet. Il faut cependant considérer ces indicateurs avec prudence car l'opposition peut naître avec la localisation progressive d'un projet de cette nature. Précisons maintenant les opinions sur l'idée des technologies de CTSC en nous référant à une enquête réalisée dans l'Axe-Seine.

4.2.3 Quelles perceptions de l'idée d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine ?

Le captage, transport et stockage du CO₂ est un dispositif technique méconnu des populations, notamment en Europe car peu de projets de grande ampleur sont développés concernant ces technologies⁷. Dans ce contexte, utiliser l'enquête quantitative pour évaluer l'opinion des populations sur ces technologies ne semble pas le dispositif le plus adapté. En effet comme le souligne la critique sociologique (BOURDIEU 1973, CHAMPAGNE 1990), le questionnaire a un effet d'imposition d'une opinion aux populations par la formulation des questions. Or, au regard de la méconnaissance de ces technologies, ce type d'effet est d'autant plus contestable. Mobi-

7. Pour un état des lieux des projets en cours voir la carte proposée par le Scottish Carbon Capture and Storage : <http://www.sccs.org.uk/expertise/global-ccs-map>. Consulté le 19 novembre 2015.

liser ce type de dispositif méthodologique ne risque-t-il pas de donner au chercheur une vision déformée de ce qu'il souhaite observer ? Le questionnaire est en effet susceptible de n'illustrer que les propres représentations du chercheur relatives au phénomène qu'il étudie.

Au regard de ces limites, notre enquête quantitative réalisée en 2013 dans les agglomérations de Rouen et de Mantes-en-Yvelines a pour objectif non pas d'évaluer les opinions relatives aux technologies de CTSC, mais d'identifier les opinions relatives à l'idée d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. En effet, la faible avancée actuelle d'un projet de CTSC de grande envergure dans l'Axe-Seine, nous permet seulement d'identifier des opinions sur l'idée de ces technologies. La littérature montre que seule l'implantation effective d'un dispositif technique soulève les véritables enjeux associés à une technologie dans un territoire défini (NADAÏ et LABUSSIÈRE 2010, NADAÏ et LABUSSIÈRE 2014).

Dans cette enquête, le niveau de connaissance relatif aux technologies de CTSC est tout d'abord évalué, puis l'opinion sur ces technologies en général et sur leur potentielle implantation dans l'Axe-Seine est ensuite testée après une description de ce dispositif technique. Dans ce questionnaire, l'évaluation de l'opinion relative à l'idée d'implanter les technologies de CTSC dans le territoire de l'Axe-Seine s'inscrit dans un questionnement plus large sur la perception des infrastructures, des problématiques environnementales, des technologies d'énergies renouvelables et des modalités décisionnelles associées à ces projets techniques.

Cette enquête quantitative a été passée auprès d'un échantillon de 600 répondants dans les agglomérations de Rouen et de Mantes-en-Yvelines. Pour constituer l'échantillon de la population enquêtée, nous avons sélectionné ces populations en fonction de leur lieu de résidence (urbain, périurbain ou rural). Cette densité urbaine a été établie à partir de la couche « bâti indifférencié » de la BD TOPO, en fonction d'un carroyage centré sur les agglomérations et orienté nord-sud. Pour chacune des agglomérations, 100 individus aléatoirement sélectionnés dans chacune des strates ont été interrogés⁸.

Cette enquête par questionnaire a fait l'objet d'analyses multidimensionnelles. Par souci de concision et pour préserver la clarté de notre argumentation, nous détaillerons ici une typologie centrée sur les perceptions des technologies de CTSC. Les autres traitements statistiques seront détaillés en annexe de ce tapuscrit.

Les opinions sur l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC : cinq types d'opinion et leurs caractéristiques.

Pour parvenir à la typologie analysée ici, les données ont été traitées selon la procédure d'analyse thémascope proposé par Lebart (LEBART 1989). Ce chercheur propose de réaliser des analyses de correspondances multiples et des typologies immédiatement après un examen préalable des tris à plat d'une enquête. En procédant ainsi, il est possible selon Lebart de dresser des panoramas globaux des relations entre les données, de critiquer l'information recueillie mais aussi de piloter les traitements ultérieurs (Op. cit., p. 23). En observant globalement ces relations il sera ainsi plus facile de déterminer les tableaux croisés ou les analyses de régres-

8. Pour plus de détails sur la structure du questionnaire et la méthodologie d'échantillonnage nous renvoyons le lecteurs en annexe du manuscrit.

sion à réaliser. Pour la réalisation des analyses de correspondances multiples et des typologies, Lebart propose de choisir l'ensemble des variables correspondant à un thème pour décrire les individus. Ce thème correspond à un *point de vue* pour la description de la population d'individus (Op. cit., p. 27). Les variables correspondant au thème choisi seront considérées comme des variables actives. Les variables appartenant à d'autres thèmes de l'enquête pourront être projetées de façon illustrative sur les analyses des correspondances multiples et les typologies afin d'aider à l'interprétation de ces traitements statistiques. En mobilisant ce type de traitements statistiques, nous n'effectuons pas d'hypothèses préalables quant aux relations entre les variables. Nous sommes ici dans une logique de compréhension des relations entre les variables en retenant un point de vue de description.

Après avoir examiné les tris à plats de notre questionnaire, nous avons réalisé des analyses des correspondances multiples et des typologies en suivant la procédure thémascope. La typologie suivante a été réalisée en considérant les variables relatives aux technologies de CTSC comme variables actives. Pour faciliter la lecture des relations entre les différentes variables, nous avons considéré les non-réponses comme illustratives. Par un tel procédé, nous souhaitons nous focaliser sur les relations entre les modalités des différentes variables afin de comprendre ce qui structure les types d'opinion sur l'idée d'une expérimentation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Le plan factoriel suivant représente cette typologie sur les axes 1 et 2.

Typologie des opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC sur le plan factoriel 1-2.

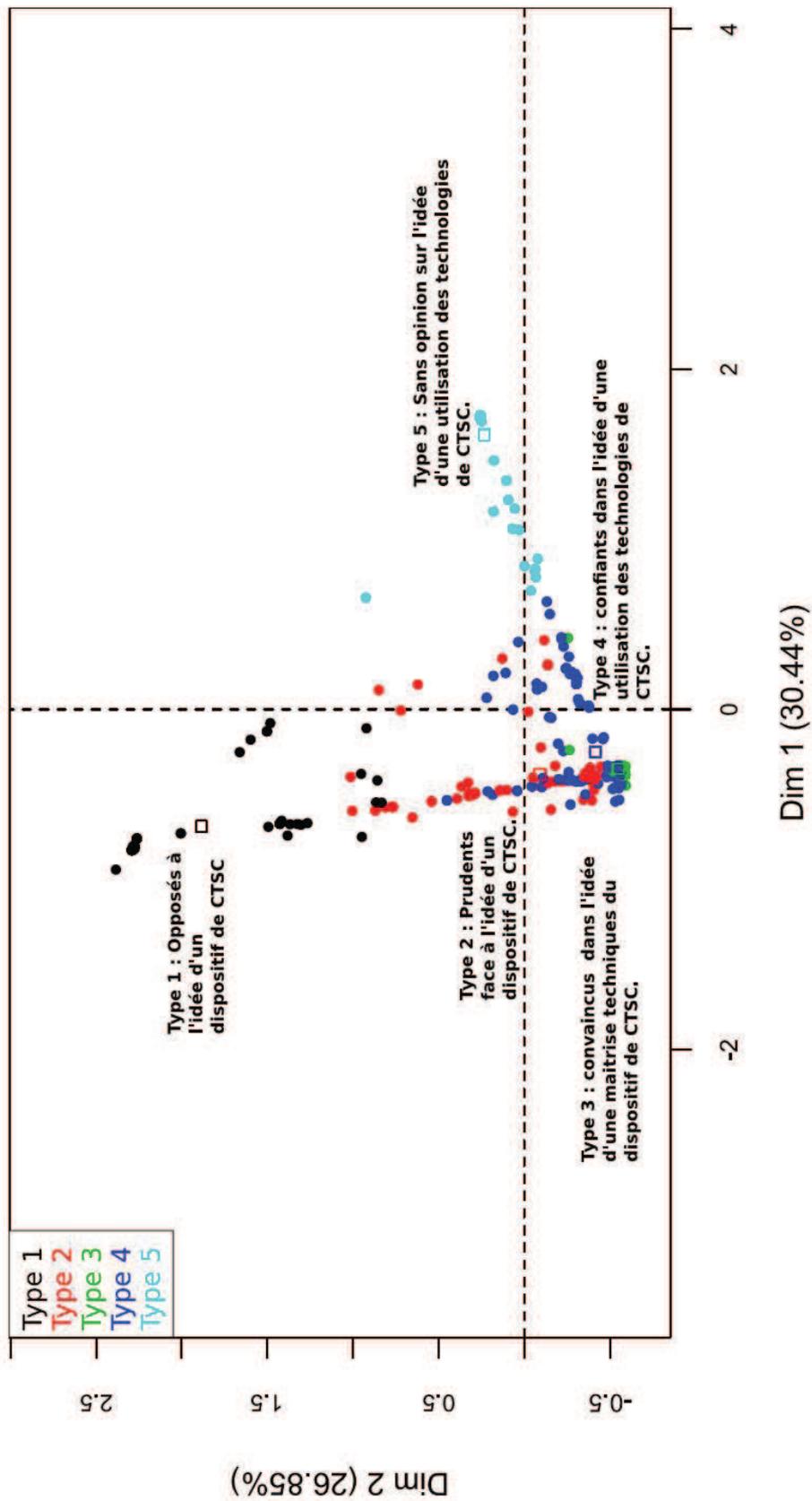


FIGURE 28 – Typologie en cinq classes des opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC sur le plan factoriel 1-2.

Cette représentation graphique illustre deux oppositions. Sur le premier axe factoriel qui résume 30% de l'information totale nous observons une opposition entre les répondants des types 1, 2, 3, 4 et ceux du type numéro 5. Cet axe oppose des répondants donnant une opinion sur l'idée d'une expérimentation des technologies de CTSC à ceux ne donnant pas d'opinion sur l'idée d'utiliser ce dispositif technique. Le deuxième axe factoriel qui résume 26,8% de l'information totale oppose quant à lui les types de répondants opposés à l'idée d'expérimenter ce dispositif technique, aux répondants favorables à cette idée. Décrivons davantage ce qui caractérise ces types.

Type 1 : Les opposés à l'idée d'un dispositif de CTSC et à son expérimentation dans l'Axe-Seine. Le type un représente 10,3% de l'échantillon. Les modalités les plus caractéristiques de ce type sont l'opposition à l'idée des technologies de CTSC après information, mais aussi à l'idée d'une expérimentation de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine. Par ailleurs, le fait de considérer ce dispositif technique comme non maîtrisé et à n'utiliser en aucun cas est l'opinion la plus proche de celles des répondants appartenant à ce type. Parmi les variables illustratives, les plus associées à ce type montrent une opposition à l'installation de panneaux solaires à proximité du domicile, une considération des catastrophes naturelles comme un phénomène peu préoccupant ou encore, la nécessité d'impliquer les acteurs économiques locaux dans la gestion des projets d'infrastructures d'énergie renouvelables.

Type 2 : Prudents vis-à-vis de l'idée des technologies de CTSC et de leur expérimentation dans l'Axe-Seine. Ce type représente 21,7% des répondants. Les modalités les plus caractéristiques de ce type sont celles relatives à la nécessité d'effectuer davantage de recherches avant une éventuelle utilisation du captage, du transport, ou du stockage de CO₂. Ces répondants sont par ailleurs favorables à l'idée d'utiliser ce dispositif technique en général et à l'idée d'une expérimentation de ces technologies dans l'Axe-Seine. Parmi les variables illustratives les plus proches de ce type, notons que ces répondants considèrent que les hydroliennes présentent peu de risques. Ces répondants sont en revanche hostiles à l'implantation d'éoliennes à proximité de leur domicile et en raison des nuisances qu'elles sont susceptibles de provoquer. Enfin, les répondants appartenant à ce type considèrent comme nécessaire d'associer un comité d'habitants à la gestion des projets d'infrastructures d'énergies renouvelables.

Type 3 : Les convaincus dans l'idée d'une maîtrise des technologies de CTSC. Ce troisième type rassemble 5,2% de la population enquêtée. Les modalités qui caractérisent le plus ce type d'opinion sont le fait considérer les technologies de CTSC comme parfaitement maîtrisées et sans grand risque mais aussi une attitude favorable à l'utilisation de ce dispositif technique en général, et à son expérimentation dans l'Axe-Seine. Parmi les modalités illustratives les plus associées à ce type, les répondants appartenant à ce type considèrent que la biomasse comporte des risques importants, mais des nuisances peu importantes. Par ailleurs,

la géothermie présente selon eux des risques peu importants. Enfin, les répondants de ce type déclarent davantage résider à proximité de conduites et d'usines.

Type 4 : Les confiants dans l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC. Le quatrième type représente 45,2% de la population enquêtée. Les modalités les plus caractéristiques de ce type sont relatives à la nécessité d'un suivi dans la mise en place de ces technologies de CTSC. Les répondants de ce type sont par ailleurs favorables à l'idée d'utiliser les technologies de CTSC et à leur expérimentation dans l'Axe-Seine. Les modalités illustratives les plus associées à ce type sont notamment le fait de considérer que les hydroliennes, les énergies marémotrices et les éoliennes présentent des risques et des nuisances peu importants. La mise en place des panneaux solaires est quant à elle considérée comme prioritaire. Enfin, ces répondants déclarent résider à proximité de voies ferrées et discuter souvent des problématiques environnementales avec leurs amis.

Type 5 : Les sans opinions sur l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC. Le cinquième type représente 17,7% des répondants. Les modalités les plus caractéristiques de ce type sont le fait de se déclarer sans opinion sur les technologies et l'idée de leur expérimentation dans l'Axe-Seine. Par ailleurs, les modalités illustratives associées à ce type montrent quant à elles l'absence de réponse concernant les énergies renouvelables.

Des différences territoriales dans les opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC.

Pour préciser les types identifiés dans cette typologie générale associant les deux territoires dans lesquels a été passée notre enquête, nous avons considéré séparément la zone de Mantes en Yvelines (AUDAS) et l'agglomération de Rouen (CREA). Le tableau suivant rappelle les principales modalités constitutives des types dans chacune de ces deux agglomérations. Les modalités actives qui contribuent le plus à la formation de chacun des types sont indiquées dans la police standard. Les modalités illustratives les plus associées au type sont quant à elle écrites en italique. Les pourcentages indiqués en bas à droite de chacune des cases correspondent à la proportion de répondants associés à un type.

Typologie des opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC dans les agglomérations de Mantes en Yvelines et de Rouen.

	Conviction dans la maîtrise des technologies de CTSC	Opposition aux technologies de CTSC	Prudence face au CTSC	Confiance dans les technologies de CTSC	Absence d'opinion
AUDAS	<ul style="list-style-type: none"> - maîtrise des technologies de CTSC - Hostilité aux énergies renouvelables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Opposition à l'idée d'une expérimentation du CTSC et à l'idée d'une utilisation du CTSC en général. - Absence d'une maîtrise technique du CTSC. - Proximité de résidence établissements scolaires. - Participation fréquente aux manifestations de défense de l'environnement. - PCS : Agriculteurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Davantage de recherches nécessaires avant une utilisation des technologies de CTSC. - Opposition à l'idée d'une utilisation de ces technologies en général et à une expérimentation dans l'Axe-Seine. - Proximité de résidence établissements scolaires. - Préoccupations pour les catastrophes environnementales. - hostilités aux énergies renouvelables. 	<ul style="list-style-type: none"> - CTSC utilisable si suivi. - Favorable à l'idée du CTSC en générale et l'expérimentation dans l'Axe-Seine. - Proximité de résidence avec parcs. - Soutien à l'énergie solaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sans opinion sur l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC. - Absence de réponse concernant les énergies renouvelables.
CREA	<ul style="list-style-type: none"> - maîtrise des technologies de CTSC - Proximité avec le milieu industriel. - Favorables aux énergies renouvelables. - PCS : Ouvriers - Sexe : masculin 	<ul style="list-style-type: none"> - Opposition à l'idée d'une expérimentation du CTSC et à l'idée d'une utilisation du CTSC en général. - Absence d'une maîtrise technique du CTSC. - Proximité de résidence avec le fleuve. - Hostilité aux énergies renouvelables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Davantage de recherches nécessaires avant une utilisation des technologies de CTSC. - Favorables à l'idée d'une utilisation du CTSC en général et son expérimentation dans l'Axe-Seine. - Soutien à l'énergie solaire à proximité du domicile. - Information des projets d'énergie renouvelable dans la presse. - PCS : Cadres et professions intellectuelles supérieures. 	<ul style="list-style-type: none"> - CTSC utilisable si suivi - Favorable à l'idée du CTSC en générale et l'expérimentation dans l'Axe-Seine. - Proximité de résidence avec usines et voies ferrés. - Préoccupation pour la disparition de la faune et la flore. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sans opinion sur l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC. - Absence de réponse concernant les énergies renouvelables.
	7,4%	5,4%	20,8%	51,3%	15,1%
	3%	12,3%	24,8%	39,7%	20,2%

Tableau 3 – Typologie des opinions relatives à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC dans les agglomérations de Mantes en Yvelines et de Rouen (Pigeon 2015).

Le tableau précédent permet de différencier les types d'opinions concernant l'idée d'une éventuelle utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine selon les territoires dans lesquels l'enquête a été menée. Hormis l'absence d'opinion caractérisée par les mêmes variables dans ces deux territoires, ce tableau illustre plusieurs différences quant aux modalités contribuant à la formation des types d'opinion selon les territoires de passation de l'enquête.

Le type de répondants convaincus de la maîtrise technique et de l'absence de risques associés à l'utilisation des technologies de CTSC, les modalités illustratives montrent que dans la CREA, l'adhésion à ce type d'opinion semble liée à une proximité avec le milieu industriel et le monde ouvrier. En revanche, dans l'AUDAS l'association des répondants à ce type d'opinion semble liée à l'hostilité aux énergies renouvelables.

Les opinions relatives à une confiance dans l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC illustrent eux aussi une différence territoriale entre la CREA et l'AUDAS. Dans l'AUDAS, l'association des répondants à ce type d'opinion semble liée à un soutien aux énergies renouvelables et notamment à l'énergie solaire, pour des populations résidant loin du milieu industriel. A l'inverse dans la CREA, la proximité avec ce milieu, combinée à une préoccupation pour la disparition de la faune et de la flore semble expliquer la confiance des populations dans les technologies de CTSC.

Pour les répondants opposés à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC en général et à une expérimentation dans l'Axe-Seine, nous observons que dans l'AUDAS cette opposition semble motivée par un engagement en faveur de la défense de l'environnement comme le montrent la fréquente participation aux manifestations de défense de l'environnement, mais aussi la défense des activités agricoles. La forte association de la catégorie socio-professionnelle « agriculteurs » à ce type montre probablement la volonté des agriculteurs de défendre leurs activités contre l'industrie susceptible d'entraîner de nouvelles nuisances. Dans la CREA, l'association des répondants à ce type semble davantage motivée par un refus de toute infrastructure d'énergie renouvelable à proximité du domicile et une défense du cadre de vie à proximité de la Seine.

Enfin, les répondants considérant que davantage de recherches sont nécessaires avant d'utiliser les technologies de CTSC se différencient fondamentalement dans l'AUDAS et dans la CREA. Dans l'agglomération de Mantes-en-Yvelines, les répondants associés à ce type sont hostiles à l'idée d'utiliser ces technologies en général et à leur expérimentation dans l'Axe-Seine. Les répondants de l'agglomération de Rouen sont au contraire favorables à l'idée d'utiliser ces technologies et à leur expérimentation sur le territoire. Les modalités illustratives montrent que dans l'AUDAS les préoccupations relatives aux catastrophes environnementales semblent conduire à ce type d'opinion. A l'inverse, dans la CREA il s'agit d'un soutien aux énergies renouvelables et l'appartenance à une classe sociale supérieure.

L'analyse différenciée des deux territoires d'enquête montre donc que les types d'opinions relatifs à l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC, identifiés dans les agglomérations de Rouen et de Mantes-en-Yvelines s'expliquent par des modalités différentes. Dans l'agglomération de Mantes-en-Yvelines, l'opposition à l'idée d'une utilisation de ces technologies semble

motivée par un engagement en faveur de la défense de l'environnement. La confiance concernant l'idée d'une utilisation de ces technologies est, quant à elle, motivée par le soutien aux énergies solaires. A l'inverse, dans l'agglomération de Rouen, la confiance relative à l'idée d'utiliser ce dispositif technique voire la conviction que ce dispositif technique est parfaitement maîtrisé semble lié à une proximité avec le milieu industriel. L'opposition semble, quant à elle, liée dans ce territoire à une défense du cadre de vie. Au regard des variations observées entre les territoires de l'AUDAS et de la CREA concernant cette typologie d'opinion sur l'idée d'une éventuelle utilisation des technologies de CTSC, nous pouvons faire l'hypothèse qu'une culture technique liée à la présence industrielle dans la CREA serait davantage favorable à l'implantation des technologies de CTSC. Les caractéristiques rurales et périurbaines du territoire de l'AUDAS, ainsi que l'engagement relatif à la défense de l'environnement semblent à l'inverse dans l'AUDAS sources d'opposition vis-à-vis de ces technologies.

La description de ces différents types d'opinion selon les territoires de passation de l'enquête montrent la variabilité des modalités associées à la formation de ces différents types d'opinion relatifs à l'idée d'une utilisation de ces technologies. Toutefois, il est nécessaire de rester très prudent dans l'interprétation de ces résultats. Les technologies de CTSC sont en effet méconnues par les populations de l'Axe-Seine. Par ailleurs comme le souligne la littérature (WUSTENHAGEN, WOLSINK et BURER 2007), les perceptions des projets d'énergie renouvelable évoluent selon qu'ils sont considérés dans une dimension générique ou territorialisée (NADAÏ et LABUSSIÈRE 2010). Comme le montrent Wüstenhagen et al. (WUSTENHAGEN, WOLSINK et BURER 2007), l'exemple des éoliennes illustre ces deux dimensions. Ces énergies renouvelables sont soutenues dans leur dimension générique, mais lorsqu'un projet voit le jour sur un territoire les populations s'opposent. Ainsi, notre enquête relative aux opinions des populations de l'Axe-Seine sur les technologies de CTSC illustre-t-elle un état de l'opinion avant un éventuel débat public sur ces technologies dans ce territoire. Elle ne permet en aucun cas de prédire les opinions des populations si un dispositif était implanté dans l'Axe-Seine. Il est donc nécessaire de recourir à d'autres indicateurs pour identifier ce que pourraient-être les dynamiques socio-spatiales des populations de l'Axe-Seine face à un projet d'implantation des technologies de CTSC.

4.3 Les zones naturelles protégées, appellations d'origines contrôlées (AOC) et protégées (AOP) : des types d'espace porteurs d'enjeux potentiellement contradictoires avec la mise en place des technologies de CTSC.

Au-delà de l'opposition ou de l'adhésion des populations à ce dispositif technique, les technologies de CTSC sont susceptibles de soulever d'autres enjeux territoriaux en contradiction avec ce projet technique. Comme l'illustre l'expérimentation de ces technologies à Lacq, des enjeux relatifs aux AOC du Jurançon ont été soulevés. Les viticulteurs considéraient en effet que le stockage de CO₂ mettait en péril l'image de leurs produits. Que pourrait-il en être dans l'Axe-Seine ?

Dans cette partie nous localiserons donc ces appellations d'origine contrôlée et protégée dans le territoire de l'Axe-Seine. Par ailleurs, nous estimons que le patrimoine naturel d'un territoire pourrait également susciter des oppositions vis-à-vis des technologies de CTSC. La volonté ou l'obligation de préserver des zones naturelles d'exception pourraient aller à l'encontre de l'implantation de ces technologies.

4.3.1 Appellations d'origine protégée, appellations d'origine contrôlée : facteurs potentiels d'opposition au CTSC dans l'Axe-Seine ?

La sociologie des techniques a déjà montré que lors des controverses relatives à la mise en place d'un nouveau dispositif technique, de nombreuses thématiques inattendues sont mobilisées dans l'opposition à ce projet. Callon Lascoumes et Barthe (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001, p. 32) rappellent notamment que dans le cas du stockage des déchets nucléaires, les éleveurs de poulets de la Bresse se sont opposés à l'option d'un stockage géologique permanent car ils anticipaient un impact négatif sur la santé économique de la région. Pour ces éleveurs, les consommateurs pourraient potentiellement mettre en relation le stockage géologique de déchets nucléaires et l'activité d'élevage des poulets. Cette relation établie par les consommateurs aurait selon eux un impact négatif sur l'image de leurs produits.

La problématique des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ peut être analysée de façon similaire. L'expérimentation de ce dispositif technique dans la zone industrielle de Lacq, et plus particulièrement le stockage de CO₂ à Rousse, ont fait l'objet d'une opposition de certains viticulteurs. Leur argumentation est similaire : l'acidification à long terme du sous-sol potentiellement provoquée par le stockage géologique de CO₂ pourrait avoir une incidence pour la qualité du vin (Sud Ouest 12 Janvier 2010). Ce phénomène est d'autant plus dénoncé par ces viticulteurs que le vin produit à Rousse fait l'objet d'une appellation d'origine contrôlée⁹.

9. <http://coteaux.de.jurancon.environnement.over-blog.com/categorie-11637149.html> Consulté le 17 Juin 2015.

Ainsi, les technologies de CTSC nuiraient-elles potentiellement à la qualité et à l'image de ce produit.

Dans l'Axe-Seine ce type de mise en relation est-il potentiellement observable ? Une localisation des zones où s'appliquent des appellations d'origine contrôlée ou protégée permettrait d'anticiper ce type d'opposition. La carte suivante établie à partir des données gouvernementales sur les appellations d'origine contrôlée par commune¹⁰ rend possible cette localisation.

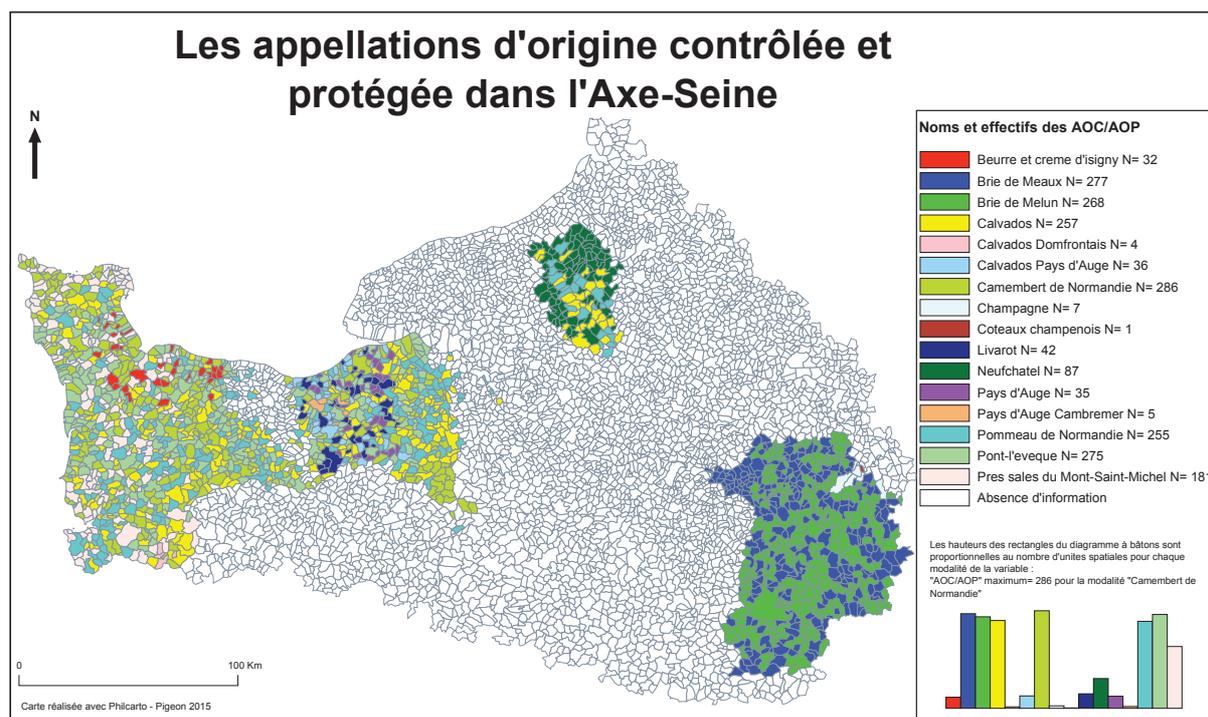


FIGURE 29 – Appellations d'origine contrôlée et protégée dans l'Axe-Seine.

Nous observons ici trois zones de concentration des Appellations d'Origine Contrôlée et des Appellations d'Origine Protégée. Une première concentration est localisée dans l'ouest du territoire en Basse-Normandie, une seconde au nord de la Seine-Maritime, et enfin une troisième à l'est de l'Île-de-France. Dans l'Axe-Seine, les appellations d'origine contrôlée ou protégée concernent essentiellement des fromages. Dans l'éventualité d'un stockage géologique de CO₂ en Île-de-France, nous pourrions imaginer des contestations de ce dispositif technique en raison de ses atteintes à l'image du Brie de Meaux et Brie de Melun. Par ailleurs, le passage de conduites dans d'autres zones faisant l'objet d'appellations d'origine contrôlée ou protégée à l'ouest et au nord de ce territoire pourrait également être contesté pour les mêmes raisons.

10. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/aires-geographiques-des-aoc-aop/>. Consulté le 23 Juin 2015.

4.3.2 Les zones naturelles protégées : l’Axe-Seine un territoire au patrimoine naturel exceptionnel

Aux oppositions potentielles liées à l’implantation des technologies de CTSC dans un espace périurbain, à celles liées aux impacts d’un tel dispositif technique sur l’image d’un produit, s’ajoute selon nous une troisième source d’opposition potentielle : la protection des milieux naturels exceptionnels. Ici ce n’est plus l’image d’un produit qui est atteinte, mais l’image d’un territoire. Ce dernier pouvant mobiliser celle-ci afin de développer l’activité touristique par exemple. Pour identifier des espaces de ce type dans l’Axe-Seine, nous avons localisé les parcs naturels régionaux ainsi que les Zones Naturelles d’Intérêts Écologiques, Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF). Comme nous disposons de peu d’informations concernant l’éventuel tracé d’implantation de ces infrastructures, nous avons privilégié la localisation de ces deux types d’espaces naturels protégés car ils ont une emprise au sol relativement importante. Avec l’évolution du projet et la précision du tracé des infrastructures, nous pensons toutefois qu’une attention aux réserves naturelles ou aux zones Natura 2000 sera nécessaire.

Parc des Boucles de la Seine Normande, Parc du Vexin Français : deux parcs naturels régionaux sur le territoire de l’Axe-Seine.

Selon le dictionnaire de l’urbanisme (MERLIN et CHOAY 2000, p. 570-573), les parcs naturels régionaux (PNR) ont plusieurs objectifs. Ils doivent à la fois contribuer à la sauvegarde du patrimoine naturel et culturel, mais aussi à la détente des populations des villes voisines et à l’aménagement des espaces ruraux. Une charte élaborée par la région, et soumise à la commission interministérielle des parcs régionaux permet l’agrément d’un parc pour une dizaine d’années. Elle fixe à la fois les limites d’un parc, ainsi que les objectifs du parc en termes de protection de l’environnement, de protection du paysage ou de lutte contre les nuisances. Un non-respect de cette charte conduirait à un retrait de l’agrément du PNR. La carte suivante (Figure 30) représente le nord du territoire français. Deux parcs naturels régionaux sont localisés au cœur de l’Axe-Seine : le Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande et le Parc Naturel du Vexin Français.

Parcs naturels régionaux dans l'Axe-Seine



FIGURE 30 – Parcs Naturels Régionaux dans l’Axe-Seine.

Le parc naturel régional des boucles de la Seine Normande s'étend sur 82 000 hectares. Une population de 80 000 habitants réside au sein du parc (PNR BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE 2014, p. 8.). Sa particularité est sa très grande proximité entre les deux pôles urbains de Rouen et du Havre. Cette proximité entraîne une pression des activités économiques sur le milieu naturel. Les auteurs de la charte de gestion du parc évoquent notamment les activités d'extraction du granulats dans la vallée de la Seine. Selon eux sensibiliser les entreprises aux impacts environnementaux des activités économiques est crucial. Le rôle de ce parc est de concilier ces différentes activités en préservant le milieu naturel et le cadre de vie (Op. cit., p. 8). Le parc naturel régional du Vexin Français s'étend quant à lui sur 71 062 hectares (PNR DU VEXIN FRANÇAIS 2007, p. 7). Il se caractérise à la fois par des paysages naturels marqués par des grandes cultures (blé, orge, colza), mais aussi un patrimoine naturel et architectural préservé. Chaque village du parc du Vexin français possède un ou plusieurs monuments protégés au titre des monuments historiques¹¹. Ce parc se situe aux portes de l'agglomération parisienne. De fait, il doit faire face à la pression foncière et maîtriser cette urbanisation afin de conserver l'architecture typique des bourgs ruraux (Op. cit., p. 10). Les auteurs de la charte du Parc Naturel Régional du Vexin Français insistent également sur la nécessité de réglementer l'exploitation des carrières (Op. cit., p. 29), mais aussi d'accompagner la gestion des déchets.

Au-delà de leurs spécificités respectives, l'existence de ces deux parcs naturels régionaux induira probablement des contraintes réglementaires vis-à-vis de l'implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Comme nous l'avons signalé, la mission des parcs est de protéger un patrimoine rural et naturel exceptionnel. En tant qu'infrastructures industrielles, l'utilisation des technologies de CTSC semble peu cohérente avec les valeurs défendues par les parcs naturels régionaux davantage proches de la ruralité et du patrimoine naturel. Nous faisons donc l'hypothèse que les valeurs intriquées dans les technologies de CTSC associées au monde industriel, et celles défendues dans les parcs naturels régionaux sont peu compatibles. Nous estimons que les enjeux relatifs aux impacts environnementaux du stockage géologique de CO₂ feront l'objet d'un débat dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC au sein de ces parcs naturels, ces derniers étant chargés de protéger ce milieu.

Les Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Faunistiques et Floristiques dans l'Axe-Seine.

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) a été lancé en 1982. Il est actuellement disponible sur le site internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel. Cette institution est gérée par le Muséum National d'Histoire Naturelle et plus précisément par son service Patrimoine Naturel¹².

L'inventaire des ZNIEFF a pour objectif de décrire et d'identifier des secteurs de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Il joue un rôle clé dans la politique de protection de la nature et doit être consulté avant de réaliser des opérations d'aménagement du

11. <http://www.pnr-vexin-francais.fr/fr/le-parc/territoire/> Consulté le 16 juin 2015.

12. <http://inpn.mnhn.fr/partenaires/organisme-gestionnaire>. Consulté le 17 Juin 2015.

territoire¹³. Les experts du Muséum National d'Histoire Naturelle distinguent deux types de Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques (ELISSALDE-VIDEMONT et HORELLOU 2007). Le premier type de ZNIEFF est défini ainsi :

« Secteurs de superficie en général limitée, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional » (Op. cit., p. 22).

Les auteurs de ce document précisent ensuite que ces zones doivent être des unités écologiquement cohérentes et abriter obligatoirement une espèce, ou un habitat remarquable rare justifiant d'une valeur patrimoniale plus élevée que les milieux environnants. Ces ZNIEFF de type 1 sont par exemple des formations végétales de taille réduite (pelouses, prairies, bois de ravin, marais), des espaces accueillant plusieurs espèces rares ou remarquables, ou encore des zones étendues de fort intérêt patrimonial homogène (massifs forestiers).

Les ZNIEFF de type 2 sont quant à elles définies ainsi par les experts du Muséum d'Histoire Naturelle :

« Grands ensembles naturels riches ou peu modifiés, ou offrant des potentialités biologiques importantes ». (Op. cit., p. 23)

Ils précisent ensuite que ces zones contiennent des milieux naturels formant un ensemble avec une cohésion élevée. Ces zones prennent par exemple en compte les territoires des espèces animales à grand rayon d'action (rapaces, oiseaux migrateurs, grands mammifères) ou encore, les zones abiotiques naturelles permanentes ou transitoires très faiblement anthropisées. Ils citent notamment la très haute montagne, les zones volcaniques actives ou les éboulis instables (Op. cit., p. 23-25).

La carte suivante (Figure 31) représente les Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Faunistiques et Floristiques présentes dans l'Axe-Seine.

Sur cette représentation cartographique nous observons que la surface des ZNIEFF est plus importante en aval de l'Axe-Seine qu'en amont. Cette carte montre aussi que ces zones longent la vallée de la Seine jusqu'à Paris. Par ailleurs, au nord-ouest et au sud-ouest de cette agglomération nous observons aussi des surfaces importantes faisant partie de Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Floristiques ou Faunistiques. Au regard des incertitudes relatives aux impacts environnementaux des technologies de CTSC, l'implantation de ces infrastructures dans ce type d'espace serait susceptible d'entraîner des oppositions, notamment de la part des associations de défense de l'environnement.

13. <http://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-znieff/presentation>. Consulté le 17 Juin 2015.

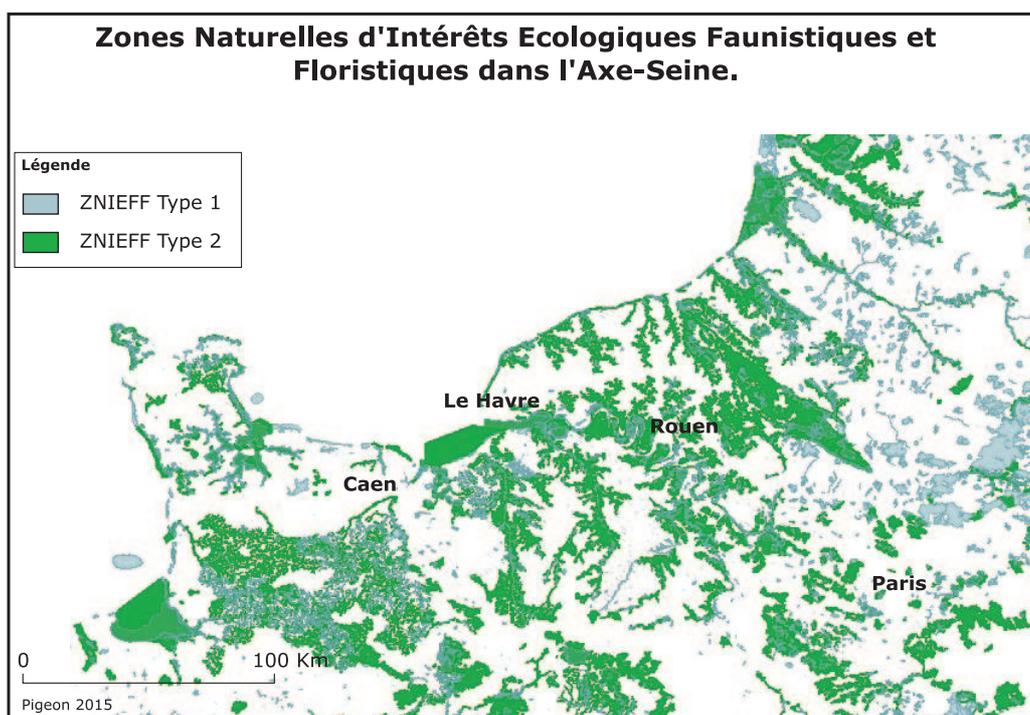


FIGURE 31 – Les Zones Naturelles d'Intérêts Écologiques Faunistiques et Floristiques dans l'Axe-Seine.

Les dimensions observées jusqu'ici montrent que les usages de l'espace dans le territoire de l'Axe-Seine sont multiples. A chacune de ces dimensions sont associés des enjeux particuliers relatifs à la protection de l'environnement, l'économie locale ou encore, la préservation du cadre de vie. Bien qu'une utilisation de ces technologies dans le territoire soit pertinente au regard de la part des émissions de CO₂ industriel dans ce territoire (36,7%), il ne faut pas minimiser les contraintes relatives à l'implantation de ces infrastructures. Pour compléter cet état des lieux initial, intéressons-nous aux enjeux révélés par de précédents débats publics ayant eu lieu dans l'Axe-Seine.

4.4 Les débats publics dans l'Axe-Seine : révélateurs d'enjeux territoriaux.

Le débat public tel qu'il existe en France est une exception européenne (SUBRA 2014, p. 284). Cette procédure est instaurée par la loi Barnier de 1995, et complétée par la loi relative à la loi « Démocratie de proximité » de 2002 (Op. cit., p. 284-285). Cette dernière modifie le seuil des projets susceptibles de faire l'objet d'un débat public. Avant 2002, seuls les projets d'intérêt national portés par un maître d'ouvrage public pouvaient faire l'objet de cette procédure. Suite à la loi de 2002, les projets de taille plus réduite (coût supérieur à 150 millions d'euros et infrastructures linéaires à partir de 20 km) peuvent faire l'objet d'un débat public, bien qu'il ne s'agisse pas d'une obligation réglementaire. En revanche, la loi de 2002 introduit l'obligation

réglementaire d'organiser un débat public pour les projets d'un coût supérieur à 300 millions d'euros et 40 km pour les infrastructures linéaires (Op. cit., p. 294-295).

Pour Subra (SUBRA 2014), l'instauration de la procédure du débat public répondait avant tout à la nécessité pour l'État de reprendre la main et de poursuivre l'aménagement du territoire dans un contexte de plus en plus conflictuel. Selon ce géographe, il s'agissait d'anticiper les oppositions avant la procédure d'enquête publique et la déclaration d'utilité publique d'un projet (Op. cit., p. 288-289). Cependant, comme le souligne Subra, le débat public est un moment du conflit d'aménagement où il est possible de faire bouger les lignes pour chacun des acteurs en présence. Ces rapports de force exprimés par les acteurs en présence s'inscrivent dans des rapports sociaux antérieurs et postérieurs au débat. L'issue d'un débat public est par exemple décisive pour l'image d'un maître d'ouvrage. Comme le rappelle Subra par exemple, EDF ne poursuit pas son projet de ligne THT Boute-Carros afin de préserver son image sur le plan national (respect de la démocratie et protection de l'environnement), dans la perspective d'autres aménagements (Op. cit., p. 302-303).

Au regard de ces propos introductifs, s'intéresser aux précédents débats publics dans l'Axe-Seine se justifie pleinement. L'analyse de ces débats nous permettra d'identifier à la fois les acteurs impliqués, mais aussi de comprendre les enjeux territoriaux soulevés par ces derniers. Ainsi, dans l'éventualité de l'implantation des technologies de CTSC éclairerons-nous les rapports de forces et les enjeux territoriaux dans l'Axe-Seine. Bien que source partielle d'informations¹⁴, les cahiers d'acteurs réalisés lors de ces débats nous permettront de comprendre ces enjeux et ces rapports de forces.

Dans un premier temps, nous donnerons un aperçu général des projets ayant fait l'objet de débats public dans l'Axe-Seine depuis 2003. Puis dans un second temps, nous nous focaliserons sur trois projets d'aménagement qui participent pleinement à la construction de l'Axe-Seine.

4.4.1 Le débat public : une procédure davantage utilisée en Haute-Normandie et en Île-de-France.

La représentation cartographique suivante (Figure 32) a été réalisée à partir des archives de la Commission Nationale du Débat Public. Elle présente le nombre de débats publics dans les différents départements des trois régions de l'Axe-Seine depuis 2003.

14. Certaines organisations d'un territoire peuvent refuser de participer à un débat public.

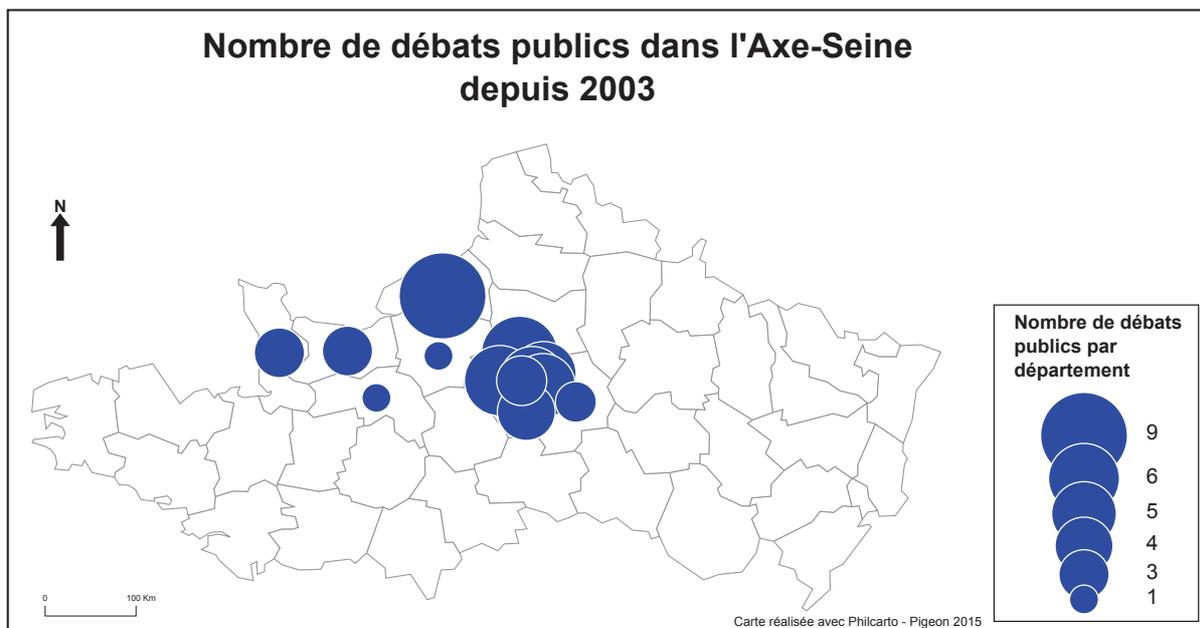


FIGURE 32 – Nombre de débats publics dans l’Axe-Seine depuis 2003.

Cette carte montre tout d’abord l’importance de l’utilisation de cette procédure dans les départements franciliens. Nous observons aussi une concentration de débats public en Seine-Maritime. Enfin en Basse-Normandie, la plupart des débats publics ont eu lieu dans les départements de la Manche ou du Calvados. Ces observations traduisent probablement le dynamisme de ces territoires en termes de développement. Pour étayer cette hypothèse précisons la nature des débats dans chacun des départements de l’Axe-Seine.

Le tableau suivant (Tableau 3) représente la part des projets d’aménagements ayant fait l’objet d’un débat public par type de projet dans chacun des départements de l’Axe-Seine.

Pourcentage de Débats Publics par types de projet dans les départements de l’Axe-Seine entre 2003 et 2014.

	Projets Routiers et Autoroutiers	Parcs éoliens En Mer	Transports En Commun	Nucléaire	Projets Ferroviaires	Lignes électriques	Équipements De loisirs	Déchets	Projets Portuaires	TOTAL
Calvados	25	25	25	0	25	0	0	0	0	100
Orne	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Manche	0	0	0	33,3	0	33,3	0	0	33,3	100
Eure	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Seine-Maritime	12,5	25	0	12,5	12,5	0	0	0	37,5	100
Paris Intra-Muros	0	0	66,7	0	0	0	0	33,3	0	100
Essonne	0	0	66,7	0	0	0	33,3	0	0	100
Haut de Seine	25	0	25	0	25	0	25	0	0	100
Seine-St Denis	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100
Seine et Marne	0	0	50	0	0	0	50	0	0	100
Val-de-Marne	20	0	60	0	0	0	0	20	0	100
Val-d’Oise	33,3	0	50	0	0	16,7	0	0	0	100
Yvelines	16,7	0	16,7	0	16,7	0	16,7	16,7	16,7	100

Tableau 4 – Débats publics dans l’Axe-Seine par département et types de projet.

Nous observons ici que dans l’ensemble des départements, les projets liés aux infrastructures de transport sont les plus nombreux à faire l’objet de la procédure de débat public. La plupart des débats franciliens concernent les transports (100% en Seine Saint Denis, 66,7% à Paris Intramuros ou dans l’Essonne.). Par ailleurs, le seul débat public ayant eu lieu dans le département de l’Eure concerne le transport ferroviaire (Ligne Nouvelle Paris-Normandie). Les débats publics concernant les problématiques énergétiques ont principalement eu lieu en

Haute-Normandie (25% des débats concernant l'éolien en mer et 12,5% le nucléaire) et en Basse-Normandie (25% des débats concernant l'éolien en mer, 33,3% le nucléaire, et 33,3%, une ligne à très Haute-tension).

Les débats relatifs à la thématique des déchets sont essentiellement présents dans les départements franciliens (33,3% des débats dans Paris intra-muros, 20% dans le Val-de-Marne et 16,7% dans les Yvelines.). Enfin, les projets portuaires représentent 37,5% des débats en Seine-Maritime, 33,3% dans la Manche et 16,7% dans les Yvelines. Dans l'Axe-Seine, l'Île-de-France semble donc davantage concernée par des problématiques d'aménagement relatives au transport et aux déchets, la Basse-Normandie et la Haute-Normandie à des problématiques relatives à l'énergie et aux questions portuaires.

4.4.2 Le prolongement du Grand Canal du Havre, le Port Seine Métropole, la Ligne Nouvelle Paris-Normandie : trois projets participant à la construction de l'Axe-Seine.

Pour affiner notre compréhension des jeux d'acteurs et des enjeux soulevés par ces débats publics, nous analyserons les cahiers d'acteurs de trois projets d'aménagement : le prolongement du Grand Canal du Havre, le Port Seine Métropole, la Ligne Nouvelle Paris-Normandie. Ces trois projets contribuent à la construction de l'Axe-Seine en favorisant la connexion de la métropole parisienne à l'espace des flux (CASTELLS 1996). L'analyse des cahiers d'acteurs permettra de révéler les enjeux territoriaux et les rapports de forces présents dans l'Axe-Seine. Connaître ces enjeux et ces rapports de force semble pertinent dans le cadre d'une potentielle implantation des technologies de CTSC dans ce territoire.

Ces cahiers d'acteurs feront l'objet d'une analyse de contenu thématique. L'unité d'enregistrement est le cahier d'acteur. Nous nous appuyerons sur le titre principal et les titres des différentes parties du cahier pour déterminer les processus de cadrage de ces projets par chacun des acteurs impliqués dans le débat public. Les notions de cadre et de processus de cadrage sont employées dans de nombreuses disciplines des sciences sociales. Pour Bateson (BATESON 1995) et à sa suite Goffman (GOFFMAN 1991), cette notion permet de décrire les schèmes d'interprétation mobilisés par les individus dans une situation donnée. Dans notre approche, nous mobilisons la notion de cadrage telle qu'elle est utilisée dans la sociologie des médias ou la sociologie politique. Dans une telle perspective, le cadrage correspond au processus de sélection et d'insistance sur certains éléments d'un événement médiatique (GITLIN 1980). Ce processus contribue à construire le fait médiatique autour d'une idée centrale qui donne un sens à ce dernier (GAMSON et MODIGLIANI 1989). Le cadrage accentue ce qui compte et ne compte pas dans un événement. Selon ces sociologues, ces différents cadrages médiatiques ont une incidence sur l'opinion des individus qu'il est possible d'identifier dans des enquêtes d'opinion (Op. cit., p. 3). Dans notre approche, chacun des cahiers d'acteurs insiste également sur certains éléments d'un projet d'aménagement. L'analyse des titres des cahiers d'acteurs révèle cette idée centrale et

donc le cadrage adopté par un acteur du débat public.

Pour compléter cette première analyse, nous mobiliserons la grille de lecture d'analyse des conflits d'aménagement proposée par Dziedzicki (DZIEDZICKI 2004). Cet aménageur considère que les conflits d'aménagement se jouent sur deux niveaux (les procédures et le contenu) et présentent en général quatre dimensions conflictuelles. Ces dernières sont susceptibles de se chevaucher dans un même conflit. Il identifie quatre grands types de conflits :

- le conflit « fondé sur les incertitudes » d'un projet qui repose sur les impacts potentiels de la mise en place du projet en question,
- le conflit « substantiel » qui s'attache aux conséquences d'une décision et traduit un désaccord sur son contenu,
- le conflit de « procédure » qui remet en cause le processus de décision,
- le conflit « structurel » où les relations de pouvoir sont mises en question, et les fondements de la décision politique remis en cause.

Grâce à cette grille d'analyse, nous pourrions identifier dans les cahiers d'acteurs des différents débats publics les enjeux du conflit. Cette grille d'analyse complétera l'analyse des cadrages adoptés par les différentes parties prenantes engagées dans le débat.

Prolongement du grand canal : un projet au service du développement économique mais nuisible pour l'environnement.

L'illustration suivante représente la zone industrialo-portuaire du Havre. Dans ce plan nous observons la présence de deux canaux dont l'un, le canal de Tancarville, est relié à la Seine par une écluse. Ce canal fait cependant l'objet de nombreux franchissements routiers. L'autre canal se trouve au sud de la zone industrielle. Il communique avec le canal de Tancarville par la darse de l'océan. Nous observons sur cette illustration les scénarios potentiels de prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville et les alternatives présentées lors du débats.

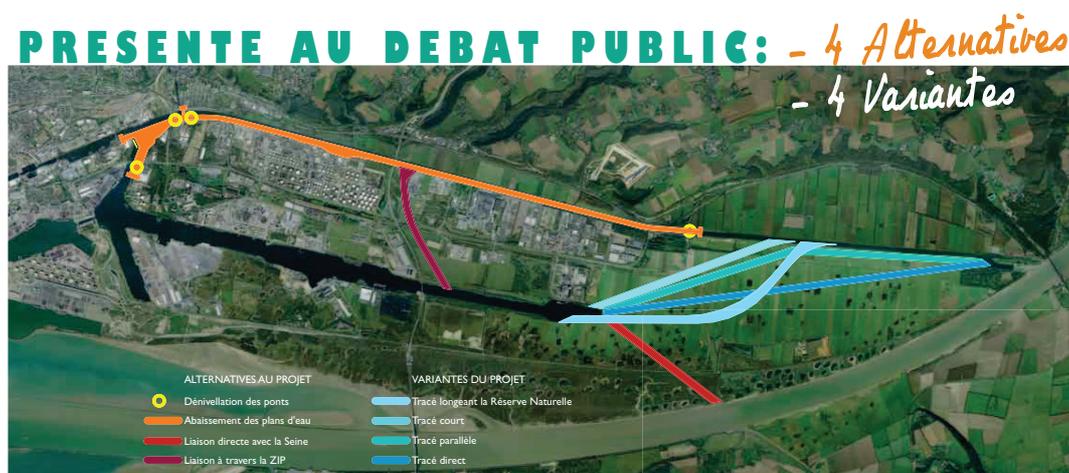


FIGURE 33 – Scénarios de prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville (Source : GPMH).

Le Grand Port Maritime du Havre porte le projet de prolongement du grand canal pour le connecter au canal de Tancarville. Pour le port, le projet a deux finalités. La première est l'amélioration de la desserte fluviale pour accroître la compétitivité du port face aux autres ports de la rangée Nord. Pour le Grand Port Maritime du Havre, le prolongement du grand canal se justifie face à la saturation des infrastructures existantes ne permettant pas un temps de transport optimal, dans un contexte d'augmentation du trafic conteneurisé (GPMH 2009, p 1-2). La deuxième finalité du projet est d'augmenter la réserve foncière de la zone industrielle pour accueillir de nouvelles activités. Pour le Grand Port Maritime du Havre, le prolongement du Grand Canal Le Havre-Tancarville est donc un instrument de développement économique durable, le transport fluvial permettant de réduire les émissions de CO₂. Cependant, la mise en place d'un tel projet est contrainte par l'existence d'une réserve naturelle dans l'estuaire de la Seine. Le prolongement du Grand Canal serait notamment susceptible d'affecter le fonctionnement hydraulique de cette partie de l'estuaire. Le cadrage du projet adopté par le Grand Port Maritime du Havre est donc lié à l'économie. Le prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville est ainsi présenté comme un instrument au service d'une attractivité de la place portuaire du Havre et d'une croissance économique durable. Dans ce contexte, les cahiers d'acteurs proposés par les différentes parties prenantes à ce débat soulèveront des enjeux relatifs à l'optimisation des flux, la connexion à l'économie mondialisée, la pertinence du projet, l'environnement ou encore l'économie locale. Le tableau suivant (Tableau 4) synthétise les thématiques abordées lors de ce débat ainsi que les points de vue des différentes parties prenantes. Dans la première colonne de ce tableau figurent les grandes dimensions dégagées de notre analyse de contenu thématique des cahiers d'acteur. La seconde colonne rassemble les acteurs s'exprimant sur la même thématique dans les cahiers produits pour ce débat. Enfin, nous synthétisons les arguments défendus par ces acteurs dans la dernière colonne.

Enjeux soulevés par le prolongement du Grand Canal Le Havre-Tancarville

	Parties prenantes	Points de vue relatif au projet
Optimisation des Flux	<ul style="list-style-type: none"> - Comité des Armateurs Fluviaux (CAF). - Mahieu Transport. - Voies Navigables de France. - Association des Usagers de la Plaine Alluviale de l'Estuaire de la Seine (AUPAES). 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorable à ce projet qui : fluidifie les flux de marchandises, favorise le report modal, évite la saturation des infrastructures. - CAF souhaite un tracé le moins entravant possible pour la réserve. - AUPAES souhaite un tracé qui ne nuit pas à l'utilisation des conduites.
Pertinence du projet	<ul style="list-style-type: none"> - Institut Français de la Mer (IFM). - Ecologie Pour Le Havre (EPLH). - Haute Normandie Nature Environnement (HNNE). 	<ul style="list-style-type: none"> - Projet qui ne répond pas aux objectifs poursuivis par le GPMH (IFM). - Projet qui s'appuie sur des statistiques dépassées (EPLH/HNNE). - Projet permettant peu de report modal (EPLH/HNNE).
Connexion aux flux mondialisés	<ul style="list-style-type: none"> - Compagnie Fluviale de Transport (CFT) - Jean Bihan (IFM). - Association de défense des intérêts vitaux du Port du Havre (ADPH). - Association des Usagers de la Plaine Alluviale de l'Estuaire de la Seine (AUPAES). - LogiSeine 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorables à un projet qui permet de fluidifier et massifier les flux et favorise la compétitivité du port du Havre. - Projet qui s'inscrit dans la logique de l'Axe-Seine.
Influences sur l'économie locale	<ul style="list-style-type: none"> - Chambre de Commerce et d'industrie de Haute-Normandie. - Le Havre Développement (LHD). - Union Maritime et Portuaire (UMEP). - Communauté de Communes de Saint-Romain de Colbosc. - Groupement des Exploitants des Prairies Alluviales de l'Estuaire de la Seine (GEPAES). 	<ul style="list-style-type: none"> - Projet qui favorise le développement local (attractivité pour de nouvelles activités, création d'emplois). - Projet qui ne doit pas se réaliser au détriment du patrimoine naturel (CC Saint-Romain) ou des activités agricoles (GEPAES).
Influences sur l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Compagnie Fluviale de Transport (CFT) - Jean Bihan (IFM). - Association de défense des intérêts vitaux du Port du Havre (ADPH). - Association des Usagers de la Plaine Alluviale de l'Estuaire de la Seine (AUPAES). - LogiSeine <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Ecologie Pour Le Havre (EPLH). - Haute-Normandie Nature Environnement (HNNE). - Ligue de Protection des Oiseaux Haute-Normandie (LPO HN). - Oxygène Estuaire Seine 	<ul style="list-style-type: none"> - Transport fluvial réduit les émissions de CO₂ des activités liées à la logistique portuaire. - L'espace de la réserve naturelle a fait l'objet d'une décision dans la Directive Territoriale d'Aménagement (DTA). Ce projet respectant ce texte, ces enjeux n'ont pas à être discutés (ADPH). <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Projet destructeur pour les ressources naturelles de l'estuaire (fonctionnement hydraulique, destruction d'espèces rares). - Projet à contre courant de la logique d'optimisation des ressources, nécessaire à la lutte contre le réchauffement climatique.

Tableau 5 – Enjeux soulevés par le débat public relatif au prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville.

Dans cette analyse, nous observons tout d'abord que les acteurs investis dans le champ du transport fluvial (armateurs, entreprises logistiques) ainsi que les représentants des milieux industriels sont favorables à ce projet et considèrent qu'il contribue à l'attractivité du Havre dans les flux de marchandises mondialisés. Les acteurs économiques locaux (Chambre de Commerce, Agence de développement économique) voient dans ce projet une opportunité pour le développement de nouvelles activités économiques. Ces acteurs sont en accord avec le cadrage du projet tel qu'il est proposé par le Grand Port Maritime du Havre.

En revanche, les associations d'agriculteurs de l'estuaire et de protection de l'environnement sont respectivement réservées et opposées à ce projet qui représente une menace pour leurs activités, et pour la richesse biologique de la réserve naturelle. Les associations écologistes, ainsi qu'un groupe d'experts questionnent notamment la pertinence de ce projet au regard des objectifs poursuivis par le Grand Port Maritime du Havre. Ces acteurs soulignent qu'une optimisation des infrastructures existantes aurait permis d'atteindre les mêmes objectifs sans pour autant construire un nouveau canal. Ces experts et les associations écologistes sont par ailleurs les seuls à évoquer cette alternative au prolongement du Grand Canal dans le débat. Le cadrage du projet proposé par ces acteurs va à l'encontre de celui du Grand Port Maritime du Havre, et partagé par les représentants du monde économique et du transport fluvial. La référence aux titres et paragraphes introductifs des cahiers d'acteur des organisations environnementales soulignent le positionnement de ces acteurs :

« Un projet inspiré du passé peut-il bien préparer l'avenir? » (**Écologie Pour Le Havre**).

« L'actuel projet « grand canal » est un projet vieilli et aujourd'hui dépassé qui n'a pas d'autre but que d'augmenter les capacités foncières du port autonome du havre (pah) devenu grand port maritime du havre (gpmh) » (**Haute Normandie Nature Environnement**).

Ici nous observons que la dimension progressiste du projet de prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville est fondamentalement remise en cause. Selon ces acteurs, ce projet dessert uniquement les intérêts du Grand Port Maritime du Havre. Par ailleurs, les impacts de ce projet sur l'environnement illustrent particulièrement l'opposition entre ces deux cadrages du projet. La question des impacts environnementaux de ce projet d'infrastructures est abordée par deux catégories d'acteurs. Les armateurs fluviaux, les représentants des industries du Havre, ainsi que les représentants du Grand Port Maritime considèrent ce projet comme respectueux de l'environnement. Selon eux, les réductions d'émissions de CO₂ liées à la massification du transport fluvial contribuent à la protection de l'environnement. De plus, certains de ces acteurs (ADPH) considèrent que le prolongement du grand canal n'a pas d'impacts sur la réserve naturelle car il est conforme à la Directive Territoriale de l'Aménagement votée en 2006. Cette dernière fixe des règles précises relatives aux espaces alloués à chacune des activités présentes dans l'estuaire de la Seine. Pour l'association des défense des intérêt vitaux du Port du Havre, ces enjeux n'ont donc plus à être discutés. A l'inverse, les associations écologistes affirment que ce projet met en péril le fonctionnement hydraulique de l'estuaire de la Seine. Selon elles, cette

perturbation serait impossible à résorber complètement par des mesures et des aménagements compensatoires. De fait, la faune et la flore de l'Estuaire de la Seine s'en trouveraient menacées. Les arguments relatifs aux impacts positifs ou négatifs du prolongement du Grand Canal répondent à deux modalités d'appréhension de l'environnement. Les impacts positifs défendus par les partisans du projet sont liés au problème global des émissions de gaz à effet de serre. Les associations écologistes font, quant à elles, le lien entre les impacts locaux sur la biodiversité et les conséquences globales que pourraient engendrer ces impacts locaux. Toutefois, l'existence d'un texte réglementaire concernant l'aménagement (DTA) de l'Estuaire de la Seine sur lesquels s'appuie les partisans du projet donne plus de poids à leur argumentation. Les orientations retenues dans ce projet de prolongement du grand canal du Havre à Tancarville sont conformes à ce document réglementaire. Comme le souligne Latour à propos d'un projet de métro automatisé (LATOURE 1992), les textes et les réglementations alourdissent le projet qui n'était qu'un schéma. Ils lui donnent un aspect plus concret. Il est donc plus complexe de revenir sur un texte réglementaire qui donne corps à un projet. Néanmoins suite à ce débat, le Grand Port Maritime du Havre a finalement reporté la réalisation de ce projet¹⁵. L'action des opposants a donc probablement eu un effet.

Si l'on mobilise la grille de lecture des conflits d'aménagement proposée par Dziedzicki (DZIEDZICKI 2004), nous observons que dans ce débat public les incertitudes liées à ce projet concernant les impacts environnementaux, ainsi que le contenu du projet en lui-même font l'objet du débat. Concernant les procédures, les acteurs associatifs comme l'association Oxygène estuaire considèrent que le Grand Port Maritime n'a pas examiné de façon assez approfondie les alternatives au prolongement du Grand Canal du Havre à Tancarville.

Dans le cadre d'une implantation potentielle des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, l'analyse de ce premier débat public montre que la préservation du milieu écologique est un enjeu majeur dans l'estuaire de la Seine. S'interroger sur la dimension écologique des technologies de CTSC est donc crucial dans ce territoire, notamment si ce dispositif engendre localement des impacts négatifs.

Port Seine Métropole Ouest : une exploitation du granulat tolérée, mais un projet à grande échelle contesté.

Le débat public relatif au projet de Port Seine Métropole Ouest a eu lieu en 2014. Ports de Paris, maître d'ouvrage de ce projet, souhaite installer un port fluvial avec un quai partagé dans la plaine d'Achères à l'ouest de la RN184. Le plan suivant localise plus précisément ce projet d'infrastructures.

15. <http://www.lemarin.fr/articles/detail/items/le-havre-le-projet-de-prolongement-du-grand-canal-report.html>. Consulté le premier Juillet 2015.



FIGURE 34 – Plan de localisation du Projet Port Seine Métropole Ouest (Source : Ports de Paris 2014.)

La zone d'implantation de ce port fluvial est en zone inondable. De plus, elle était auparavant une zone polluée, impropre à l'agriculture et la construction. Auparavant, cette zone de la plaine d'Achères était une zone d'épandage des boues d'épuration de Paris et sa petite couronne. Ces boues étaient chargées en métaux lourds (PORTS DE PARIS 2014, p. 30). Actuellement, ce site est exploité comme carrière de granulats à destination de l'industrie du BTP. La première motivation du porteur du projet du Port Seine Métropole Ouest est donc de permettre le transport de granulats de cette carrière par voie fluviale. Dans le contexte de la construction du réseau de transport Arc Express¹⁶ et des nouveaux logements associés au projet Grand Paris, l'utilisation de ce port fluvial est décisive. Outre l'apport de granulats, les déblais de chantier pourront également être valorisés pour combler la carrière.

Par ailleurs, Ports de Paris envisage aussi la construction de ce nouveau port comme instrument de développement économique. Cette infrastructure est susceptible d'attirer de nouvelles activités, le bord à quai partagé facilitant l'importation et l'exportation de marchandises. De plus, elle s'inscrit également dans une amélioration de la logistique internationale. Une future extension du projet dédié à la logistique, à l'est de la RN184, est d'ailleurs anticipée. La localisation de cette infrastructure se situe à la confluence de la Seine et de l'Oise. En effet, l'ouverture du canal Seine Nord, prolongeant la navigation sur l'Oise jusqu'au canal Dunkerque-Escaut permet-

16. Il s'agit d'un métro automatique destiné à relier les banlieues d'Île-de-France sans passer par Paris. <http://www.arcexpress.fr/>. Consulté le 16 Juillet 2015.

trait au Port Seine Métropole de devenir un maillon essentiel dans la logistique internationale de l'Axe-Seine et du Grand Paris (PORTS DE PARIS 2014, p. 9-25.).

Le cadrage de ce projet d'infrastructure portuaire porte lui aussi sur le caractère de développement économique durable du projet au service du territoire et de l'agglomération parisienne. Les titres de parties de la synthèse de présentation du projet illustrent parfaitement ces ambitions :

« Créer de la valeur pour le territoire ».

« Participer à l'élan économique du Nouveau Grand Paris ».

« Développer les modes de transport respectueux de l'environnement ».

Durant la période de concertation de ce débat public (15 septembre -15 décembre 2014), ce projet a cependant soulevé des enjeux contradictoires quant à l'aménagement du territoire. Comme pour le débat précédemment, nous synthétiserons dans un tableau les positions adoptées par les parties prenantes qui ont participé à ce débat.

Enjeux soulevés par le Port Seine Métropole Ouest

	Parties prenantes	Points de vue relatif au projet
Cadre de vie	<ul style="list-style-type: none"> - Ville d'Andresy - Collectif pour la Protection des Riverains de l'A184 devenue A104 (CO.P.R A104) - Europe Ecologie les Verts Yvelines (EELV) - Construisons ensemble un Andresy Solidaire (CEAS) - Ile de France Environnement (IDFE) - Ville de Conflans Ste Honorine - Comité Pour un Réseau routier Ouest Francilien Intégré à l'Environnement (PROFILE) - Mairie de Maisons Laffitte - Mairie de Conflans - Mairie d'Herblay - Club Historique d'Andresy - Ateliers de l'environnement et de la Démocratie - Clubs de voile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesures de limitations des nuisances visuelles, sonores et paysagères à mettre en place, (ex : réaliser des études complémentaires pour s'assurer de cette limitation) - Compensation des habitants déplacés (ville d'Andresy). - Reports modaux fluviaux et ferroviaires doivent être privilégiés. (hostilité à l'augmentation des trafics routiers) - Port Ouest accepté, mais extension est nuisible au cadre de vie (Conflans, Herblay) - Projet nuisible sur le cadre paysager d'Andrésy. - Trafic fluvial qui risque de perturber les régates.
Développement local	<ul style="list-style-type: none"> - Association Régionale pour le Développement des Infrastructures Economique et de la Sécurité - Ville d'Achères - Comité des armateurs fluviaux (CAF) - Fédération Régional des Travaux Publics (FRTP) - Communauté d'Agglomération de Cergy Pontoise - FFB Yvelines - Conseils généraux du Val d'oise et des Yvelines - SIAAP - UNICEM 	<ul style="list-style-type: none"> - Projet créateur d'emplois. - Projet qui permet une réduction des émissions de CO2. - Valorise un territoire pollué et inondable. - Participe aux besoins de granulats du secteur de la construction d'Ile-de-France (UNICEM, FFB Yvelines). - Projet en cohérence avec le tissu industriel existant. Favorise l'import de matières premières (SIAAP).
Projet instrument du Grand Paris et de l'Axe-Seine	<ul style="list-style-type: none"> - Société du Grand Paris (SGP) - Cercle pour l'Optimodalité en Europe (COE) - Voies Navigables de France - Conseil Régional d'Ile-de-France - Agglomération Deux rives Seine (CA2R) - CCI de Normandie - Chambres de Commerce d'Ile-de-France <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Parti de Gauche des Yvelines (PGY) - Europe Ecologie les Verts Poissy 	<ul style="list-style-type: none"> - Maillon indispensable de la logistique fluviale dans la construction de l'Axe-Seine. - Maillon indispensable pour la construction du réseau Arc Express et du Grand-Paris. - Hub logistique des port de l'Axe-Seine. - Lieu stratégique de connexion entre Paris et la mer. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Projet qui ne sert pas les intérêts locaux, mais seulement ceux de l'Axe-Seine. - Granulat une ressource non renouvelable à préserver (PGY) - Opposé à la logique du Grand Paris qui ne correspond pas à la logique d'un développement soutenable (EELV). Transport fluvial plus adapté que transport routier.
Projet prélude au prolongement de l'A104	<ul style="list-style-type: none"> - Cercle pour l'Optimodalité en Europe (COE). - Conseils généraux du Val d'oise et des Yvelines. - Chambres de Commerce d'Ile-de-France. - Comité Pour un Réseau routier Ouest Francilien Intégré à l'Environnement (PROFILE). <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Collectif Pour la Protection des Riverains de l'A184 devenu A104 - Europe Ecologie les Verts - Ile de France Environnement (IDFE) - Confluence Ecologie Solidarité (CES) - Mairie d'Herblay 	<ul style="list-style-type: none"> - Prolongation de l'A104 nécessaire au bon fonctionnement du Port Seine Métropole. - L'absence de connexion aux réseaux ferroviaire et routier rendrait inefficace la desserte du port et ses ambitions en termes de logistique internationale. - Actuel réseau routier saturé par la circulation. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <ul style="list-style-type: none"> - Prolongement de l'A104 engendre des nuisances en termes de pollution dans un territoire très impacté. - Prolongement de l'A104 qui fait perdre le bénéfice du report modal fluvial. - Prolongement de l'A104 qui engendrerait un enclavement plus important d'un quartier de la commune d'Herblay.

Tableau 6 – Enjeux soulevés lors du débat public Port Seine Métropole Ouest.

L'analyse des cahiers d'acteurs et des contributions proposées par les parties prenantes de ce débat nous ont permis d'identifier quatre enjeux soulevés par ce projet : le cadre de vie, le développement local, les liens entre ce projet et les projets du Grand Paris et de l'Axe-Seine et enfin, l'association entre ce projet et le prolongement de l'A104. Ces deux derniers enjeux font d'ailleurs l'objet de positionnements antagonistes de la part des acteurs engagés dans ce débat public.

Ce tableau montre que la préservation du cadre de vie semble avant tout un enjeu pour les communes, le parti écologiste, mais aussi le milieu associatif (associations environnementales, de riverains, de protection du patrimoine et association sportives). Dans l'analyse des contributions, nous avons observé que les inquiétudes de ces riverains portaient principalement sur les nuisances associées à ce projet d'infrastructures. Ces acteurs insistent notamment sur les nuisances relatives au bruit, aux trafics routiers et fluviaux, ainsi qu'à la dégradation du paysage. L'enjeu de développement local est davantage abordé par la ville d'Achères, des représentants de branches professionnelles (UNICEM, FFB, CAF, FRTP) et des instances départementales et intercommunales (Conseils généraux du Val d'Oise et des Yvelines, Communauté d'Agglomération de Cergy Pontoise). Dans les contributions soumises aux débats ces acteurs insistent sur la cohérence du projet avec le tissu économique local, ainsi que sur la valorisation apportée par ce projet en termes de viabilisation de l'espace.

L'association du projet de Port Seine Métropole Ouest avec le projet d'Axe-Seine est à la fois soutenue et contestée par les parties prenantes participants à ce débat. Celles soutenant l'association de ces deux projets sont davantage des représentants du monde économique, ou des parties prenantes impliquées dans la réalisation du Grand Paris. La poursuite d'une telle ambition nécessiterait l'extension du port à l'est de la RN184 pour implanter une zone de stockage de conteneurs. Le Port Seine Métropole constituerait ainsi un hub pour la logistique internationale à la confluence de la vallée de la Seine et de l'Oise. Ce port serait relié aux Grands Ports Maritimes de Rouen et du Havre, mais aussi suite à la construction du canal Seine-Nord, aux ports belges et néerlandais.

Les opposants à une telle conception de ce projet sont représentés par des acteurs politiques (Parti de Gauche des Yvelines, Europe Écologie les Verts de Poissy). Ils dénoncent la réalisation d'une infrastructure dont l'utilité est essentiellement destinée à la logistique internationale au détriment de l'économie locale. Une telle ambition va selon eux à l'encontre d'un développement durable et contribue en outre à l'épuisement du granulats. Ajoutons qu'une extension du port à l'est de la RN184 est également dénoncée par la commune de Conflans-Sainte-Honorine, car elle nuirait au cadre de vie des habitants.

Enfin concernant l'association de ce projet avec le prolongement de l'A104, nous observons un antagonisme similaire. Les représentants du monde économique ainsi que les départements du Val d'Oise et des Yvelines soutiennent cette association entre le Port Seine métropole et le prolongement de l'A104¹⁷. Ces parties prenantes considèrent que ce projet autoroutier est un vecteur du bon fonctionnement des infrastructures et de l'optimisation de la desserte du port.

17. Pour une analyse de ce débat voir DZIEDZICKI 2004 et SUBRA 2014.

A l'inverse, les nuisances relatives au prolongement de cette infrastructure autoroutière sont critiquées par les riverains et les associations environnementalistes, ainsi que par la commune d'Herblay dénonçant l'enclavement d'un quartier de la ville si ces projets étaient réalisés.

Au regard des thématiques dégagées de l'analyse, nous identifions plusieurs cadrages de ce projet. Nous observons tout d'abord un cadrage du port Seine Métropole Ouest proposé par les représentants du monde économique qui renforce la définition du projet par Ports de Paris en l'associant pleinement avec les projet de prolongement de l'A104, ou le projet d'Axe-Seine. Le Port Seine Métropole Ouest devient dans cette perspective un instrument de connexion entre la métropole parisienne et les flux internationaux. Pour illustrer ce propos référons-nous aux titres de parties des tenants de ce cadrage :

« Port Seine Métropole Ouest : un atout pour l'axe Seine ». **Voies Navigables de France.**

« Port Seine-Métropole Ouest : le maillon du système logistique global de l'axe Paris-Seine- Normandie ». **CCI de Normandie.**

« Port Seine-Métropole Ouest, une étape vers la réalisation d'une plateforme multimodale logistique de plus grande envergure ». **Cercle pour l'optimodalité en Europe.**

Par ailleurs nous observons également un cadrage opposé à ce projet où le Port Seine Métropole Ouest est défini comme porteur de nuisances pour le cadre de vie local, ne desservant que les intérêts liées à la construction du Grand Paris ou de l'Axe-Seine. Ce cadrage est principalement porté par des associations de riverains ou de défense de l'environnement. Les titres de cahiers d'acteurs suivants illustrent ce cadrage :

« PSMO, entre espoirs et craintes : pour un transport fluvial et ferroviaire, contre un mode routier totalitaire. » **Île-de-France Environnement.**

« Une infrastructure portuaire (PSMO) à taille humaine appliquant, très majoritairement, un report modal fluvial et ferré, dès son ouverture ». **Collectif pour la Protection des Riverains de l'A104.**

« PSMO : une opportunité ou un leurre ? Oui au développement concerté et autolimité du territoire. Non à la démesure et au gigantisme ». **Construisons ensemble un Andrésy solidaire.**

« EELV s'oppose à toute extension du port à l'Est et demande des garanties ». **Europe Écologie Les Verts.**

Si l'on interroge ce projet en mobilisant la grille de lecture de Dziedzicki (DZIEDZICKI 2004), nous observons de nouveau ici qu'il s'agit davantage d'un conflit portant sur les incertitudes et les impacts associés à un projet (pollutions, nuisances sonores) et sur le contenu du projet en lui-même (quelles finalités du Port Seine Métropole Ouest ? Le Grand Paris et l'Axe-Seine ou le développement local). Par ailleurs, certains acteurs associatifs (COPR A104, CEAS) questionnent aussi les procédures de décision. Ces derniers restent vigilants sur l'opportunité de développer d'autres projets tels que l'A104 ou le port Seine Métropole Est, si le port Ouest était effectivement réalisé. Ils critiquent ainsi la procédure de débat public qui découpe et dé-

compose les différents projets.

L'analyse de ce débat public montre que le cadre de vie dans cette zone de l'Axe-Seine est une dimension essentielle à prendre en compte. Certaines parties prenantes font notamment état des nuisances présentes sur le territoire et souhaitent limiter l'impact de nouvelles activités. Au regard de cette observation, s'interroger sur la perception des technologies de CTSC est nécessaire. Ces dernières sont en effet susceptibles d'être perçues comme présentant des nuisances sur le cadre de vie.

D'autre part, nous observons également ici que les projets d'Axe-Seine et du Grand Paris ne font pas l'unanimité. La problématique des impacts locaux au service de cette ambition nationale est d'ailleurs soulevée par les opposants à cette orientation du Projet de Port Seine Métropole. Nous observons ici la contradiction soulevée par Castells (CASTELLS 1996) entre les infrastructures favorisant l'intégration des territoires à l'espace des flux et les logiques relatives à l'utilisation de l'espace des lieux. Dans le cadre d'une éventuelle implantation des technologies de CSTC dans l'Axe-Seine, la justification de bénéfices locaux liés à l'utilisation de ce dispositif technique semble donc à envisager dans la zone amont de l'Axe-Seine. En effet comme nous l'avons observé au chapitre précédent, le potentiel d'utilisation des technologies de CTSC est moins important en Île-de-France qu'en Seine-Maritime.

La Ligne Nouvelle Paris Normandie (LNPN) : entre attractivité territoriale et nuisances pour le paysage et l'environnement.

Le débat public concernant la ligne Nouvelle Paris-Normandie a eu lieu entre 2011 et 2012. Pour le maître d'ouvrage de ce projet (Réseau Ferré de France), le projet LNPN poursuit deux ambitions majeures : améliorer le quotidien des voyageurs normands et franciliens et rapprocher l'Île-de-France de la Normandie dans la dynamique du Grand Paris (RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE 2012a, p. 1). Pour Réseau Ferré de France, la situation du trafic ferroviaire entre l'Île-de-France et la Normandie est insatisfaisante. Les trains sont peu nombreux et les temps de trafic trop longs par rapport aux liaisons ferrées entre Paris et d'autres villes comme le Mans par exemple (Op. cit., p. 2). De plus, le réseau entre Paris et la Normandie date du XIX^{ème} siècle, il est donc difficilement modernisable et adaptable à la grande vitesse. Les trois scénarios initiaux proposés par le maître d'ouvrage sont illustrés par la représentation graphique suivante (Figure 35).

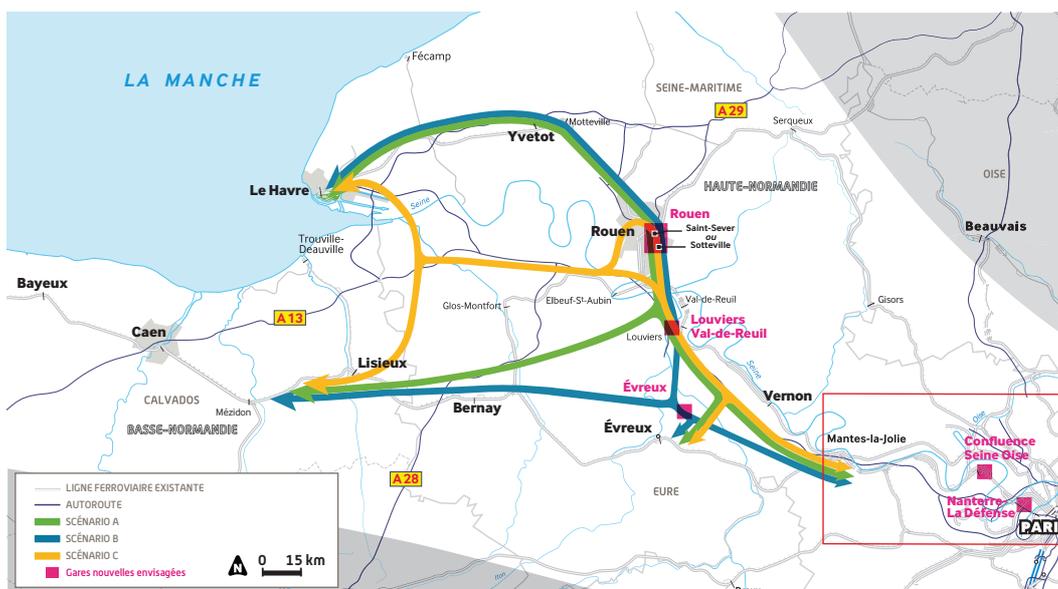


FIGURE 35 – Trois scénarios soumis par RFF lors du débat Public (Source : RFF 2012.)

Selon Réseau Ferré de France la construction d'une ligne nouvelle entre Paris et la Normandie permettrait non seulement de répondre à l'enjeu de la qualité du transport ferroviaire, mais aussi de contribuer au développement économique du territoire. Selon le maître d'ouvrage, la construction de cette ligne à grande vitesse (250 km/h en Normandie et 200 km/h en Île-de-France) permettrait de diminuer les temps de parcours entre l'ensemble des principales agglomérations normandes, ainsi qu'entre ces dernières et la capitale. Le report du trafic entre Paris et la Normandie sur cette nouvelle ligne permettrait à la fois d'augmenter les cadences des trains régionaux, mais aussi de libérer des voies pour les trains de fret. Ainsi, cette infrastructure remplirait-elle les deux ambitions poursuivies par le maître d'ouvrage. L'amélioration du temps de transport, conséquence directe de cette nouvelle ligne, et le développement économique à la fois lié à l'amélioration de la desserte fret des Ports de l'Axe-Seine, la création d'un quartier d'affaires autour de la nouvelle gare à Rouen et l'amélioration des dessertes locales facilitant la mobilité des Normands autour des pôles d'activités. Pour résumer le cadrage d'un tel projet, référons-nous à un paragraphe souligné dans l'avant-propos du dossier du maître d'ouvrage (RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE 2012b) :

« servir les ambitions de développement des territoires concernés en améliorant leur accessibilité, tant pour les voyageurs que pour le fret portuaire ; améliorer durablement la régularité et le confort des liaisons entre Paris et la Normandie, tout en étant attentif aux besoins des transports franciliens »

Durant la période de concertation du débat public relatif au projet de Ligne Nouvelle Paris-Normandie (3 octobre 2011, 3 février 2012) 95 cahiers d'acteurs ont été produits. Nous nous sommes appuyés sur les titres de ces contributions pour identifier les enjeux soulevés par ce débat public. Les tableaux suivants mettent en correspondance ces enjeux soulevés dans le débat, les parties prenantes porteuses de ces points de vue, et un résumé des idées défendues par ces acteurs.

Enjeux soulevés par la ligne Nouvelle Paris-Normandie

	Parties prenantes	Points de vue
Transports	<ul style="list-style-type: none"> - Collectivités de l'Axe-Seine. - Véolia-Transdev. - Groupe Socialiste au conseil régional d'Ile de France. - Groupe Socialiste au conseil régional de Basse-Normandie. - Communautés de communes : Caux vallée de Seine, cœur de Caux Canton de Valmont, Cœur de Caux, région et ville d'Yvetot. - Syndicat des Transport de la Région Ile de France (STIF). - Association Naturellement Nanterre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Améliore l'offre de transports. - S'inscrit dans une mutation globale du système de transports. - Est une solution au service des habitants.
	<ul style="list-style-type: none"> - FNAUT Haute-Normandie - CGT. - Vernon Train de Vie. - Europe Ecologie les Verts - Elus communistes Haute-Normandie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Une nouvelle ligne qui ne doit pas se mettre en place au détriment de l'existant. - Des trains quotidiens qui doivent être garantis.
Développement local	<ul style="list-style-type: none"> - ARDIES Yvelines - Chambre de Métiers et d'artisanat de l'Eure - Parti socialiste Caen - Chambre de commerces, club du parc de la vatine Union Portuaire de Rouen. - Association Elan Normandie et EDEN - Comité de Liaison Interconsulaire Normandie (CLIC) - Groupe UMP Centriste Basse Normandie - Union des industries Chimiques - MEDEF Le Havre Rouen Dieppe, Calvados - Chambre d'Agriculture de la Manche - Conseil de développement Caen la mer Caen Métropole 	<ul style="list-style-type: none"> - Un projet au service de l'attractivité et de la diversification économique des territoires.
	<ul style="list-style-type: none"> - Grand Port Maritime du Havre (GPMH) - Grand Port Maritime de Rouen - Ports de Paris 	<ul style="list-style-type: none"> - Un projet au service du développement portuaire grâce à la libération de voies pour le fret ferroviaire.
	<ul style="list-style-type: none"> - Communauté de Communes du canton de Beuzeville. - Génération Vernon. - Comité d'expansion économique du Val d'Oise. - Communauté d'agglomération Amiens Métropole. - Syndicat Mixte grand amiénois. - Ville de Lisieux et Communauté de commune Lisieux. - ARDIES Val d'Oise. - Conseil Général du Val d'Oise. - Conseil Général de l'Eure. - Saint-Lô Agglomération. 	<ul style="list-style-type: none"> - Des Territoires à ne pas oublier dans ce projet.
Un projet aux impacts négatifs pour les territoires	<ul style="list-style-type: none"> - Ecologie pour Le Havre (EPLH). - Fédération régionale des syndicats d'exploitants Agricoles Haute-Normandie. - Haute-Normandie Nature Environnement (HNNE). - Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande - Association de défense de la vallée de la Paquine. - Association le Pays d'Auge. - NPA Haute-Normandie. - Chambre d'Agriculture de l'Eure. 	<ul style="list-style-type: none"> - Une nouvelle ligne au détriment de l'espace Agricole. - Un projet qui a des impacts négatifs sur l'environnement fragile de la vallée de la Seine. - Un projet qui ne doit pas être réalisé au détriment des espaces naturels protégés.

Tableau 7 – Enjeux soulevés par le débat public du projet Ligne Nouvelle Paris-Normandie.

Enjeux soulevés par la ligne Nouvelle Paris-Normandie

	Parties prenantes	Points de vue
Projet instrument du Grand Paris et de l'Axe-Seine	<ul style="list-style-type: none"> - CRITT Transport et logistique. - Calvados Stratégie, Orne développement. - CCI Val d'Oise Yvelines. - Fédération des Clubs logistiques de Basse Normandie. - CCI de Paris. - Caisse des dépôts. - MEDEF Ile de France. - Syndicat Mixte du SCOT du Pays d'Auge. - Chambre de Commerce Ile de France. - Seine Aval. - Mouvement Normand et Organisation normande de Défense de l'environnement - Communauté de communes Côte Fleurie. - Comité des élus de l'estuaire. - Collectif citoyen et Républicain Bienvenue en Normandie. - Pays d'Auge Expansion. - CESER Haute-Normandie. - Association pour la promotion de la ligne nouvelle Paris Normandie. - Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie - Ville du Havre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Projet au service d'une logistique de l'Axe-Seine. - Un impératif pour le développement économique de l'Axe-Seine. - Un projet qui participe d'une ambition nationale.

Tableau 8 – Enjeux soulevés par le débat public du projet Ligne Nouvelle Paris-Normandie suite.

Comme l'illustre ces tableaux, les enjeux soulevés par le projet de Ligne Nouvelle Paris Normandie sont relatifs au développement local, au développement de l'Axe-Seine, au transport et aux impacts négatifs de ce projet de ligne à grande vitesse pour le territoire.

Quantitativement, nous observons que les acteurs considérant ce projet sous l'angle du développement local et du développement de l'Axe-Seine sont plus nombreux. Ces enjeux du projet de ligne nouvelle Paris-Normandie sont abordés par des acteurs issus du monde économique (Chambres de commerce, branches professionnelles, associations professionnelles) des acteurs institutionnels (Agence de développement, Caisse des dépôts, Collectivités territoriales), mais aussi certains partis politiques (UMP, Parti Socialiste).

Pour les parties prenantes considérant que la LNPN contribue à l'Axe-Seine, les titres des cahiers d'acteurs analysés montrent à la fois l'importance des dimensions de logistiques internationales et des dimensions économiques. L'enjeu de développement local est quant à lui abordé sous trois angles distincts.

Premièrement, certaines collectivités territoriales mettent l'accent sur l'intérêt pour l'attractivité de leur territoire d'un tel projet de ligne à grande vitesse. Deuxièmement, d'autres collectivités territoriales, comme Vernon, la Communauté de Communes du Canton de Beuzeville, la Communauté d'Agglomération Amiens Métropole, ou encore la Communauté de Communes de Lisieux souhaitent que ce projet bénéficie également à leur territoire. La ville de Vernon craint par exemple que cette ligne traverse son territoire sans pour autant en bénéficier. Le cahier d'acteur rappelle donc l'atout stratégique de la ville de Vernon dans l'Axe-Seine. Des argumentations similaires sont observées pour les autres collectivités territoriales citées précédemment.

Troisièmement, les représentants des ports de l’Axe-Seine insistent aussi sur le développement local associé à ce projet de ligne nouvelle. Cette infrastructure permettra de libérer des voies destinées au fret et donc, contribuera au développement des infrastructures portuaires.

Au regard de cette analyse les dimensions de développement de l’Axe-Seine et de développement local semblent interdépendantes. Le développement de ce corridor territorial doit contribuer au développement des différentes collectivités. Toutefois, certaines d’entre elles craignent de ne pas en bénéficier. Cette observation fait écho aux travaux de Dupuy (DUPUY 1991). Cet aménageur montre en effet que les infrastructures produisent du territoire. L’absence d’externalités positives de la LNPN est donc perçue comme une crainte de relégation territoriale. Dans ce débat public, les parties prenantes expriment par exemple leur crainte d’une absence de desserte de la LNPN sur leur territoire. Ces derniers seraient bien sur l’axe de cette ligne ferroviaire à grande vitesse, mais ne pourraient bénéficier des avantages de cette infrastructure en l’absence d’une gare permettant de créer un pôle d’attractivité.

Les deux autres dimensions de ce projet soulevées dans ces cahiers d’acteurs sont celles du transport et des impacts négatifs de la LNPN vis-à-vis de l’agriculture, du patrimoine et de l’environnement. Concernant les enjeux de transport ce projet est abordé à la fois positivement et négativement. Les collectivités locales, une entreprise de transport, et le Parti Socialiste considèrent que ce projet contribuera à une amélioration globale des transports ferroviaires dans l’Axe-Seine. Ces acteurs s’accordent globalement avec le cadrage proposé par le maître d’ouvrage de ce projet Réseau Ferré de France. Les représentants du Parti Communiste, d’Europe Écologie les Verts, ainsi que la CGT et des associations d’usagers des transports expriment cependant des craintes quant à cette vision positive du projet. Ces parties prenantes craignent notamment que le réseau existant soit délaissé. De fait, certains territoires seraient privilégiés au détriment des autres. Ce projet accentuerait donc les inégalités territoriales. Nous observons ici les mêmes inquiétudes que celles exprimées par certaines collectivités territoriales localisées sur le tracé de la LNPN quant à la relégation territoriale.

Les acteurs exprimant des craintes quant aux externalités négatives de ce projet sont à la fois les agriculteurs qui estiment que leur activité est menacée, des acteurs associatifs, des acteurs politiques, et des administrations en charge de la gestion de milieux naturels protégés qui mettent quant à eux l’accent sur les destructions paysagères et environnementales potentielles d’un tel projet d’infrastructure.

Ces parties prenantes proposent un cadrage opposé à celui soutenu par RFF. Les titres des cahiers d’acteurs suivants permettront d’établir cet autre cadrage du projet LNPN.

« Des solutions réalistes, ni ruineuses, ni impactantes, pour répondre aux vrais besoins ».

Écologie pour Le Havre (EPLH).

« Pour faire vraiment place à l’avenir, un maillage ferroviaire qui s’accorde à la transition écologique ». **Haute-Normandie Nature Environnement (HNNE).**

« La LNPN , un projet inadapté au contexte économique actuel et des scénarii A et C qui impactent de manière irréversible une vallée dotée d’un biotope exceptionnel ».

Association de défense de la vallée de la Paquine.

« Pour un « Métro Seine », plutôt qu'une ligne de type TGV en Normandie ». **Fédération Nationale des Associations d'Usagers des Transports (FNAUT) Haute-Normandie.**

« Pour un train du quotidien, solution à l'urgence sociale et environnementale » **Europe Écologie les Verts.**

Les titres des cahiers d'acteurs de ces différentes parties prenantes proposent un cadrage du projet de LNPN que nous pourrions résumer ainsi : une nouvelle ligne qui ne répond pas aux besoins de transports dans l'Axe-Seine et dont les impacts environnementaux et paysagers sont non négligeables. Le cadrage du projet proposé par ces acteurs s'oppose ainsi en tout point à celui du maître d'ouvrage.

L'utilisation de la grille de lecture proposée par Dziejicki (DZIEDZICKI 2004) pour analyser ce débat public, montre de nouveau que les enjeux du débat portent davantage sur des enjeux substantiels et d'incertitudes quant aux impacts de cette nouvelle ligne à grande vitesse. Comme nous l'avons observé, la pertinence du projet est questionnée par les acteurs associations écologistes, des associations d'utilisateurs et certains partis politiques (Europe Écologie Les Verts, ou le NPA) et ses impacts environnementaux par les mêmes acteurs. Les impacts sur le milieu agricole sont aussi questionnés par les syndicats agricoles et par la chambre d'agriculture de l'Eure. Cette analyse des cahiers d'acteurs de la LNPN laisse aussi apparaître une dimension structurelle de ce débat public. Les contributions de certaines collectivités territoriales réaffirmant leur appartenance à l'Axe-Seine laissent entrevoir une définition de ce projet comme uniquement au service du Grand Paris et de l'Axe-Seine, au détriment des territoires de la vallée de la Seine.

4.4.3 L'environnement, le cadre de vie et la pertinence d'un projet en termes de développement local : trois enjeux décisifs dans l'éventuelle implantation des technologies de CTSC.

L'analyse de trois débats publics ayant eu lieu dans le territoire de l'Axe-Seine permet de dégager plusieurs enseignements dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Les enjeux soulevés dans ces différents débats révèlent trois dimensions auxquelles il semble nécessaire d'être attentif dans l'éventualité d'une implantation d'un dispositif de CTSC : les impacts environnementaux, les impacts sur le cadre de vie, l'intérêt du projet en termes de développement local.

Les impacts environnementaux des projets d'aménagement sont évoqués dans l'ensemble des débats publics analysés. Il s'agit à la fois des impacts positifs valorisés par le maître d'ouvrage considérant que son projet participe au développement durable, mais aussi des impacts négatifs. Dans les débats analysés ici, la dimension environnementale est davantage évoquée dans

le débat concernant le prolongement du Grand Canal Le Havre-Tancarville. La présence d'une réserve naturelle explique probablement cette attention particulière. Dans les débats analysés, cette dimension environnementale est essentiellement portée par les associations de défense de l'environnement. Notons toutefois que les associations de riverains défendant leur cadre de vie se réapproprient cette argumentation. Ce positionnement leur permet de dépasser les intérêts locaux et de justifier leur opposition selon un registre plus général (THÉVENOT et LAFAYE 1993). Pour ces associations de riverains, les nuisances ou les pollutions susceptibles d'être engendrées par un projet d'aménagement contribuent à la dégradation du cadre de vie.

Dans les débats publics analysés, la question de la préservation du cadre de vie est essentiellement soulevée dans le cadre du projet de Port Seine Métropole Ouest. Les associations de riverains, mais aussi certaines communes craignent que la réalisation de ce projet engendre une augmentation du trafic poids lourds, générant nuisances sonores et pollution ainsi qu'une dégradation du paysage.

Enfin, la dimension de la contribution d'un projet au développement local est quant à elle particulièrement présente dans le débat relatif à la Ligne Nouvelle Paris-Normandie. En effet, ce projet génère à la fois des attentes fortes de développement local et régional, mais aussi des craintes quant à la relégation de certains territoires.

Au regard de la localisation des principaux sites émetteurs concernés par une potentielle utilisation des technologies de CTSC, nous observons que l'aval de l'Axe-Seine envisagerait probablement ce dispositif comme un instrument du développement local. En revanche, un éventuel stockage du CO₂ dans le Bassin Parisien risque de soulever des enjeux concernant la dégradation du cadre de vie. L'analyse des cahiers d'acteurs relatifs au projet de Port Seine Métropole Ouest montre l'importance de ce facteur pour la réalisation du projet.

4.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons identifié une partie des contraintes et des oppositions susceptibles d'être rencontrées par les technologies de CTSC si ces dernières étaient effectivement implantées dans l'Axe-Seine. Comme l'expliquent Callon et al. (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001), les controverses technoscientifiques font toujours émerger des dimensions inattendues. Il est donc impossible de prévoir précisément l'ensemble des dimensions et des oppositions potentiellement soulevées par les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Au regard de la littérature scientifique et des débats soulevés lors de l'implantation de précédents projets de CTSC, nous nous sommes focalisés sur les modalités d'occupation de l'espace, les enjeux environnementaux, la présence d'appellations d'origine contrôlée et protégée dans l'Axe-Seine, et enfin, les enjeux soulevés par de précédents débats publics dans l'Axe-Seine.

Pour les modalités d'occupation de l'espace, nous avons identifié la présence d'une zone périurbaine entre l'agglomération de Rouen et l'Île-de-France. Par ailleurs, cette dernière accueille des proportions plus importantes de professions intermédiaires que les autres zones périurbaine de l'Axe-Seine. Au regard des propos de Borraz (BORRAZ 2008), un tel contexte est favorable à la constitution d'un mouvement d'opposition des habitants vis-à-vis de technologies présen-

tant des incertitudes. L'implantation des technologies de CTSC dans cet espace serait donc potentiellement plus conflictuelle qu'ailleurs. Les débats publics analysés conduisent à une observation similaire. La question du cadre de vie et de sa préservation semble en effet primordiale dans le débat public concernant le projet Port Seine Métropole Ouest.

Dans ce chapitre, nous avons identifié des zones potentiellement sensibles sur le plan environnemental en nous référant à la présence de Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) mais aussi, de Parcs Naturels Régionaux dans l'Axe-Seine. Ces espaces laissent eux aussi supposer l'émergence de débats autour des technologies de CTSC. La question des impacts environnementaux de ces technologies est susceptible d'être soulevée. En effet, il existe des incertitudes scientifiques relatives à l'impact du stockage géologique de CO₂ sur le sous-sol (BERTHE 2012). Par ailleurs, les acteurs des territoires intervenant dans ces zones naturelles protégées sont susceptibles de percevoir ces technologies comme une atteinte à l'image de ces territoires. Dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, lever les incertitudes autour des impacts environnementaux de ce dispositif technique semble décisif. La vallée de la Seine possède un patrimoine naturel très riche. De fait, ce type d'enjeux est susceptible d'être soulevé tout au long de l'Axe-Seine.

Enfin, les technologies de CTSC sont également susceptibles d'avoir une influence sur l'image des produits locaux. La localisation des appellations d'origine contrôlée et protégée dans l'Axe-Seine montre que ces dernières sont localisées à l'est et au sud de l'Île-de-France, à l'ouest de la Basse-Normandie et au Nord de la Haute-Normandie. Au regard de l'expérimentation d'une chaîne complète de captage, transport et stockage de CO₂ à Lacq, dans le sud-ouest de la France, nous estimons que le stockage géologique de CO₂ est davantage susceptible d'avoir un impact négatif. De fait, là encore l'Île-de-France semble davantage propice aux oppositions à ce dispositif technique. Les réservoirs géologiques de stockage du CO₂ se trouvent en effet essentiellement dans cette zone de l'Axe-Seine.

Bien qu'il existe un potentiel non négligeable d'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine, ce quatrième chapitre montre qu'une implantation de ce dispositif technique n'est pas exempte de contraintes. Les enjeux environnementaux, de préservation du cadre de vie et d'atteinte à l'image des produits locaux par ces technologies sont à prendre en compte. Ces différents enjeux semblent notamment plus sensibles en Île-de-France où est envisagé le stockage du CO₂.

Conclusion de la deuxième partie

Dans cette deuxième partie de notre recherche nous nous sommes attachés à caractériser l’Axe-Seine, territoire potentiel d’implantation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Nous souhaitons ici comprendre les dynamiques spatiales de ce territoire en termes de projets d’Aménagement, de gestion du problème du réchauffement climatique, mais aussi identifier des facteurs favorables ou défavorables à une éventuelle implantation des technologies de CTSC.

Comme nous l’avons observé dans le troisième chapitre, l’échelle spatiale de la vallée de la Seine fait l’objet de projets d’Aménagement du Territoire depuis les années 1970. Un premier Schéma d’Aménagement et d’Urbanisme (SDAU) du territoire de la Basse-Seine a été adopté et mis en application en 1971. L’objectif de ce premier projet d’aménagement était de faire de la basse vallée de la Seine une zone d’appui pour le développement économique de l’agglomération parisienne. Les concepteurs de ce schéma souhaitaient ainsi attirer une partie des entreprises franciliennes en mobilisant les atouts économiques et industriels du territoire, mais aussi en insistant sur la proximité géographique de ce territoire avec Paris. En 2008, le gouvernement s’interroge sur l’avenir de l’agglomération parisienne. Il souhaite faire de Paris une ville monde. Un concours d’architecture est donc organisé par l’État sur cette question. Le projet porté par Grumbach remporte ce concours d’architecture. Cette équipe considère que la vallée de la Seine est un espace pertinent pour faire de Paris une ville monde. Grumbach considère en effet que toutes les villes mondes possèdent un port qui les connecte aux flux de l’économie mondialisée. Il envisage donc les ports du Havre et de Rouen comme ports pour l’agglomération parisienne. Toutefois, l’avenir de la métropole parisienne tel que le conçoit Grumbach est celui d’une métropole qui limite ses impacts sur l’environnement : « la métropole de l’après Kyoto ». Dans son projet d’Aménagement du Territoire il propose donc de s’appuyer sur les démarches d’écologie industrielle et des mobilités douces telles qu’elles sont proposées dans les travaux de Rifkin (RIFKIN, F. CHEMLA et P. CHEMLA 2012). Selon Grumbach, l’échelle de l’Axe-Seine permet d’appliquer ces démarches de façon optimale.

Concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les propositions de Grumbach semblent concordantes avec les démarches déjà mises en œuvre dans les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE) dans les régions de l’Axe-Seine. En effet, notre observation des orientations relatives au secteur industriel montre que l’écologie industrielle est une solution envisagée dans chacune des régions de l’Axe-Seine. En revanche, l’éventuelle utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est uniquement une option présente

dans le SRCAE de la région Haute-Normandie. Notre observation des émissions de CO₂ potentiellement captables grâce aux technologies de CTSC justifie la référence à cette solution dans le SRCAE. En effet, les principales concentrations de sites émetteurs susceptibles d'utiliser ce dispositif technique sont localisées en Haute-Normandie. Toutefois, dans cette région aucun réservoir géologique n'est adapté pour le stockage du CO₂. Ces derniers sont principalement localisés en Île-de-France.

Bien que pertinent pour contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie, le dispositif de captage, transport et stockage du CO₂ serait cependant susceptible de rencontrer des oppositions s'il était implanté. Dans le quatrième chapitre de cette recherche, nous avons observé plusieurs limites vis-à-vis du déploiement de ces technologies. La littérature scientifique concernant les conflits d'usage, la sociologie des techniques, mais aussi les retours d'expérience de précédents projets, permettent d'identifier des zones spatiales potentiellement défavorables pour l'implantation des technologies de CTSC. L'analyse de la littérature relative aux conflits d'usage soulignent que ces derniers ont davantage lieu dans les zones périurbaines où résident des populations issues des classes moyennes. Par ailleurs, ces conflits d'aménagement débordent bien souvent les enjeux directement associés au projet. Par exemple, un précédent projet d'expérimentation du CTSC implanté à Lacq, dans le sud-ouest de la France a révélé que ce dispositif technique soulevait aussi des oppositions de la part des viticulteurs qui y voyaient une atteinte à l'image de leurs produits. En effet, les vignobles de Jurançon situés au-dessus du réservoir de stockage de CO₂ font l'objet d'une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC). La mise en relation d'un projet d'aménagement avec les dégradations qu'il pourrait entraîner sur l'économie locale, le cadre de vie mais aussi l'environnement est une dimension à prendre en compte.

Dans l'Axe-Seine, nous avons tout d'abord observé une proportion plus importante de l'habitat périurbain et de populations appartenant aux classes moyennes et résidant dans ce type d'espace en amont de l'axe. Ensuite, nous avons identifié plusieurs zones spatiales faisant l'objet d'appellations d'origine contrôlée et protégée. Ces dernières sont pour partie situées en Île-de-France, région où est envisagé le stockage du CO₂. Notons par ailleurs que la présence de zones naturelles d'exception tout au long de l'Axe-Seine pourraient également engendrer des oppositions face à l'implantation de ces technologies. Enfin, l'analyse de précédents débats publics ayant eu lieu dans l'Axe-Seine a, quant à elle, montré la sensibilité des associations franciliennes de riverains vis-à-vis des projets susceptibles de perturber le cadre de vie ou ne contribuant pas au développement local. Ainsi, implanter un dispositif de CTSC dans l'Axe-Seine, où le volet stockage serait essentiellement localisé en Île-de-France semble relativement complexe.

Au début de cette seconde partie de notre travail, nous avons rappelé que les dispositifs techniques et les territoires s'entre-définissent (AKRICH 1989). Comme le rappelle Simondon (SIMONDON 2012) un objet technique est le point de rencontre entre un milieu technique et un milieu géographique et doit être intégré aux deux milieux à la fois (Op. cit., p. 64). Pour exister un objet technique doit parvenir à créer un milieu mixte (techno-géographique) qui associe ces deux milieux, sans lequel il n'existerait pas lui-même. Simondon prend l'exemple de la turbine

de Guimbal. La particularité de cette invention est qu'elle permettait de localiser la génératrice dans le même conduit que la turbine. Ce type de turbine est notamment utilisé dans les usines marémotrices pour la production d'électricité. Ici l'eau s'infiltrant dans la turbine permet à la fois la production d'électricité et le refroidissement de la génératrice. Pour Simondon, cette turbine parvient à créer ce milieu mixte. Selon lui, l'évolution technique a permis la conception de ce type de technique pour améliorer la production d'électricité. Cependant, sans l'action de refroidissement de l'eau sur ce dispositif technique celui-ci ne pourrait exister.

Dans cette seconde partie, nous avons décrit le milieu géographique d'implantation potentiel des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. L'enjeu d'une implantation effective des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est la création d'un milieu techno-géographique par les technologies de CTSC, garant de leur existence effective. Au regard des travaux de la sociologie de la science et des techniques, nous pouvons affirmer que cette implantation effective des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est conditionnée par la constitution et la stabilisation d'un réseau sociotechnique composés d'éléments hétérogènes (artefacts techniques, éléments naturels, réglementations, Acteurs et Organisations.) (HUGHES 1987, LAW 1989). Dans la troisième partie de ce travail nous nous intéresserons donc aux prémices de la constitution de ce réseau sociotechnique. Nous analyserons les promesses technoscientifiques (BORUP et al. 2006) associées aux technologies de CTSC par leurs promoteurs, mais aussi les visions (CHATEAURAYNAUD 2011) d'une utilisation future de ce dispositif technique par les décideurs locaux.

Troisième partie

Les technologies de captage, transport
et stockage du CO₂ dans
« l’Axe-Seine » : quels imaginaires
techniques associés à un dispositif en
devenir ?

Introduction de la troisième partie.

Dans les premières parties de notre recherche, nous avons tout d'abord présenté les enjeux sociotechniques d'un dispositif de captage, transport et stockage du CO₂, ainsi que les attentes techniques et les imaginaires auxquels ces technologies étaient associées. Comme ces technologies n'existent pas à grande échelle sur le territoire de l'Axe-Seine, nous avons ensuite analysé le futur de l'Axe-Seine tel qu'il est envisagé dans les projets d'Aménagement du Territoire, mais aussi les dynamiques spatiales actuelles de ce territoire. Ici nous précisons la définition des futurs potentiels pour les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Dans cette perspective, nous nous appuyons à la fois sur les travaux de la sociologie des attentes sociotechniques (*Sociology of Expectations in Science and Technology*) (BROWN et MICHAEL 2003, BORUP et al. 2006, VAN LENTE 2012), mais aussi sur le concept d'imaginaire sociotechnique (JASANOFF et KIM 2015).

Pour ces chercheurs, la notion d'attente relative à la technique se définit comme une représentation à un instant t , d'un état futur d'une technologie ou d'une situation technique (BORUP et al. 2006). Il s'agit, en d'autres termes des promesses susceptibles d'être tenues par une innovation donnée. Comme le précisent ces auteurs le terme de promesse technoscientifique est aussi utilisé pour évoquer ces attentes relatives à la technique. Borup et al. précisent ensuite les caractéristiques essentielles de ce concept d'attente relative à la technique. Tout d'abord, ces représentations varient de façon simultanée avec le processus d'innovation. Par exemple, au début d'un processus d'innovation, les attentes relatives à une technologie sont bien souvent très élevées. L'innovation en question est présentée par ses promoteurs comme susceptible de résoudre rapidement et aisément une problématique donnée. Or, au cours du processus d'innovation, les obstacles techniques à soulever mais aussi le coût économique réel de cette innovation diminuent les attentes initialement associées à cette technologie (BROWN et MICHAEL 2003). Selon ces chercheurs, ces attentes fonctionnent suivant des cycles. Ensuite, ces attentes techniques se différencient également en fonction de la position des acteurs impliqués dans ce processus. En effet, un chef d'entreprise, un ingénieur ou un scientifique n'auront pas les mêmes représentations de ces futurs techniques potentiels (Op. cit., p. 3). Enfin, les attentes relatives à la technique sont performatives. Comme le souligne notamment Van Lente (VAN LENTE 2012), ces futurs techniques attendus orientent les recherches, mais engagent aussi les parties prenantes vers un futur rendu possible par le biais de la réalisation d'un dispositif technique.

Les attentes relatives aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ont été étudiées par Hansson (HANSSON 2012). Ce chercheur s'est appuyé sur des scénarios techniques, des

articles scientifiques mais aussi des documents politiques pour identifier les attentes relatives aux technologies de CTSC. Pour Hansson, les attentes relatives aux technologies de CTSC sont très élevées et trop optimistes. Selon son analyse, le CTSC est une solution idéale pour résoudre la problématique du réchauffement climatique. Les seuls obstacles à surmonter ne relèveraient pas du champ des techniques. Pourtant, comme il l'observe dans l'analyse des articles et des scénarios scientifiques, les données scientifiques concernant les performances et les coûts économiques d'un tel dispositif technique sont instables. De telles attentes sont donc pour Hansson peu réalistes (Op. cit., p. 86-89).

Le concept d'attente technique (ou de promesses technoscientifiques) focalise l'analyse sur les développeurs des dispositifs techniques. Dans cette partie de notre réflexion, nous analyserons également les propos tenus par des parties prenantes locales. Le concept d'attentes techniques n'est donc pas adapté. Pour analyser les représentations d'un futur technologique pour les parties prenantes extérieures au monde de la science et de la technique Jasanoff et Kim (JASANOFF et KIM 2015) proposent le concept d'imaginaire sociotechnique. Ils résument la définition de ce concept en signalant que les imaginaires sociotechniques sont des visions de futurs désirables, collectivement construites et défendues, atteignables par la réalisation de projets techniques et/ou scientifiques¹⁸ (Op. cit., p. 28). Pour identifier ces imaginaires sociotechniques, Jasanoff et Kim proposent de s'appuyer sur les récits et les discours circulant au sein d'une société (JASANOFF et KIM 2009, p. 123). Selon ces chercheurs, ces visions et ces discours relatifs aux futurs désirables, n'acquièrent le statut d'imaginaires que lorsqu'ils font l'objet d'un soutien politique.

Dans cette partie, nous nous appuyerons sur les discours et les récits des porteurs de projets de CTSC et des parties prenantes de l'Axe-Seine pour identifier les attentes et les imaginaires sociotechniques relatifs aux technologies de CTSC dans ce territoire. Ces discours et ces récits seront analysés de façon chronologique, afin d'identifier leur persistance ou leur transformation. Le chapitre 5, sera consacré à l'origine de l'intérêt pour cette solution technique dans le territoire de l'Axe-Seine entre 2006 et 2011. En appuyant notre propos sur une analyse de la presse locale, nous détaillerons ici les projets initiaux de développement de ces technologies dans ce territoire, mais aussi la naissance de la chaire CTSC dans laquelle cette recherche s'inscrit.

Le chapitre 6 portera quant à lui sur les attentes techniques relatives aux technologies de CTSC pour la période 2012-2015. Pour cette seconde période, à l'analyse des projets de CTSC identifiés dans la presse locale s'ajoute l'analyse des entretiens réalisés avec les parties prenantes de l'Axe-Seine dans le cadre de notre travail de thèse. Un projet de captage, transport et stockage du CO₂ n'existant pas à l'échelle de l'Axe-Seine, l'échantillon de parties prenantes auprès duquel ont été recueillies ces attentes techniques relatives à ces technologies a été constitué pour les besoins de notre enquête. Bien qu'il soit susceptible de se positionner sur ce type de projet, nous n'avons aucune certitude sur la participation à venir de l'ensemble de cet échantillon d'acteurs, ni des arguments développés par ces derniers lors du déploiement effectif de ces technologies. Comme le montre Nadaï et Labussière, les territoires et les configurations d'ac-

18. Citation originale : « imaginaries thus are Collectively held and performed visions of desirable futures »

teurs sont susceptibles de se recomposer lorsque les technologies sont effectivement implantées dans un territoire (NADAÏ et LABUSSIÈRE 2014). Cet exercice de scénarisation présente donc une limite car il n'est pas possible d'affirmer par anticipation le positionnement de ces parties prenantes lors de l'implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Cependant, cette analyse des attentes techniques relatives à ce dispositif pour des parties prenantes potentiellement investies dans ces projets donne une représentation raisonnée des positionnements de ces dernières avant la mise en place d'un dispositif de captage, transport et stockage du CO₂.

Méthodologie

Pour analyser ces attentes relatives aux technologies CTSC dans l'Axe-Seine nous nous appuyons à la fois sur des articles de la presse quotidienne régionale des trois régions de l'Axe-Seine, des actes de colloques mais aussi des entretiens. Les articles de la presse locale concernant les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ analysés dans les chapitres 5 et 6 ont d'abord été recueillis aux archives municipales du Havre. Ces dernières ont réalisé une compilation d'articles relatifs au dossier captage, transport et stockage du CO₂. Par ailleurs, nous avons effectué une recherche sur la base de données *Europresse* avec les mots clés « Captage CO₂ », « Stockage CO₂ », en sélectionnant les sources de la presse quotidienne régionale. Parmi les résultats de cette recherche, nous avons sélectionné et analysé les articles publiés dans la presse des régions Basse-Normandie, Haute-Normandie et Île-de-France, trois régions impliquées dans le projet d'Aménagement de l'Axe-Seine.

Dans notre recherche, l'appréhension de la presse quotidienne régionale s'inspire de l'approche de Darly et Torre (DARLY et TORRE 2008). Comme l'affirment ces chercheurs, la presse quotidienne régionale est le média le plus diffusé après la télévision. Elle permet un suivi très précis des événements en raison de sa parution quotidienne. Cependant, pour ces chercheurs, certains sujets sont moins abordés que d'autres en raison de la ligne éditoriale du journal (Op. cit., p. 309). Il est donc important d'analyser d'autres sources.

Ces différents matériaux feront l'objet d'une analyse de contenu. Cette dernière sera guidée par le concept de récit. Pour structurer l'analyse des propos analysés dans cette partie, nous nous inspirons des travaux de Ricoeur et son concept de *mise en intrigue*. Pour Ricoeur (RICOEUR 1984) la mise en intrigue correspond à l'intégration dans une histoire une et unique d'éléments hétérogènes (Op. cit., p. 18-19). Cette conception du récit comme mise en intrigue est notamment prolongée par certaines approches mobilisées en Sciences Politiques. Pour Radaelli (RADAELLI 2000), ces récits sont liés à la définition d'une politique publique qui prend la forme d'histoires causales. Ces récits sont construits de façon chronologiques. Ils commencent dans le passé, en présentant l'origine de l'action politique à mener, décrivent le présent (temps de l'action politique), et se poursuivent dans le futur projeté (où l'action aura eu des effets sur la situation). Comme l'affirme également Radaelli, ces récits permettent de stabiliser les hypothèses nécessaires à l'action dans le cadre d'un futur complexe et incertain (Op. cit., p. 257-258). Dans les matériaux analysés dans cette partie, nous considérons ici les attentes relatives aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine comme des récits. Ces derniers associent ce dispositif technique à d'autres projets projet de territoire et mettent en scène des limites relatives au développement de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine. Dans les différents documents analysés, nous serons donc attentifs à la séquentialité des récits (description du passé, utilisation du CTSC et association à l'utilisation de ce dispositif technique au futur du territoire) recensés dans la presse locale ou auprès des parties prenantes interviewées. Nous nous intéresserons aussi aux argumentations développées au sein de ces récits. Dans ces deux chapitres, nous respecterons la chronologie d'apparition de ces récits afin d'appréhender leur transformation ou à l'inverse leur persistance.

Chapitre 5

Le CTSC dans l’Axe-Seine : Conditions d’apparition et premières attentes relatives à un projet technique.

5.1 Introduction

L’intérêt pour les technologies de CTSC dans l’Axe-Seine apparaît dans la sphère publique et médiatique entre 2006 et 2007. Une analyse de la presse quotidienne régionale¹ nous a permis d’identifier plusieurs contextes d’apparition de ces technologies. Dans ce chapitre, les matériaux analysés font état des points de vue et des arguments développés par différentes parties prenantes (associations, responsables politiques, techniciens) à propos des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ et leur potentielle application dans l’Axe-Seine. Pour analyser ces propos, nous emploierons le concept de récit tel que le définissent les politistes. Selon Radaelli (RADAELLI 2004), les récits de politiques publiques sont les éléments cognitifs attachés à une politique publique. Ils dramatisent une situation, soulèvent des émotions mais donnent également les moyens de résoudre cette situation. Selon ce politiste, les récits de politique publique se présentent le plus souvent sous la forme d’histoires causales. Ils ont un début, un milieu et une fin qui est celle souhaitée par les auteurs de ce récit (Op. cit., p. 548-549).

Dans notre recherche, il ne s’agit pas de nous interroger sur une politique publique, mais sur un projet technique. Cependant, comme l’illustre la sociologie des sciences et des techniques, les projets techniques contiennent des dimensions politiques. Callon observe par exemple comment les concepteurs de la voiture électrique reconstruisent la société autour de cette innovation. Dans les années 1970, les ingénieurs d’EDF porteurs de ce projet imaginent les consommateurs de la société post-industrielle comme aspirant à des modes de vie plus collectifs, mais aussi de plus en plus préoccupés par les problèmes d’environnement. Ainsi, selon ces ingénieurs, la voiture thermique, symbole du transport individuel et polluant, pouvait-elle être remplacée par des véhicules électriques. (CALLON 1987).

1. Pour les détails de la méthodologie employée cf : encadré dans l’introduction de la troisième partie

La sociologie des attentes techniques confirme la validité de ces premières observations pour des projets technoscientifiques qui ne sont encore que des ébauches, des idées. Dans une telle perspective sociologique, les promesses et les attentes associées à un dispositif technique sont performatives. Elles structurent les solutions adoptées pour développer une technologie (DEUTEN et RIP 2000). Ainsi les premières attentes sont-elles contraignantes pour les développements ultérieurs des technologies.

Dans cette recherche, les récits concernant les technologies de CTSC sont ceux d'une implantation potentielle de ce dispositif technique dans un territoire, l'Axe-Seine. Ces derniers nous permettront d'observer les « territorialisations » de ce dispositif envisagées par différentes parties prenantes de l'Axe-Seine et les oppositions qu'il rencontre. Dans ce chapitre, nous analyserons les articles de presse et les matériaux recueillis concernant la période 2006-2011 qui précèdent notre travail d'enquête auprès des parties prenantes locales. La presse locale sera analysée région par région. Comme nous l'avons observé dans l'analyse des Schéma Régionaux Climat Air Énergie, la problématique du CO₂ est appréhendée de façon spécifique dans chacune des régions de l'Axe-Seine (Basse-Normandie, Haute-Normandie et Île-de-France). Les récits relatifs aux technologies de CTSC varient donc également selon ces régions. Le chapitre suivant prolongera cette analyse afin d'identifier les récits qui ont perduré et constituent le socle d'un imaginaire technique relatif au CTSC dans l'Axe-Seine.

Ce chapitre se structurera en quatre parties. Nous reviendrons tout d'abord sur les récits initiaux concernant le CTSC développés dans la presse régionale en Basse-Normandie. Ensuite, nous nous intéresserons aux récits associés à ces technologies en Île-de-France. Puis, nous nous focaliserons sur les récits qui ont émergé dans la presse Haut-Normande autour d'une controverse relative à l'implantation de deux nouvelles centrales à charbon. Enfin, nous reviendrons sur la légitimation de l'Axe-Seine comme espace pertinent de développement de ce dispositif technique. Ainsi observerons-nous les territorialisations envisagées entre ces technologies et le territoire de l'Axe-Seine.

5.2 Entre informations générales relatives aux projets de CTSC en cours et contestations de projets localisés dans l'estuaire de la Seine : récits relatifs aux technologies de CTSC dans la presse quotidienne régionale de Basse-Normandie.

Entre 2006 et 2012 le quotidien Ouest-France aborde les technologies de CTSC dans quatre articles. Deux de ces articles abordent le projet mené par Total sur le site industriel de Lacq. Ce projet est abordé de façon très générale dans l'article du 8 février 2007. Le journaliste nous informe ici du coût, du fonctionnement général du projet, mais aussi de l'enjeu poursuivi par Total. L'objectif principal de cette entreprise est de réduire les coûts d'utilisation de ces technologies dans un contexte où le prix de la tonne de CO₂ émise par les industriels augmente

(POIROT 08-02-2007, Ouest-France). L'autre article, daté du 12 janvier 2010, revient quant à lui sur l'inauguration de ce projet industriel. Ici, le journaliste rappelle de nouveau les procédés techniques mis en œuvre, l'ambition politique associée à ces technologies, et les contestations engendrées par un tel dispositif technique. Selon cet article, lors de l'inauguration du projet de Lacq, la secrétaire d'État chargée des technologies vertes voit dans les technologies de CTSC une nouvelle filière industrielle. Cependant, la fiabilité du stockage est mise en question par les habitants de la commune de Rousse où se trouve le réservoir géologique de stockage, objet de l'expérimentation (12-01-2010, Ouest France).

Pour la période 2006-2012, les deux autres articles identifiés dans le quotidien Ouest-France associent ces technologies à la question du « charbon propre ». Un article daté du 7 mars 2007 fait état de l'opposition des élus de la communauté de communes du Pays d'Honfleur à un projet d'implantation de deux nouvelles centrales à « charbon propre » dans la zone industrialoportuaire du Havre. Au regard des propos rapportés dans cet article, l'opposition des élus est motivée à la fois par des raisons sanitaires relatives à la pollution engendrée par ces centrales et aux poussières de charbon transportées sur la rive sud de l'estuaire, mais aussi par des raisons concernant l'impact économique de telles industries. Selon ces élus, l'implantation de ces deux nouvelles centrales à charbon pourraient également avoir un impact négatif sur l'économie touristique du territoire d'Honfleur (07-03-2007, Ouest-France, p. 16). Ces projets de centrale à « charbon propre » et l'utilisation des technologies de CTSC associées à ces sites industriels a également fait l'objet d'une controverse sur la rive nord de l'estuaire. Nous détaillerons cette controverse dans la troisième partie de ce chapitre.

L'association entre les technologies de CTSC et le « charbon propre » est aussi abordé par le quotidien Ouest-France dans un article daté du 21 décembre 2009. Dans cet article, les enjeux de l'utilisation du « charbon propre » à l'échelle globale sont détaillés. Le journaliste rappelle tout d'abord la hausse de la consommation de charbon à l'échelle mondiale. Cette source d'énergie est privilégiée en raison de son faible coût économique mais aussi de sa disponibilité. Le charbon est, comme le souligne cet article, disponible pratiquement dans le monde entier et ses réserves sont estimées à 200 ans de consommation. Dans la dernière partie de son propos, le journaliste revient toutefois sur les inconvénients majeurs liés à l'utilisation du charbon, à savoir les émissions de polluants comme les oxydes de soufre ou d'azote mais aussi le CO₂. L'auteur de cet article termine son propos en signalant que les défenseurs du charbon considèrent le CTSC comme une solution à cette problématique. Toutefois selon lui, ces technologies restent coûteuses et ne sont pas immédiatement généralisables (POIROT 21-12-2009, Ouest-France).

Dans la presse Bas-Normande, nous observons donc trois types de récits relatifs aux technologies de CTSC. Un premier récit envisage ce dispositif technique dans sa dimension économique. La définition de la situation problématique est celle d'une hausse des prix de la tonne de CO₂ sur les marchés du carbone. Développer les technologies de CTSC est donc présenté comme nécessaire par les industriels afin de limiter les retombées économiques négatives de ces mesures réglementaires. De plus, l'enjeu économique est aussi partagé à l'échelle nationale. Comme l'affirme la secrétaire d'État aux technologies vertes lors de l'inauguration du projet Total à

Lacq, les technologies de CTSC doivent constituer une filière industrielle. Ainsi, les entreprises françaises pourront-elles vendre leur savoir faire dans des états très dépendants des énergies fossiles pour la production d'électricité.

Un deuxième récit concerne le « charbon propre ». La situation initiale de ce récit est définie comme l'utilisation de plus en plus importante du charbon comme source d'énergie en raison de son abondance et de son faible coût économique. Le CTSC est ici le garant d'une utilisation de cette source d'énergie compatible avec les objectifs de développement durable partagés à l'échelle internationale.

Enfin, le troisième type de récit identifié ici est celui d'un dispositif technique présentant des risques et des nuisances. L'utilisation des technologies de CTSC est ici définie comme incertaine voire risquée. Par ailleurs, selon ces récits, la disponibilité immédiate de ce dispositif technique reste à démontrer. Le CTSC est donc ici un dispositif technique favorisant les intérêts des acteurs de l'industrie, au détriment des populations ou d'autres secteurs économiques. Les articles relatant la contestation du projet de stockage du CO₂ à Rousse ou les projets de centrales à charbon propre dans la ZIP du Havre, montrent les inquiétudes sanitaires concernant ces projets, mais aussi les potentielles retombées négatives pour l'économie des territoires sur lesquels s'implantent les technologies de CTSC (Les vignobles de Jurançon et le tourisme à Honfleur et sur la côte Fleurie).

5.3 Enjeux économiques et projet de démonstration contesté : les technologies de CTSC dans la presse francilienne.

Dans le quotidien régional *Le Parisien*, les technologies de CTSC font leur apparition le 29 janvier 2007. Dans cet article, le journaliste fait tout d'abord le portrait d'une planète dépendante des énergies fossiles, responsables du réchauffement climatique. Il rappelle ensuite les solutions envisagées pour résoudre cette problématique. Il évoque le recours massif aux énergies renouvelables pour lesquelles se mobilisent la plupart des groupes pétroliers mais aussi, les technologies de CTSC. Dans cet article, ces dernières sont présentées comme au stade de pilote. Ces technologies ne sont pas encore disponibles à l'échelle industrielle, il est donc nécessaire dans premier temps d'en démontrer la faisabilité technique sur un prototype à grande échelle (29-01-2007 *Le Parisien*, p. 2).

Pour la période 2006-2012, les autres articles de ce quotidien régional consacrés aux technologies de CTSC concernent le projet de démonstration mené par Véolia sur le site de la décharge de Claye-Souilly. Selon un premier article du *Parisien*, les technologies de captage du CO₂ seront installées sur la centrale thermique de la décharge qui produit de l'électricité à partir de biogaz issu de la décomposition des déchets. Le CO₂ sera ensuite transporté et stocké dans un aquifère salin de la couche géologique du Trias à 1500 mètres sous le site de la décharge de Claye-Souilly. Selon les responsables du projet, l'objectif est de stocker 200 000 tonnes par an pour une durée comprise entre cinq et dix ans. Au regard des précédentes expériences dans le domaine, les experts de Véolia considèrent que ces technologies sont sûres. Ils espèrent ainsi

améliorer le procédé pour le rentabiliser avec pour objectif un coût de la tonne de CO₂ captée et stockée équivalent à une trentaine d'euros. Actuellement une tonne de CO₂ capté et stocké coûte en effet entre 70 euros et 80 euros (BRIGAUDEAU 18-03-2008, *Le Parisien* p. 1).

Dans un autre article daté du 25 juin 2008, *Le Parisien* illustre une autre application des technologies de captage du CO₂. Sur le site de Claye-Souilly, Véolia souhaite aussi développer une unité de production de biométhane pour alimenter en carburant des bus ou des engins de collecte des déchets. Selon cet article, le principal enjeu de production d'un biométhane commercialisable (contenant plus de 80% de méthane) est la séparation du CO₂ et du diazote (N₂). Plusieurs procédés de captage du CO₂ sont donc testés sur le site de Claye-Souilly (BRIGAUDEAU 25-06-2008, *Le Parisien Seine et Marne Sud*, p. 2). Bien que de nature différente, ces projets mobilisent des technologies de séparation du CO₂ d'autres gaz. Ainsi pourraient-ils probablement tester deux modalités d'utilisation des technologies de CTSC en Île-de-France.

Le projet de CTSC sur le site de Claye-Souilly ne fait cependant pas l'unanimité. Un article du *Parisien* daté du 27 juin 2008 relate notamment l'opposition des riverains à ce projet lors d'une réunion publique. Selon cet article, la réunion publique a été organisée par deux conseillers généraux PS et PC pour apporter des précisions sur le projet de Véolia, rendu public en mars 2008. Toutefois, les responsables du projet ne sont pas présents lors de cette réunion. A leur place, deux scientifiques de l'École des Mines et du Bureau de Recherche en Géologie Minière (BRGM) ont été conviés pour présenter l'intérêt, le fonctionnement, mais aussi les risques relatifs à l'utilisation de ces technologies. L'article fait ensuite état de trois réactions du public. Nous les restituons ici :

« Ce qu'on veut savoir c'est s'il faut s'inquiéter pour notre santé ! »

« Je ne comprends rien ! Comment est-on sûr que le stockage de CO₂ ne comporte pas de risque ? »

« Dans le secteur, nous avons déjà les carrières de plâtre, les décharges, les dépôts de gravats du BTP, les nuisances de l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle...On en a marre ! »

Ces propos montrent deux types d'opposition à ce projet chez les riverains. Les deux premières réactions illustrent une opposition liée aux incertitudes concernant un nouveau dispositif technique. La troisième souligne quant à elle un phénomène de saturation chez les populations au regard des activités économiques présentant des nuisances.

Pour comprendre davantage les enjeux de la controverse autour de ce projet, nous avons analysé les billets du blog de l'association de défense de l'environnement de Claye-Souilly et ses alentours (ADENCA)². Cette association est membre du réseau associatif, Seine et Marne Nature Environnement³ qui fait partie de France Nature Environnement. Cette ONG s'oppose à l'emploi des technologies de CTSC. Elle dénonce notamment les coûts économiques importants de ces technologies mais aussi, les incertitudes relatives aux risques de fuites liés au stockage

2. <http://adenca.over-blog.com/tag/captage%20et%20stockage%20co2%20claye-souilly/>. Consulté le 16 septembre 2015.

3. http://www.environnement77.fr/pages/Associations_adherentes_a_NE77-6024147.html. Consulté le 16 septembre 2015.

de CO₂⁴.

Dans la controverse relative au projet CTSC sur le site de Véolia, l'ADENCA expose plusieurs motifs d'opposition. Dans les premiers billets de ce blog, l'absence de concertation avec les associations et les riverains est dénoncée. Par exemple, dans les billets du 17 février et du 12 mars 2009, l'ANDECA regrette ne de pas avoir été invitée lors de l'inauguration du projet de stockage géologique de CO₂, alors qu'elle fait partie de la commission locale d'information et de surveillance concernant la décharge de Claye-Souilly⁵.

L'absence d'information des riverains sera quant à elle dénoncée dans les billets du blog de l'ANDECA datés du 5 juin et du 20 juin 2009. Par ailleurs, cette association s'oppose à deux autres aspects du projet de stockage de CO₂ à Claye-Souilly : les incertitudes et les risques relatifs à l'utilisation des technologies de CTSC et les mesures compensatoires envisagées par Véolia dans le cadre de ce projet. Pour dénoncer les risques que Véolia fait prendre aux riverains en expérimentant le stockage géologique de CO₂, ainsi que les mesures financières compensatoires versées aux communes pour faire accepter le projet, l'ANDECA utilise l'analogie avec d'autres projets ou la référence à des travaux scientifiques comme stratégie argumentative. Dans la plupart des billets consacrés à ces questions, nous observons une phrase d'accroche relative au projet de Claye-Souilly et ensuite, un extrait d'article ou des extraits d'études scientifiques concernant le stockage du CO₂ en général, ou faisant référence à des projets en particulier comme ceux de Lacq, In Salah, ou Sleipner. Le passage qui suit illustre le type de paragraphes d'accroche employés pour dénoncer les incertitudes relatives au stockage géologique de CO₂.

STOCKAGE CO2 CLAYE-SOUILLY : ALLONS-NOUS ACCEPTER DE SERVIR DE COBAYES ?

Projet pilote de stockage de déchets industriels gaz carbonique (CO₂) dans les aquifères salins sur le site de la décharge Rep Veolia Claye-Souilly, Fresnes sur-marne, Charny.

ALLONS-NOUS ACCEPTER DE SERVIR DE COBAYES ?⁶

Cette accroche est suivie d'un extrait d'article paru sur le site actu-environnement faisant état des incertitudes relatives au stockage géologique de CO₂⁷.

4. http://www.fne.asso.fr/fr/capture-et-stockage-du-carbone-oui-au-naturel-non-a-l-artificiel.htmlcmp_id33&news_id1303. Consulté le 16 septembre 2015.

5. Les Commissions Locales d'Information et de Surveillance (CLIS) sont des instances réglementaires relatives aux installations de traitement des déchets soumises à autorisation. Elles réunissent des représentants de la société civile (associations de protection de l'environnement ou association de riverains) et les gestionnaires des sites sous l'autorité du préfet. Ces commissions ont pour objet d'informer les populations sur les problèmes posés par les installations de gestion des déchets concernant la santé humaine et l'environnement. http://www.legifrance.com/affichCode.do;jsessionid15C4F8FE734A4110825C01D39A24FFB0.tpdjo02v_1?id=SectionTALLEGISCTA000006188521&cidTexteLEGITEXT000006074220&dateTexte20111222. Consulté le 17 septembre 2015.

6. Le majuscules employées ici, ainsi que l'alignement centré de cette citation reproduisent la forme du billet tel qu'il est écrit dans le blog de cette association.

7. <http://adenca.over-blog.com/article-30662171.html>. Consulté le 17 septembre 2015.

Les articles de la presse quotidienne régionale, ainsi que l'analyse des billets du blog de l'association de défense de l'environnement de Claye-Souilly et ses alentours illustrent trois récits concernant les technologies de CTSC. La presse régionale inscrit tout d'abord ces technologies dans un récit d'ordre économique. Les experts de Véolia, au regard de précédentes expérimentations, considèrent les technologies de CTSC comme fiables. L'enjeu est alors de les rendre rentables et ainsi de favoriser la position de ce groupe industriel dans la maîtrise de ces technologies et leur commercialisation.

Les articles du *Parisien* montrent aussi l'association entre les dispositifs de captage du CO₂ et la commercialisation de biométhane à destination des véhicules municipaux et de collecte des déchets. La décharge de Claye-Souilly gérée par Véolia est notamment décrite comme une « vitrine » en termes de protection de l'environnement grâce à la production d'électricité par méthanisation. Le dispositif de captage et stockage du CO₂ concrétise ici à la fois la production d'une électricité sans CO₂ mais aussi, la possibilité d'un méthane plus pur et commercialisable. A ces récits décrivant un futur favorable au développement des technologies de CTSC s'oppose celui de l'association de défense de l'environnement de Claye-Souilly et ses alentours (AN-DECA). Ici les technologies de CTSC sont décrites comme incertaines et risquées. Par ailleurs, le projet de Véolia à Claye-Souilly est dénoncé pour son opacité, l'absence d'information et de concertation avec les populations locales, mais aussi en raison des impacts anticipés par l'AN-DECA concernant le cadre de vie des habitants. L'analyse des billets du blog de l'ANDECA montre que le projet de Claye-Souilly attend des subventions de l'État pour être concrétisé⁸. La controverse n'est donc probablement pas terminée.

5.4 Les technologies de CTSC dans l'estuaire de la Seine : un dispositif technique garant du « charbon propre » ?

Dans la presse quotidienne régionale Haut-Normande, les technologies de CTSC apparaissent à l'été 2006, associées à deux projets d'implantation de nouvelles centrales à « charbon propre » dans la zone industrialo-portuaire (ZIP) de l'estuaire de la Seine. Cependant, l'utilisation du charbon propre dans l'estuaire de la Seine ne fait pas l'unanimité. Ce territoire rassemble sur un même espace une réserve naturelle et une concentration importante de sites industriels à risque⁹. L'implantation de deux nouvelles centrales à charbon entraîne donc un effet de saturation pour les associations écologistes et citoyennes, dans un territoire où le besoin d'énergie supplémentaire est décrit par ces dernières comme superflu. Nous reviendrons ici plus précisément sur les récits concernant les technologies de CTSC et leur évolution au cours de la controverse relative à ces projets de centrales à charbon.

L'analyse de la presse locale permet de saisir les prémices de la controverse relative à l'im-

8. <http://adenca.over-blog.com/2015/02/projet-d-enfouissement-de-gaz-carbonique-co2-sous-nos-pieds-habitants-de-claye-souilly-et-environs-voulez-vous-servir-de-cobayes.htm>. Consulté le 17 septembre 2015.

9. La ZIP du Havre compte 20 sites Seveso parmi lesquels 16 sont classés Seveso seuil haut. http://ormes.fr/fichiers/fichierslies/Brochure_PPI.pdf. Consulté le 7 octobre 2015.

plantation de deux nouvelles centrales à charbon dans la ZIP du Havre. Nous rappellerons tout d'abord la présentation de ces projets par leurs promoteurs, le rôle susceptible d'être joué par les technologies de CTSC, puis nous reviendrons sur la structuration de l'opposition à ces projets de centrales à « charbon propre ».

5.4.1 Le charbon : énergie de substitution économiquement pertinente ?

Au regard des sources dont nous disposons, l'annonce d'un premier projet d'implantation d'une nouvelle centrale à charbon a eu lieu à l'été 2006 (Juillet et Août) et le second projet en Novembre 2006. Dans ces deux premiers articles, le contexte de ce projet d'implantation industrielle est présenté de la façon suivante :

« Ce projet confirme le retour en grâce du charbon comme source d'énergie, à l'heure où le pétrole se fait plus rare et plus cher. (...) » (AUBIN 25-07-2006, Les Échos)

« Compte tenu de la libéralisation du marché de l'électricité ce n'est pas EDF qui investira dans ce futur outil industriel. Le projet de nouvelle centrale thermique au charbon est porté par la SNET¹⁰ (...). » (SIRET 30-08-2006, Le Havre Libre)

Ces extraits d'articles de presse montrent deux aspects du contexte de ce projet industriel. Tout d'abord, l'enjeu énergétique de trouver une source d'énergie fossile de substitution aux hydrocarbures habituellement utilisés (pétrole et gaz) semble une première justification de l'implantation d'une nouvelle centrale à charbon. En effet, les données de l'INSEE nous informent qu'en 2006 le pétrole atteignait 50 dollars le baril¹¹. Ensuite, l'extrait du *Havre-Libre* montre que ce projet s'inscrit également dans le contexte de libéralisation du marché de l'électricité. Ce dernier a en effet été ouvert aux particuliers en 2007¹². Ainsi l'implantation d'une centrale à charbon portée par la SNET participait-elle d'un développement des moyens de production d'électricité des concurrents d'EDF. Ajoutons aussi qu'un tel projet industriel est également attractif pour la place portuaire du Havre. Dans le chapeau de son article, le journaliste des *Échos* affirme que *le port renforce la composante énergétique de son trafic en autorisant la construction d'une centrale au charbon* (AUBIN 25-07-2006).

5.4.2 Les technologies de CTSC : clés de la réussite du charbon propre ?

La pertinence du charbon comme énergie de substitution aux hydrocarbures habituellement utilisés (le pétrole et le gaz) est limitée par l'image négative associée à cette énergie. Notons que dans les sphères publique et médiatique de 2006, les réflexions relatives à la protection de l'environnement et à la limitation de l'effet de serre prenaient une place de plus en plus importante. Le protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005¹³ et la France prépare une concertation et un ensemble de loi sur le développement durable : le Grenelle de l'environnement¹⁴. Les porteurs de ces projets d'implantation de centrales à charbon proposent donc

10. Société Nationale d'Électricité et de Thermique

11. <http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/bsweb/graph.asp?idbank001565198>. Consulté le 14 avril 2015.

12. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-ouverture-a-la-concurrence-des,10687.html>. Consulté le 3 Août 2015.

13. http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/press041118_fre.pdf. Consulté le 3 Août 2015.

14. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-genese-du-Grenelle-de-l.html>. Consulté le 3 Août 2015.

de développer des centrales à « charbon propre ». Ces dernières font intervenir plusieurs types de technologies dont le dispositif de captage, transport et stockage du CO₂. Les deux extraits suivants précisent cette définition du charbon propre.

« Le charbon porte avec lui des images de labeur et de fumée noire s'échappant de hautes cheminées. A la SNET on explique que les techniques de charbon propre permettent à la fois une diminution des émissions atmosphériques par la dénitrification et la désulfuration et une hausse des rendements. »(SIRET 30-08-2006, Le Havre Libre).

« Le charbon a longtemps pâti d'une image pas très positive mais les centrales qui sont conçues aujourd'hui sont capables de récupérer et de recycler le dioxyde de carbone ou CO₂, assure Jean Marc Lacave Directeur du Port Autonome. Au Havre pourrait même être mis en œuvre un procédé mis au point par l'industriel américain Greenfuel, qui vise à utiliser le CO₂ dans la fabrication de carburants verts à base d'algues. »(AUBIN 25-07-2006, Les Échos).

Ces extraits d'articles de presse permettent de dégager une ébauche de récit concernant l'utilisation des technologies de CTSC comme garantes du « charbon propre ». Le contexte présenté par les porteurs des projets de centrales charbon (Industriel et Grand Port Maritime du Havre) est celui d'une nécessité d'utiliser le charbon comme alternative au pétrole ou au gaz dont le coût économique est de plus en plus élevé.

En revanche comme le soulignent ces parties prenantes, l'utilisation du charbon au XXI^e siècle sera totalement différente des utilisations de cette source d'énergie au XIX^{ème} et au début du XX^e siècles. Selon ces parties prenantes, les avancées technologiques¹⁵ garantiront dans un futur proche l'utilisation d'une énergie fossile ne dégageant aucune pollution et aucun CO₂. Dans ce récit, l'utilisation des technologies de CTSC est donc la garantie d'une utilisation du charbon compatible avec les exigences du développement durable. Ce dispositif technique conditionne donc l'implantation des centrales à charbon sur la ZIP du Havre. Un article du Havre-Libre rapporte les propos de Luc Poyer, directeur général de POWEO :

« Nous avons une exigence de charbon propre. Nous n'envisageons pas de lancer cette centrale sans avoir mis en œuvre des solutions innovantes dans le domaine de la capture, du transport et de la valorisation du CO₂. » (SIRET 20-12-2006, Le Havre-Libre).

15. Désulfuration, dépolluierage, suppression des oxydes d'azote et CTSC

5.4.3 Le « charbon propre » : une alternative dénoncée par les associations et les membres du parti écologiste.

La confirmation de deux projets d'implantations de deux nouvelles centrales à charbon dans la ZIP du Havre entraîne rapidement l'opposition des associations de protection de l'environnement de l'estuaire de la Seine qui montent un collectif (Collectif Contre les Nouvelles Centrales au Charbon)¹⁶. Deux articles du *Havre-Libre* datés des 15 et 20 décembre 2006 dessinent les contours de ce récit d'opposition à ces projets de centrales à charbon. Observons tout d'abord la remise en cause de la définition du contexte par les promoteurs de ces projets de centrales à charbon.

« Il ne suffira pas de nous faire de grandes déclarations ou promesses. Il faudra que les politiques nous proposent du concret, car paradoxalement, la pénurie annoncée d'or noir, qui laissait espérer le développement d'énergies propres, ouvre au contraire la voie à la vieille houille. » Claude Blot, Président d'Estuaire Sud (15-12-2006, *Le Havre-Libre*).

Les propos du président de l'association Estuaire Sud illustrent un désaccord sur les actions à mener face à la pénurie d'or noir. Ici, le charbon propre ne semble pas une réponse appropriée. Parallèlement aux associations, les conseillers régionaux écologistes dénoncent aussi l'absence de concertation concernant ces projets et leur incohérence au regard du plan énergie climat régional.

« Il s'agit d'une décision aberrante prise à huis clos dans le secret des négociations entre le port et deux multinationales. Le projet de retour au charbon démontre une fois encore, l'incohérence entre le discours et les actes. Dans notre région *poursuivent les Verts* la construction de centrales à charbon est en totale contradiction avec l'objectif du plan climat régional. » (SIRET 20-12-2006, *Le Havre-Libre*.)

Enfin, le collectif d'associations dénonce la mise en place d'un tel projet en raison de ses conséquences sanitaires. Selon eux, les technologies rendant possible l'utilisation d'un charbon propre n'existent pas. Ces techniques sont par ailleurs très coûteuses. Les propos du président du collectif associatif, rapportés par *Le Havre-Libre*, illustrent ces observations.

« La maîtrise du charbon n'est qu'au stade de la recherche. On ne sait pas traiter le captage du CO₂ dans l'air d'une façon massive. Le coût pour capter, transporter et insuffler du CO₂ dans d'anciens puits de pétrole est considérable à grande échelle. Nous n'imaginons pas que des investisseurs privés investissent lourdement dans ces technologies du futur pour les projets de centrales havraises. Même Nelly Olin, ministre de l'écologie n'y croit pas. Elle nous l'a dit lorsqu'elle nous a rencontrés. En attendant l'arrivée des technologies dans plusieurs années, le CO₂ partira dans l'air et les Havrais subiront les retombées des poussières de charbon. Nous détenons déjà dans la région des records nationaux de mortalité liées à la pollution. Le charbon propre n'existe pas ; il faut

16. <http://2cn2c.free.fr/>. Consulté le 3 Août 2015. Ce collectif rassemble dix associations : Écologie Pour Le Havre, Eco-Choix, SOS Estuaire, Estuaire Sud, Effet de Serre toi-même, UFC que choisir Le Havre, Attac Le Havre, Association la Hêtraie.

mettre le paquet sur la réduction de la production d'électricité et promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables. » (Bernard Lelièvre, président du collectif C2N2C, cité par LEMARCHAND 08-03-2007, Le Havre-Libre).

Cet extrait condense les arguments des opposants aux projets de centrales à charbon. Les technologies sont coûteuses et non encore disponibles. Par conséquent, implanter de nouvelles centrales à charbon c'est mettre en péril la santé des Havrais uniquement pour favoriser le développement de grands groupes industriels. Pour ce collectif, il est donc préférable de promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables ou l'efficacité énergétique. Par ailleurs, la référence à la position de la Ministre de l'environnement donne plus de poids aux propos du collectif associatif. Cette stratégie argumentative de référence à une personnalité renforce l'argumentation du collectif associatif (CHATEAURAYNAUD 2011). Ce n'est plus simplement une contestation locale de ce projet, mais aussi une remise en cause par un représentant de l'État de la faisabilité immédiate de centrales à « charbon propre ».

L'ébauche de récit proposée par les opposants contredit en tous points le scénario avancé par les partisans des projets de centrales à charbon. La prise en compte d'une raréfaction des hydrocarbures existe bien dans ces deux récits, mais pour ce collectif opposé aux centrales à charbon ainsi que pour les Verts, les économies d'énergie, l'utilisation des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique sont des solutions adaptées au futur énergétique du territoire. Le tableau suivant résume les ébauches de récits mobilisant les technologies de CTSC :

Etapes du récits	Synthèse des propos des parties prenantes	
	<i>Industriels</i>	<i>Collectif d'associations</i>
Définition de la situation problématique	<ul style="list-style-type: none"> - Les hydrocarbures sont de plus en plus chers. - Utiliser le charbon est une alternative économique. - Cette énergie émet et émettra de grandes quantités de gaz à effet de serre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les hydrocarbures se raréfient et sont de plus en plus chers. - Le charbon semble l'alternative privilégiée. - Cette source d'énergie est polluante. - Le charbon propre n'existe pas et les technologies de CTSC ne sont pas maîtrisées.
Conséquences de l'inaction	<ul style="list-style-type: none"> - Le réchauffement climatique s'amplifiera. - Le coût de l'énergie s'accroîtra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le réchauffement climatique s'amplifiera. - La dépendance des sociétés aux énergies fossiles sera maintenue.
Instruments envisagés pour répondre à la problématique	<ul style="list-style-type: none"> - Les centrales actuelles ont un meilleur rendement et consomment moins de charbon. - Les techniques de dépoussiérage, désulfuration et dénitrification réduisent les polluants. - Le captage et la valorisation du CO2 réduisent les impacts de ces installations sur l'effet de serre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le développement des énergies renouvelables, les économies d'énergie et l'efficacité énergétique sont les voies à privilégier.

Tableau 9 – Premiers récits relatifs aux technologies de CTSC dans la presse de l'estuaire de la Seine.

Les deux récits résumés dans ce tableau font tous deux référence à la raréfaction des hydrocarbures. Pour les industriels, le charbon est l'alternative privilégiée en raison de son coût économique attractif. Cependant, ce combustible émet beaucoup de gaz à effet de serre qui

risquent d'accroître les effets du réchauffement climatique. Les industriels affirment donc que grâce aux technologies de CTSC, le « charbon propre » existe. Il n'a pas d'impact sur le réchauffement climatique.

Le collectif d'associations déplore quant à lui le choix du charbon comme énergie alternative. Cette dernière est très polluante et contribuera à accentuer le réchauffement climatique. Pour ces associations, le charbon propre n'existe pas car les technologies de CTSC ne sont pas maîtrisées. Pour ce collectif, il faudrait profiter de cette raréfaction des hydrocarbures pour s'abstraire de la dépendance des sociétés à ces énergies en développant l'efficacité énergétique, les économies d'énergie, et les énergies renouvelables.

La mise en perspective de ces deux premiers récits illustre deux conceptions d'une société future. Pour les industriels elle semble dépendante des énergies fossiles, alors que le collectif d'associations la souhaiterait davantage fondée sur la sobriété énergétique et les énergies renouvelables. Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ jouent ici un rôle primordial dans une société considérée comme dépendante des énergies fossiles, principales responsables du réchauffement climatique.

5.4.4 Le « Charbon propre Mythe ou Réalité » : mise en question des attentes techniques annoncées par les promoteurs des projets de centrale à « charbon propre ».

En mars 2007 alors que les projets de centrales à charbon se précisent et que l'opposition s'amplifie, la Ville du Havre organise un colloque intitulé « *Charbon Propre : Mythe ou Réalité ? Au cœur de l'équation énergie – climat le captage et stockage du CO₂.* ». Comme l'explique Bernard Gérard organisateur de cette manifestation, ce colloque n'est pas ouvert au public mais principalement aux mondes économiques, scientifiques, et associatifs (LEMARCHAND 08-03-2007, Le Havre-Libre). L'enjeu de ce colloque est de confronter différents points de vue relatifs au « charbon propre », afin de définir une stratégie de déploiement de ces technologies. Ce colloque ouvre donc le débat concernant l'utilisation des technologies de CTSC au-delà des simples projets locaux. Cependant, les projets de centrales à « charbon propre » et ce dispositif technique sont véritablement liés. Dans cette section, nous nous appuyerons sur les actes de ce colloque pour identifier des attentes relatives à ce dispositif technique¹⁷.

Les premières interventions de cette manifestation scientifique sont celles des représentants de l'État et de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Ces deux intervenants rappellent le contexte de hausse de la consommation de charbon avec, pour conséquence inacceptable, une hausse des émissions de CO₂ de 137% comme le souligne le représentant de l'AIE. Pour éviter les conséquences d'une telle progression, les technologies de CTSC associées aux autres modalités de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont donc des instruments incontournables. Le récit d'utilisation des technologies de CTSC décrit ici est plus général que celui présenté dans la

17. <http://rih-lehavre.com/actes-rencontres-internationales-du-havre-developpement-durable-territoires-maritimes-normandie-76-27-14.asp>. Consulté le 7 Juillet 2015.

presse locale qui fait seulement référence à la question du charbon propre, mais la définition de la situation est similaire. Cependant, lors de ce colloque des récits spécifiques aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ sont présentés par des scientifiques et des experts industriels. Les actes de ce colloque montrent que l'appréhension de ce dispositif technique varie selon l'appartenance institutionnelle des intervenants, comme nous allons le voir ci-dessous.

Le captage et stockage du CO₂ pour les représentants de l'industrie : un dispositif technique disponible à moyen terme...

Pour les représentants du monde industriel, les composants relatifs aux technologies de captage du CO₂ sont déjà disponibles à l'échelle industrielle ou le seront à moyen terme. Le représentant d'Alstom fait par exemple référence à une disponibilité des technologies d'oxycombustion d'ici 2015 (PAELINCK 2007). L'enjeu des opérations de développement des technologies de captage de CO₂ réside donc davantage dans une validation de ces dispositifs techniques et d'une amélioration de leur rentabilité économique, par des opérations de démonstration. Pour le stockage géologique de CO₂, les propos des industriels, bien que plus nuancés, montrent une maîtrise de ces technologies. Injecter des tonnes de CO₂ dans des réservoirs géologiques reste pour l'instant du domaine de l'inconnu. Cependant, comme le soulignent les industriels spécialistes de l'exploitation et du stockage des hydrocarbures, une connaissance des réservoirs géologiques existe (MUNIER 2007). Des outils industriels de modélisation et de surveillance des réservoirs sont disponibles sur le marché mais sont à adapter. Pour ces industriels, stocker géologiquement du CO₂ est faisable à court terme, notamment si un stockage dans des réservoirs d'hydrocarbures en fin d'exploitation est privilégié. En effet, ces derniers sont mieux connus des industriels.

Le récit des industriels relatifs aux technologies de CTSC illustre un parcours vertueux. Les technologies sont pratiquement disponibles, seules des actions de validation du dispositif technique restent à mener. Ce récit laisse entendre qu'il n'existe pas de problème technique susceptibles de freiner la mise en place de ces technologies. Les seuls freins relèveraient donc des champs politiques, économiques ou encore, de l'acceptabilité sociale.

...mais qui reste mal connu pour les scientifiques.

Lors de ce colloque, les représentants du monde scientifique semblent plus circonspects quant à la disponibilité des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Pour le captage, ces chercheurs affirment que l'ensemble des technologies reste à démontrer et il n'existe pas de technologie plus mature qu'une autre (LE THIEZ 2007). Pour le stockage géologique du CO₂, ces scientifiques considèrent que le CO₂ est un gaz qui réagit avec son milieu. Ces réactions géochimiques, notamment à long terme restent méconnues (BONNEVILLE 2007). Davantage de recherches sont donc à mener avant de déployer ces technologies à grande échelle.

Ainsi, les récits des représentants industriels et des scientifiques sont donc très contrastés. Pour les scientifiques, le niveau de connaissances relatives à ces technologies est insuffisant en 2007 (certaines réactions chimiques du CO₂ avec le milieu géologique sont méconnues). De fait, pour

parvenir à la disponibilité de ces technologies à une échelle industrielle, mener des actions de démonstration est nécessaire. A l'inverse pour les industriels, la plupart des technologies existent. Les outils et les méthodes nécessaires pour gérer les incertitudes liées au stockage géologique de CO₂ sont connus. Pour mettre en place, les technologies de CTSC il faut jouer sur les leviers économiques et politiques.

Dans ces deux récits, la disponibilité de cette solution technique permettant de répondre à la problématique du réchauffement climatique est conditionnée par l'action d'instances différentes. Pour les industriels, l'économique et le politique et pour les scientifiques, la recherche et développement. Cette attribution de responsabilités est un moyen de désigner des acteurs responsables des retards ou de l'avancement de ce projet technique (STONE 1989). Ainsi observons-nous ici par le jeu d'attribution de responsabilités de potentiels jeux d'acteurs relatifs à la mise en place des technologies de CTSC.

Ces extraits de communication confirment également les observations de Brown et Michael (BROWN et MICHAEL 2003). Selon ces chercheurs, les attentes relatives à une technologie varient selon les acteurs considérés et leur familiarité avec les technologies. Ici, nous observons que les industriels envisagent ce dispositif comme disponible à moyen terme (une dizaine d'années pour certaines solutions techniques). Par ailleurs, certaines technologies semblent privilégiées par rapport à d'autres et orientent potentiellement les recherches à mener. Les différentes communications de ce colloque montrent par exemple que la postcombustion est considérée comme plus flexible à mettre en place sur les installations existantes. Concernant le stockage du CO₂ les réservoirs d'hydrocarbures, puis les aquifères salins semblent les deux alternatives privilégiées. En revanche, la présentation des incertitudes scientifiques autour de ces technologies contraste avec l'enthousiasme des industriels souhaitant implanter des centrales à charbon propre dans la ZIP du Havre. Observons maintenant les propos d'un de ces industriels sur la poursuite d'un projet au Havre.

Les technologies de CTSC dans la ZIP du Havre : quelles poursuites envisagées ?

En mars 2007, lors du colloque « Charbon propre : mythe ou réalité ? », le directeur d'un des projets d'implantation de centrale à charbon replace l'utilisation de ces technologies dans le contexte havrais. Il rappelle tout d'abord l'importance des quantités de CO₂ émises dans l'estuaire de la Seine par les industries pétrochimiques. Ces technologies semblent donc une opportunité pour la zone industrialo-portuaire du Havre. L'extrait de communication suivant illustre sa vision du projet.

« Des opportunités de capture existent autour du Havre, mais où stocker le CO₂ ? Deux sites semblent intéressants : le bassin parisien, avec les sites aquifères du Dogger et du Trias, ou la mer du Nord. Nous suggérons de créer une nouvelle filière industrielle au Havre autour de la gestion du CO₂ sur la base du noyau d'acteurs industriels qui représentent des émetteurs importants. Nous pouvons essayer de mutualiser le traitement postcombustion, qui semble le plus simple à mettre en œuvre, en concentrant la capture par activité ou sur l'ensemble du secteur. Il serait également nécessaire de réfléchir à

la création d'infrastructures de transport, soit par des réseaux de carbooducs, soit par la création d'un terminal maritime de liquéfaction du CO₂ qui permettrait de le transporter offshore. Au large de la Hollande, Gaz de France a réalisé des études autour du gisement K12B. » (Luc Poyer, POWEO).

Ces propos montrent que le directeur du projet de centrale à charbon de POWEO envisage le captage du CO₂ comme un captage mutualisé et non simplement associé à une centrale. Par ailleurs, une telle conception des technologies de CTSC étend ce dispositif technique sur un vaste territoire. Pour le stockage du CO₂ le directeur du projet de POWEO envisage deux scénarios : le Bassin Parisien ou la Mer du Nord. Ce premier scénario semble à l'origine de notre sujet de recherche. En effet, ce récit est le premier à définir l'Axe-Seine comme espace pertinent pour la mise en place d'un tel dispositif technique.

Au-delà de la conception de l'implantation d'un dispositif de CTSC dans l'estuaire de la Seine, le directeur du projet de la centrale de POWEO s'exprime aussi sur la démarche à suivre.

« Je propose un plan d'action autour de quatre axes, mené par un groupe de travail constitué par les dix industriels qui émettent le plus de CO₂ sur la zone. Il comprendrait un échange sur les technologies, sur la concertation et sur la réglementation, et la mise en œuvre d'un premier pilote au Havre. La présence d'autres acteurs serait indispensable pour dynamiser cette démarche, comme le Port Autonome du Havre, l'association Le Havre Développement, et la Chambre de Commerce et d'Industrie, par exemple, et nous pourrions également imaginer de constituer un relais du Club CO₂ au Havre afin d'entreprendre la création de cette symbiose industrielle. » (Luc Poyer, POWEO).

Cet extrait de communication contraste avec les propos tenus dans la presse locale en 2006. A cette période les technologies de captage et stockage du CO₂ semblaient opérationnelles et adaptées à ce projet de centrale à charbon. Ici, nous observons qu'une démarche concertée et progressive de mise en place est envisagée. Notons ensuite que les propositions de cet industriel préfigurent l'avenir de ce dispositif dans l'Axe-Seine. Un pilote a en effet été déployé sur la centrale EDF en 2011 et le relais du Club CO₂¹⁸ qu'il évoque pourrait s'apparenter à la constitution d'une chaire industrielle, la chaire CO₂. Enfin, le directeur du projet de POWEO considère ce projet de CTSC comme *une symbiose industrielle*. Ce concept fait partie de ceux employés dans les démarches d'écologie industrielle. Ainsi la représentation d'un futur usage du CTSC est-elle ici potentiellement associée à l'écologie industrielle.

18. « Le Club CO₂ a été fondé en 2002 à l'initiative de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), avec l'appui de l'IFP Energies Nouvelles et du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) qui assurent son secrétariat. Le Club réunit, sous la présidence de l'ADEME, les acteurs du monde industriel et de la recherche. Il compte à ce jour 30 membres. » <http://www.captage-stockage-valorisation-co2.fr/propos-du-club> Consulté le 6 août 2015.

Récits ambitieux et fortes attentes techniques associées aux technologies de CTSC.

Le colloque « Charbon propre : mythe ou réalité ? » constitue un moment de mise en questions des arguments et positions des différentes parties prenantes de la controverse sur les projets de centrales à charbon dans la ZIP de l'Estuaire de la Seine. Lors de cette manifestation scientifique les récits relatifs aux technologies de CTSC se sont enrichis. Par ailleurs, des attentes techniques multiples associées à ces technologies ont elles aussi été exprimées, des plus ambitieuses aux plus prudentes.

Les récits analysés soulignent des divergences de points de vue quant à la disponibilité de cette solution technique pour répondre à la problématique du réchauffement climatique. Pour les scientifiques, l'expérimentation à l'échelle du pilote industriel est nécessaire. En revanche pour les industriels, les expérimentations déjà menées, ainsi que les connaissances acquises de longue date grâce à l'exploitation des hydrocarbures semblent suffisantes. Selon eux, la démonstration de la technique est nécessaire pour réduire les coûts d'utilisation de ces technologies. Pour les industriels, le développement rapide de cette innovation est donc davantage une problématique relevant de la sphère économique ou politique.

Les participants au colloque « Charbon propre : mythe ou réalité ? » attendent des technologies de CTSC une solution rapide et efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des secteurs de l'énergie et de l'industrie. Ces fortes attentes initiales relatives au CTSC et leurs diversifications en fonction de l'appartenance institutionnelle correspondent bien aux observations de Brown et Michael ou Borup et al. (BROWN et MICHAEL 2003, BORUP et al. 2006). Comme l'affirment ces chercheurs, les attentes techniques servent dans les premiers moments de l'innovation, à rassembler des moyens humains et financiers. De fait, ces attentes techniques doivent être relativement ambitieuses en termes de réalisations attendues pour attirer des investisseurs ou des laboratoires de recherche susceptibles de s'impliquer. Comme le précisent ensuite Brown et Michael (Op. cit.), ces attentes peuvent, au cours du projet d'innovation, devenir moins ambitieuses. La mise en place des technologies de CTSC associées au charbon propre analysée ici, illustre ces différentes étapes. D'une ambition de déploiement rapide sur deux centrales à charbon, l'issue de la controverse se terminera par l'arrêt de ces projets faute de disponibilité des technologies de CTSC (Les Echos, 9-12-2008). Les études relatives à l'implantation de ce dispositif technique se poursuivront donc sous la forme d'études techniques et économiques, l'implantation d'un démonstrateur ainsi que par la création d'une chaire industrielle.

5.5 De l'estuaire à l'Axe-Seine : construction d'un espace pertinent de développement des technologies CTSC.

L'analyse des récits initiaux concernant les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine montre un plus grand intérêt pour ce dispositif technique chez les parties prenantes de l'estuaire de la Seine. Ces technologies, associées au « Charbon propre » dès 2006, font l'objet de l'édition 2007 des rencontres internationales du Havre organisées par les parties prenantes locales. L'organisation d'une telle manifestation scientifique illustre une stratégie de développement local associée à ces technologies de la part des parties prenantes locales. Dans cette section, nous observerons la mise en place de cette stratégie et son évolution autour du projet techno-scientifique des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ et la définition progressive de l'Axe-Seine comme espace pertinent pour le déploiement de ce dispositif technique.

5.5.1 Capter et stocker le CO₂ de la ZIP de l'estuaire de la Seine : un enjeu européen.

Dans l'estuaire de la Seine, les réflexions menées sur les technologies de CTSC se poursuivent par la participation des industriels de la ZIP à un projet européen, le projet COCATE. Ce projet a débuté en 2010 et s'est fini en 2012. Il était piloté par l'IFP Énergies Nouvelles et rassemblait huit autres partenaires¹⁹. Ce projet avait deux principaux objectifs. Tout d'abord, l'analyse des conditions de transport du flux de CO₂ émis depuis différents sites industriels, afin de mettre en place un dispositif de captage mutualisé. Ensuite, l'analyse des conditions de transports de grandes quantités de CO₂ jusque dans des réservoirs géologiques adaptés au stockage de CO₂. Selon les porteurs de ce projet, un captage mutualisé du CO₂ permettrait de réduire le coût économique du dispositif, notamment pour les sites industriels peu émetteurs de CO₂. Par ailleurs, comme les sites industriels émetteurs de CO₂ et les réservoirs de stockage sont rarement proches, l'ambition du projet COCATE est également d'identifier des contraintes relatives à la mise en place d'un réseau de transport de CO₂ longue distance²⁰.

Le projet COCATE analyse ces thématiques à la fois sous des aspects techniques (impuretés du CO₂ capté, impacts sur la corrosion, dynamiques des flux de CO₂, évaluation des risques) et des aspects économiques (propositions de scénarios de transport par navires ou par conduites selon la distance entre émetteurs et réservoirs selon les modalités de coûts optimaux). Le terrain d'étude envisagé concerne principalement la construction d'un réseau de transport entre la zone industrialo-portuaire du Havre (émettrice de CO₂) et les aquifères salins de la Mer du Nord (aire de stockage potentielle), via le port de Rotterdam. Des scénarios alternatifs comme un stockage dans les aquifères salins du bassin parisien sont également envisagés. Détaillons à présent les différents enjeux soulevés par le projet COCATE.

19. Le Havre Développement (France), Géogreen (France), Accoat (Danemark), SINTEF Energy Research (Norvège), TNO (Pays-Bas), le Port de Rotterdam (Pays-Bas), SANERI (Afrique du Sud).

20. http://projet.ifpen.fr/Projet/jcms/c_8160/fr/resume-officiel. Consulté le 7 octobre 2015.

Corrosion, pureté du CO₂ capté : quels enjeux techniques pour un captage et un transport mutualisé ?

Pour les organisations participant au projet COCATE, les principaux enjeux techniques soulevés par le captage mutualisé du CO₂ sont liés à la qualité des fumées, à la corrosion des conduites liées aux impuretés présentes dans ces dernières, mais aussi aux modalités de transport longue distance envisagées. En effet, les fumées issues de différents sites industriels ne présentent ni les mêmes caractéristiques, ni les mêmes impuretés. Par conséquent, pour éviter une contamination de l'ensemble du flux de CO₂ par des éléments chimiques indésirables dans les fumées, il est préférable de regrouper des flux de fumées aux caractéristiques similaires par usine de captage (LE THIEZ 2009, pp. 13-14.). Dans l'étude réalisée par Geogreen pour le projet COCATE, la zone industrialo-portuaire du Havre a été divisée en cinq zones, chacune équipée d'une unité de captage mutualisé. La zone industrielle de Port-Jérôme a, quant à elle, une seule unité de captage mutualisé. Les illustrations suivantes précisent la localisation des zones de captage mutualisé.

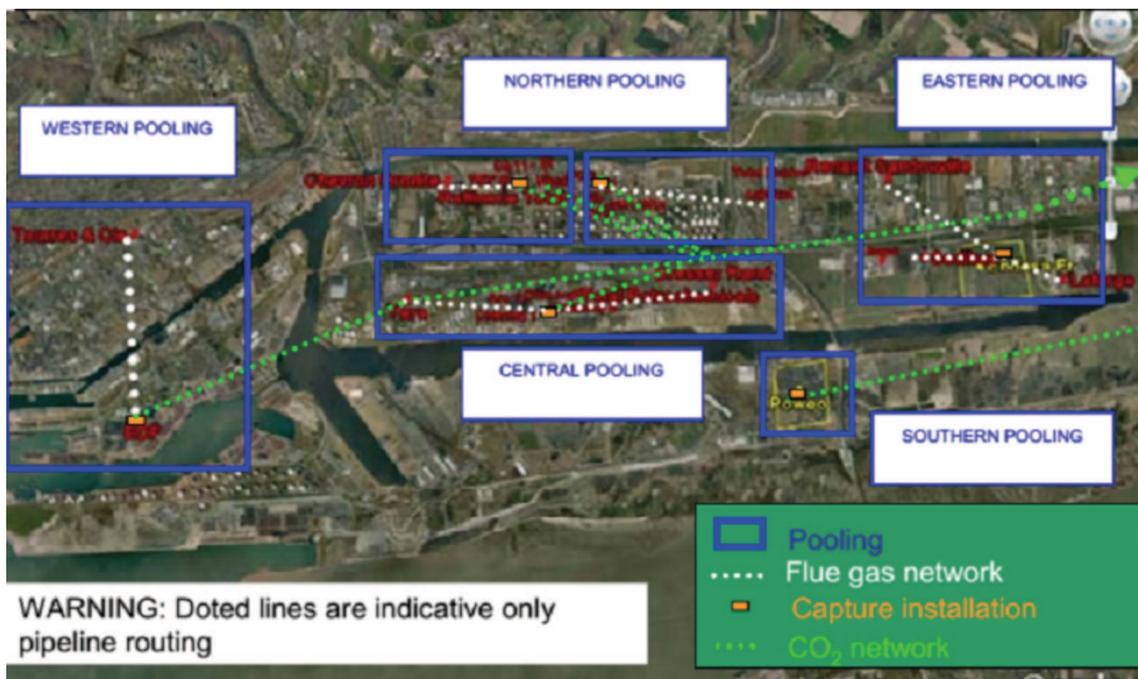


FIGURE 36 – Zones de captage mutualisé dans la ZIP de l'Estuaire de la Seine (source : LE THIEZ 2009, p. 13)



FIGURE 37 – Zones de captage mutualisé dans la ZIP de Port-Jérôme (source : LE THIEZ 2009, p. 13)

Sur la première illustration, la ZIP de l'estuaire de la Seine est découpée en zones pour chacune desquelles est défini un point de captage mutualisé matérialisé par un rectangle orange. Les lignes pointillées blanches correspondent aux flux de fumées et les lignes vertes aux flux de CO₂. Pour la figure relative à la Zone industrialo-portuaire de Port-Jérôme l'étude de Geogreen ne fournit pas d'éléments plus précis concernant la légende. Nous distinguons en haut de l'illustration un site disponible pour implanter une unité de captage de CO₂.

La définition de ces zones de captage correspond non seulement à la nature des flux de fumée, à la concentration et au volume de CO₂ à capter, ainsi qu'à la proximité de sources énergétiques nécessaires aux opérations de captage (Op.cit. pp. 13-14). Comme le soulignent les experts de Geogreen, capter du CO₂ nécessite une grande quantité d'énergie. Il est donc préférable d'implanter les unités de captage mutualisé sur des sites produisant beaucoup d'énergie comme les centrales à charbon.

Le transport du CO₂ présente lui aussi des contraintes techniques non négligeables. A l'échelle du réseau reliant les sites industriels aux unités de captage, une pression du gaz similaire doit être définie pour éviter une consommation trop importante d'énergie. De plus, le CO₂ capté doit être conditionné afin de correspondre aux modalités de transport longue distance (ROUSANALY, BUREAU-CAUCHOIS et HUSEBYE 2013). Si le transport par navire est la modalité retenue, le CO₂ devra être liquéfié. La température du gaz devra atteindre -50,3°C et une pression de 6,5 bar. A l'inverse, si la modalité de transport retenue est le transport par conduites

jusqu'à Rotterdam, le CO₂ devra être conditionné à une température de 25°C et une pression de 125 bar (Op.cit.). Quelle que soit la modalité de transport longue distance retenue, le CO₂ devra être déshydraté. En effet, les impuretés (SO₂, NO₂, O₂), ainsi que l'eau présentes dans le CO₂ capté causent des problèmes de corrosion des conduites. Pour remédier à cette problématique, les chercheurs du projet COCATE ont testé en laboratoire plusieurs types de matériaux (aciers et gaines de protection) pour la construction des conduites de transport (ZHANG et al. 2013). Suite à leurs expérimentations, ils observent que l'acier inoxydable présente un très faible taux de corrosion. L'acier S335 associé à une gaine de protection en matériaux polymères comportant une couche de protection en verre, garantit lui aussi une réduction importante des phénomènes de corrosion des conduites.

Modalités de captage et de transport du CO₂ : produit d'un arbitrage économique et du déploiement technique envisagé.

Les coûts économiques des différentes solutions testées ne sont cependant pas équivalents. Roussalany et al. (ROUSSANALY, BUREAU-CAUCHOIS et HUSEBYE 2013) ont modélisé les coûts économiques de ces solutions. Sur la base des données relatives aux émissions des zones industrielles de l'estuaire et de Port Jérôme, ces chercheurs ont estimé des émissions de CO₂ équivalentes à 15,45 gigatonnes annuelles (Op.cit. p. 344). La méthodologie mobilisée pour mesurer les coûts est propriété de l'entreprise Géogreen. Cependant, ces chercheurs signalent qu'ils intègrent dans la prise en compte des coûts la distance, les spécificités du terrain, la taille des conduites, mais aussi les coûts de la main d'œuvre et de la maintenance ou encore, la capacité de charge des navires. (Op.cit. p. 345).

Pour le transport du CO₂ dans le réseau de la ZIP, Roussalany et al. signalent que le transport du CO₂ sous forme dense est la plus économique. Pour le transport longue distance, ces chercheurs considèrent que la construction d'une conduite terrestre jusqu'à Rotterdam en vue d'un stockage en Mer du Nord serait la solution la plus rentable à long terme, si un développement massif rapide des technologies de CTSC était envisagé. Leur évaluation des coûts montre en effet que le capital initial à investir pour la construction d'une conduite terrestre est considérable (50% du coût total les premières années) par rapport à l'investissement initial du transport par navire. A l'inverse, dans l'hypothèse d'un développement progressif des technologies de CTSC, le choix d'un transport par navire serait plus adapté car plus flexible.

Capter, Transporter et Stocker le CO₂ d'une ZIP : un projet conditionné à une méthodologie d'évaluation des risques adaptée.

Dans le projet COCATE, le principal risque envisagé est celui d'une fuite massive de CO₂ dans l'atmosphère et les conséquences sanitaires qu'un tel accident pourrait avoir. En effet, une proportion trop importante de CO₂ dans l'air conduirait potentiellement à l'asphyxie des

populations²¹. L'objectif du projet COCATE est donc de prévenir ce risque en définissant et quantifiant celui-ci par la prise en compte des facteurs industriels, mais aussi des facteurs externes. Ainsi, le projet de captage transport et stockage du Havre à Rotterdam servira-t-il à la définition de cette méthodologie d'évaluation des risques, potentiellement applicable à l'ensemble des grandes infrastructures de ce type²².

Les chercheurs participants au projet COCATE modélisent donc les risques relatifs à une fuite importante de CO₂ à la fois sur le réseau de conduites courte distance des ZIP de l'estuaire, et sur le réseau de conduite longue distance. Ils établissent même le pire scénario possible. Pour établir ces scénarios, ces chercheurs utilisent un modèle d'évaluation des risques probabilistes. Les chercheurs du projet COCATE ont adopté cette méthodologie d'évaluation des risques car elle permet une représentation pertinente, car globale des facteurs de risques relatifs à une fuite de CO₂ (KVIEN et al. 2013). Ici Kvien et al. intègrent les différents facteurs relatifs aux réseaux de CTSC (taille des conduites ou des navires, durée d'utilisation, type de problèmes, délais de réaction) mais aussi, les retombées potentielles en termes de risques et de réparation de ces fuites de CO₂.

Les résumés des résultats intermédiaires de cette partie du projet COCATE soulignent tout d'abord que des difficultés subsistent pour modéliser le comportement du CO₂ dans l'air²³. Pour les scientifiques associés à ce projet, il n'existe pas de méthode standard d'évaluation de ce type de risque. Davantage d'expérimentations sont donc nécessaires avant la mise en place de ces projets à grande échelle. Les analyses de risques effectuées par ces chercheurs montrent un risque d'apparition de grandes fissures dans les conduites transportant du CO₂ à haute pression²⁴. Ces analyses préconisent également pour le réseau de collecte de CO₂ sur les zones industrialo-portuaires du Havre et de Port-Jérôme des distances minimales de sécurité supérieures à 200m²⁵. Or comme le constatent ces chercheurs, cette distance n'est pas respectée dans les réseaux de collectes présents dans les différents scénarios proposés dans le projet COCATE.

Stocker le CO₂ des ZIP du Havre et de Port-Jérôme pendant une trentaine d'années : quels critères en jeu pour la sélection des sites ?

Dans le projet COCATE, l'objectif est de capter et stocker le CO₂ des ZIP de l'estuaire pour une durée de 30 ans dès 2020. Pour l'équipe de Géogreen ayant contribué à ce projet cela

21. Rappelons notamment l'accident du Lacq Nyos en 1986 au Cameroun lié à l'éruption d'un volcan relâchant une quantité de CO₂ de plus d'un kilomètre cube dans l'atmosphère provoquant la mort de 1700 personnes et le bétail dans un rayon de plus 15km <https://europa.eu/eyd2015/fr/european-union/stories/week-4-lake-nyos-cameroon-region-recovers-disaster> Consulté le 28 Août 2015.

22. http://projet.ifpen.fr/Projet/jcms/c_7898/wp3-safety-of-global-capture-to-storage-transport-network. Consulté le 28 Août 2015.

23. http://projet.ifpen.fr/Projet/upload/docs/application/pdf/2013-01/cocate_d331_public_summary.pdf. Consulté le 28 Août 2015.

24. http://projet.ifpen.fr/Projet/upload/docs/application/pdf/201208/cocate_d312_public_summary.pdf. Consulté le 28 Août 2015.

25. http://projet.ifpen.fr/Projet/upload/docs/application/pdf/2013-01/cocate_d321_public_summary.pdf. Consulté le 28 Août 2015.

représenterait une quantité d'environ 600 millions de tonnes de CO₂ (LE THIEZ 2009, p. 25). Les porteurs de ce projet privilégient le stockage géologique de CO₂ en Mer du Nord. Au regard de l'étude de Géogreen, ce choix de la Mer du Nord paraît se justifier en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, la Mer du Nord compte de multiples réservoirs potentiellement adaptés au stockage du CO₂ (Op. cit., p. 26). Ensuite, il s'agit pour partie de réservoirs d'hydrocarbures en fin d'exploitation. Un stockage de CO₂ générerait donc des ressources économiques liées à la récupération assistée d'hydrocarbures (Op. cit., p. 27-28). Enfin, les risques relatifs à la présence d'habitations sont inexistantes dans le cas d'un stockage offshore. Cependant, comme l'expriment les experts de Géogreen il est nécessaire d'évaluer plus précisément la capacité de ces réservoirs, voire de créer un réseau entre ces multiples réservoirs afin de parvenir à stocker l'ensemble de la quantité de CO₂ émise par les ZIP de l'estuaire pendant 30 ans. La méthode retenue pour calculer la capacité de stockage des réservoirs géologique est la suivante :

$$M \text{ CO}_2 = A \times h \times \Phi \times \rho \text{CO}_2 \times E.$$

Dans cette formule, MCO₂ correspond à la masse de CO₂ (M CO₂), A à la surface de l'aquifère, h l'épaisseur nette du réservoir, Φ à la porosité moyenne, ρCO_2 à la masse volumique du CO₂ dans les conditions du réservoir, et E au facteur d'efficacité. (Op. cit., p. 23).

Dans le projet COCATE, un scénario complémentaire au stockage de CO₂ en Mer du Nord est envisagé dans le Bassin Parisien. Deux aquifères salins, le Dogger et le Trias, sont envisagés comme réservoirs potentiels de stockage du CO₂. Cependant au-delà du simple calcul de la capacité théorique d'injection, la sélection de zones d'injection du CO₂ dans ces aquifères salins doit répondre à différents critères. Afin que le CO₂ reste en phase dense une fois stocké, le réservoir de stockage géologique doit se trouver à une profondeur minimale de 1000 mètres sous la surface du sol (Op. cit., p. 22). De fait, les aquifères du Dogger et du Trias qui s'étendent sur une vaste zone dans le bassin parisien ne sont pas uniformément adaptés au stockage de CO₂. Par ailleurs, des contraintes liées aux risques sismiques naturels mais aussi, aux activités industrielles concurrentes comme l'exploitation des ressources du sous-sol, la présence de zones industrielles, de zones urbanisées ou encore de zones de protections environnementales et de puits déjà forés représentent aussi des éléments dont il faut tenir compte (Op. cit., p. 24). Les auteurs de l'étude de Géogreen ont alors défini des zones d'injections potentielles représentées sur les cartes suivantes.

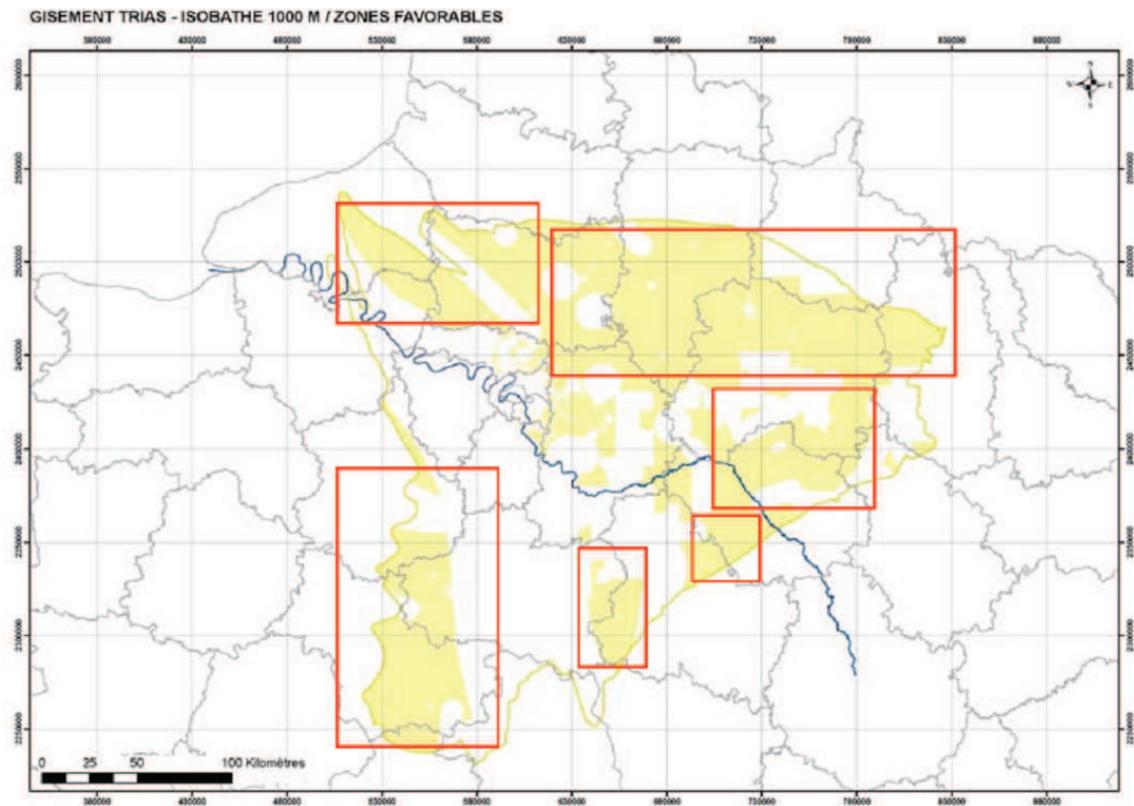


FIGURE 38 – Zones potentiellement adaptées au stockage de CO₂ dans le réservoir du Trias (Source : LE THIEZ 2009, p. 24)

Dans ces deux représentations cartographiques, nous observons tout d'abord qu'en ce qui concerne le réservoir du Trias, des zones potentielles d'injection envisagées sont présentes au nord, à l'est et au sud-ouest de la région parisienne, ainsi que dans la région Normande. Concernant le Dogger, la représentation cartographique proposée dans l'étude de Géogreen montre que les zones d'intérêts pour le stockage de CO₂ sont essentiellement localisées à l'est et au sud-est de la région parisienne.

Selon l'étude réalisée par Géogreen, les réservoirs de stockage du CO₂ présents dans le Dogger aurait une capacité de 712 Mt de CO₂ et ceux du Trias de 453 Mt de CO₂ (Op.cit. p.25) une fois les contraintes explicitées précédemment prises en compte. Selon les experts de Géogreen, stocker uniquement les émissions de CO₂ dans les aquifères salins du bassin parisien nécessiterait de mobiliser la plupart de capacité de stockage de ces aquifères mais aussi de lourds investissements économiques en termes de surveillance et de gestion des risques. En raison de ces deux facteurs, les experts de Geogreen signalent qu'un tel scénario de stockage du CO₂ a été écartée lors de l'analyse économique du projet. Nous ne disposons donc pas de données sur les coûts économique d'un tel projet dans cette étude. Il reste cependant complémentaire avec un stockage en mer du nord mais aussi très pertinent dans le cadre de la mise en place d'un pilote industriel.

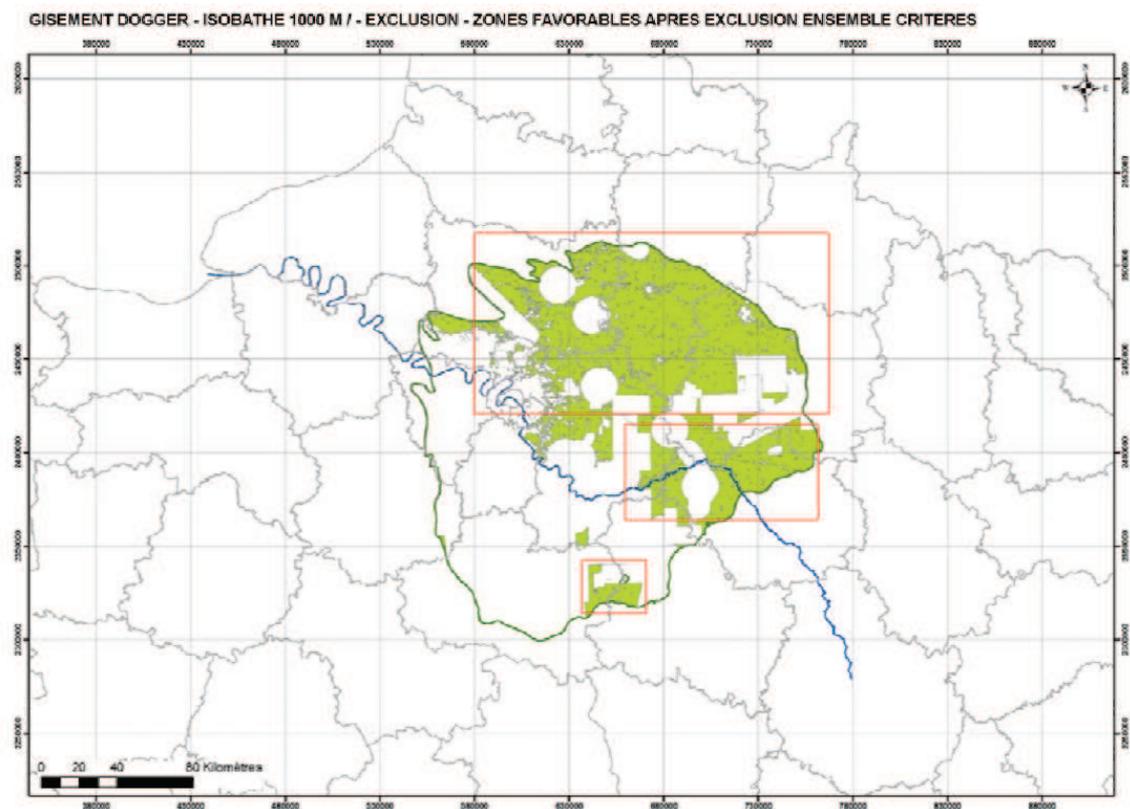


FIGURE 39 – Zones potentiellement adaptées au stockage de CO₂ dans le réservoir du Dogger (Source : LE THIEZ 2009, p. 25)

Capter le CO₂ d'une ZIP : un projet conditionné par l'acceptabilité sociale locale.

En parallèle des recherches menées au sein du projet COCATE et de l'étude de Geogreen, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) a financé une étude d'acceptabilité sociale des technologies de CTSC dans l'estuaire de la Seine. Une équipe de chercheurs du laboratoire IDEES – Le Havre a réalisé cette étude (GRAVÉ et JOLY 2009). Ces chercheurs identifient quatre catégories d'acteurs : les habitants de l'agglomération havraise, les responsables d'associations de diverses natures, les acteurs en responsabilité du monde économique et les élus. L'équipe de recherche d'IDEES – Le Havre a mené une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon représentatif de la population de l'agglomération²⁶ et une enquête par entretien auprès des autres catégories d'acteurs.

L'acceptabilité sociale des technologies de CTSC est abordée par quatre grandes hypothèses : le faible niveau d'information des populations, un décalage entre la perception des risques associés à ces technologies et la réalité de ces risques, les représentations des risques sont dépendantes du positionnement des populations dans le temps et dans l'espace par rapport à une source de danger éventuelle et enfin, le niveau d'information, les perceptions et représentations des phénomènes sont déterminés par les caractéristiques sociologiques des enquêtés (Op. cit., p. 7). L'enquête qualitative menée auprès des acteurs en responsabilité (associative, économique ou

26. Un échantillon de 1000 personnes a été constitué, mais seuls 588 questionnaires passés au domicile des répondants ont été analysés en raison d'un intérêt des chercheurs concernant la localisation des perceptions.

politique) fait état des récits contrastés concernant les technologies de CTSC. Nous observons tout d'abord une opposition des associations écologistes pour lesquelles ces technologies ne résolvent pas véritablement la problématique du réchauffement climatique en n'amorçant pas une véritable transition énergétique. Ensuite, les responsables politiques semblent eux relativement enthousiastes quant à la mise en place des technologies de CTSC dans un estuaire très industrialisé où les émissions de CO₂ représentent une véritable problématique. Enfin, les acteurs industriels relativisent l'intérêt de ces techniques dans une perspective de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ils soulignent notamment le manque de rentabilité économique de ces technologies et l'existence de solutions d'efficacité énergétique plus rentables.

L'enquête quantitative est quant à elle cadrée autour des dimensions des risques relatifs aux technologies de CTSC, du niveau d'information concernant ce dispositif technique ainsi que de la connaissance du tissu industriel et des technologies d'énergie renouvelable. Les chercheurs ayant réalisé cette étude proposent une typologie en cinq classes pour expliquer les opinions des populations de l'agglomération du Havre.

Le premier type (25,8%) est composé de partisans de ces technologies, informés des nuisances environnementales et d'un niveau social élevé. Un second type (35,4%) de partisans aux technologies de CTSC, peu informés des nuisances rassemble davantage artisans ou commerçants. Un troisième type (15%) hostile aux technologies de CTSC et son expérimentation locale, opinion majoritaire chez les populations fortement diplômées, les cadres et professions intellectuelles supérieures, les employés, les ouvriers. Un quatrième type (6,5%) non informé sur les risques majeurs et les installations industrielles et secondairement sans opinion sur les technologies de CTSC.

Enfin, un cinquième type (17,3%) sans opinion sur les technologies de CTSC et secondairement peu informé sur les nuisances environnementales. Ces chercheurs concluent l'enquête quantitative en signalant qu'analyser la combinatoire des dimensions retenues dans l'enquête permettra de comprendre les processus de formation des opinions sur le CTSC.

Cette enquête complémentaire à l'étude de Geogreen illustre également différents récits concernant les technologies de CTSC. Les représentants du monde politique considèrent ce projet comme une opportunité de développement pour le territoire, les associatifs expriment leur opposition à ce projet technique comme solution permettant de résoudre la question des changements climatiques, les acteurs économiques nuancent la réalisation d'un tel projet au regard du coût économique et de la faible rentabilité du dispositif technique. Enfin, l'enquête quantitative menée auprès des populations montre que dans le cadre des variables retenues, les opinions relatives à l'idée d'une expérimentation des technologies de CTSC semblent relativement favorables dans l'estuaire de la Seine. Le récit concernant la mise en place des technologies de CTSC dans la ZIP de l'estuaire est dans cette enquête plus nuancé que ceux évoqués précédemment. Il suppose de fédérer les acteurs socio-techniques autour de ce projet.

L'étude de Geogreen ainsi que l'enquête d'acceptabilité sociale complémentaire à ce projet montrent une évolution des récits concernant l'utilisation des technologies de CTSC. Ici, de nouveaux arrangements socio-techniques apparaissent. L'ambition de ce projet est de capter et

stocker le CO₂ à l'échelle d'une ZIP. De plus, ce projet européen doit servir d'exemple pour la mise en place d'une méthodologie de déploiement des technologies de CTSC. Ce double enjeu implique donc une coordination des différentes parties prenantes concernant la pureté du CO₂ fourni, les modalités de transport retenues dans la ZIP du Havre, mais aussi des coopérations avec des parties prenantes à Rotterdam ou en Île-de-France concernant le stockage du CO₂. L'enquête complémentaire à ce projet, menée par les chercheurs de l'Université du Havre montrent que les acteurs locaux ne s'accordent pas tous sur la mise en œuvre d'un tel projet. Les acteurs associatifs y sont opposés et certains acteurs industriels soulignent l'importance du coût économique de ces technologies qui les rend peu attractives.

Par ailleurs, il est également décisif que le CO₂ capté ne s'échappe ni des conduites de transport, ni des réservoirs de stockage. Or comme le soulignent les experts chargés de l'analyse des risques dans le cadre du projet COCATE, de nombreuses incertitudes subsistent. D'autres expérimentations restent à conduire. Cette poursuite des réflexions relatives à l'utilisation des technologies de CTSC dans l'estuaire de la Seine reconfigure donc les enjeux initiaux soulevés par les acteurs du territoire. D'un développement, monosite et à court terme évoqué au début de la controverse sur les centrales à charbon propre, le CTSC est par la suite envisagé comme solution de réduction des émissions de CO₂ à l'échelle de deux ZIP de l'Estuaire, modèles du déploiement de ce dispositif à l'échelle européenne. L'ambition des parties prenantes du territoire de l'estuaire de la Seine dans le développement des technologies de CTSC reste donc très grande, même si l'horizon de réalisation du projet est plus lointain.

5.5.2 La chaire CTSC : stabilisation de l'Axe-Seine comme espace de développement de ce dispositif technique et identification des problématiques relatives à l'utilisation de ces technologies.

La seconde initiative menée dans l'estuaire de la Seine concernant les technologies de CTSC est la mise en place d'une chaire de recherches, la chaire Captage, Transport et Stockage du CO₂. Il s'agit d'un programme de recherches qui a débuté en 2009. Il a été financé pendant cinq ans à la fois par des industriels de l'énergie, de la pétrochimie et de la production de ciment, ainsi que par des parties prenantes locales comme le Grand Port Maritime du Havre ou l'agglomération. Les laboratoires de l'École des Mines, de l'Université du Havre mais aussi le BRGM sont impliqués dans les travaux de recherches menés par la Chaire CTSC.

L'objectif de ce projet est d'explicitier les différentes options de captage, transport, et stockage du CO₂ pour éclairer les choix stratégiques concernant le déploiement de ce dispositif technique, en s'appuyant sur le cas particulier de la région du Havre. Cette chaire finance donc des recherches doctorales sur les technologies de CTSC à la fois en sciences de la vie et de la matière et en sciences humaines et sociales. Comme nous l'avons signalé dans l'introduction générale de cette thèse, cette recherche fait partie des travaux financés par la chaire CTSC. Dans cette section, nous nous appuyons principalement sur des documents recueillis lors des colloques ou

des séminaires de la chaire. Un retour réflexif sur nos participations à ces travaux sera également mobilisé pour expliquer certaines dimensions. Dans les matériaux recueillis, nous chercherons de nouveau à identifier les récits auxquels sont associées les technologies de CTSC. Nous reviendrons tout d'abord sur l'attention portée dans ces travaux scientifiques à la dimension territoriale de l'Axe-Seine, puis sur les différents récits présents dans ces recherches concernant les technologies CTSC. Ces récits issus de communications scientifiques sont construits en deux temps. Dans un premier temps, une situation donnée est définie comme problématique. Puis dans un second temps, une série d'actions à effectuer pour résoudre cette situation est proposée. Ici, nous identifierons donc les différents problèmes posés par l'utilisation des technologies de CTSC.

L'Axe-Seine : un territoire objet d'attention des travaux scientifiques de la Chaire CTSC.

Les supports de communication de la Chaire CTSC rappellent explicitement que la concentration industrielle des zones industrialo-portuaires de l'estuaire de la Seine sont des territoires pertinents pour réfléchir à la mise en place des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂. Dans une note de présentation de ce programme de recherche, la présence de onze sites soumis à des quotas d'émissions de CO₂ justifie la réflexion sur l'utilisation d'un dispositif de captage mutualisé du CO₂ pour un stockage dans les aquifères profonds en Mer du Nord, ou sur le territoire national (*Captage, Transport & Stockage du CO₂* 2012). La chaire s'inscrit donc ici dans une perspective similaire à celle proposée dans le projet COCATE. S'intéresser aux zones industrialo-portuaires de l'estuaire est donc non seulement pertinent au regard de la concentration de gros émetteurs de CO₂ dans ce territoire, mais aussi en raison d'une stratégie européenne de développement des technologies de CTSC.

Notre analyse des travaux financés par la Chaire CTSC montre que la dimension territoriale de l'Axe-Seine est présente dans la plupart des recherches. Cette dimension territoriale est explicitement présente dans les recherches menées par les laboratoires de l'Université du Havre. Par exemple, une recherche menée en sciences de gestion s'interroge sur la contribution d'un dispositif de CTSC à l'attractivité économique d'une zone industrialo-portuaire comme celle du Havre (MUSSET 2010). Les recherches en mathématiques appliquées cherchent à modéliser les échanges de flux de matières, d'énergie et de CO₂ entre les entreprises d'une ZIP comme celle du Havre (MAMOUNE 2010, GU 2012). Enfin, notre sujet de recherche est explicitement orientée vers cette dimension territoriale.

Bien que de façon moins explicite, les recherches menées dans les disciplines des sciences du sous-sol (géologie, géo-mécaniques, poro-mécanique, géo-chimie) intègrent elles aussi cette dimension territoriale. Notre analyse des communications présentées lors des séminaires de la chaire CTSC montre en effet que les échantillons retenus pour les expérimentations ou encore, les réservoirs géologiques choisis pour les modélisations informatiques sont principalement ceux localisés dans le Bassin Parisien. Référons-nous par exemple aux travaux de Bouquet (BOUQUET 2010) qui modélisent le bassin géologique du Dogger pour identifier de potentielles interférences

entre le stockage du CO₂ et d'autres activités concurrentes, ou encore aux travaux de Langlais (LANGLAIS 2010) et Humez (HUMEZ 2010) qui s'interrogent sur les processus géochimiques liés à l'injection de CO₂ industriel au sein du réservoir, en réalisant respectivement des expérimentations sur des échantillons de roches du Trias et du Dogger. La réalité géologique du Bassin Parisien est donc ici reproduite à l'échelle du laboratoire pour y être observée. Les connaissances ainsi acquises pourront ensuite être transférées dans la réalité (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001).

Les recherches menées au sein de la Chaire CTSC font donc exister l'Axe-Seine comme espace pertinent d'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ au sein de la communauté scientifique. Ainsi, ces recherches par leurs retombées potentielles contribueront-elles à l'implantation des technologies de CTSC dans le territoire de l'Axe-Seine. Analysons maintenant les récits concernant les technologies de CTSC présents dans ces travaux.

La quête de sécurité d'un nouveau dispositif technique : élément au cœur des recherches menées dans le cadre de la chaire CTSC.

Comme la plupart des innovations techniques, les technologies de CTSC sont confrontées à de nombreuses incertitudes. La sécurité du stockage géologique de CO₂ est une préoccupation récurrente des recherches menées au sein de la chaire CTSC. L'état des connaissances scientifiques relatif aux interactions entre CO₂ en phase dense, impuretés associées au CO₂ injecté, et la roche de couverture est assez réduit. Or, la crainte majeure des scientifiques et des parties prenantes investis dans le développement des technologies de CTSC est celle des fuites de CO₂ hors des réservoirs géologiques. Ainsi, les recherches menées dans ce programme ont-elles comme principaux objectifs d'identifier les interactions entre le CO₂ injecté, ses impacts sur la roche du réservoir géologique et la roche de couverture (LANGLAIS 2010, OSSELIN 2011), mais aussi les risques de fissures provoqués par une injection de CO₂ (SUHETT-HELMER 2012) ou encore, les indicateurs chimiques permettant d'identifier une fuite de CO₂ dans un aquifère d'eau potable (HUMEZ 2010).

Les risques associés à l'utilisation des technologies de CTSC sont par ailleurs abordés de façon globale dans la recherche de Samadi (SAMADI 2011). Ici, les technologies de CTSC sont considérées comme un système complexe associant dimensions techniques, organisationnelles, et humaines. La modélisation de différentes configurations technologiques et organisationnelles d'emploi du CTSC permet d'identifier des situations plus risquées que d'autres.

Ces communications scientifiques proposent des méthodologies concourant à la mise en place d'un dispositif technique fiable et sûr à l'échelle industrielle. Les travaux d'Humez montrent par exemple à quels isotopes chimiques du CO₂ il faudrait s'intéresser pour détecter une fuite depuis le Dogger, dans l'aquifère d'eau potable de l'Albien. L'expérimentation sur une reproduction de la réalité (l'échantillon) à l'échelle du laboratoire permet en effet de tester des conditions limites d'injection de CO₂ dans un réservoir ou encore, la résistance de la roche de couverture. Ainsi est-il possible de prévoir ce qui serait susceptible de se passer dans des conditions réelles si

ce dispositif était mis en place. Pour autant, comme le souligne Callon (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001, CALLON 1986) cet échantillon doit être véritablement représentatif de la réalité pour garantir la validité des observations en laboratoire. Dans le cas inverse, le dispositif technique reste au stade expérimental.

Les technologies de CTSC : un dispositif technique susceptible de modifier des pratiques existantes.

Une autre problématique soulevée par les recherches menées dans le cadre de la chaire CTSC est celle de l'insertion des technologies de CTSC dans des pratiques sociales territorialisées et dans des réglementations juridiques existantes. Ces travaux s'intéressent notamment aux promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC (NERI O'NEILL 2014), aux contraintes et aux incertitudes juridiques relatives aux usages du sol et du sous-sol, susceptibles de perturber la mise en place d'un stockage géologique de CO₂ (DE VIGAN 2012), mais aussi aux pratiques professionnelles (MUSSET 2010) ou sociales (PIGEON 2014), susceptibles de favoriser ou contraindre l'utilisation de ces technologies.

Dans sa recherche, Neri O'Neill s'intéresse aux processus de démonstration des technologies de CTSC (NERI O'NEILL 2014). En s'appuyant sur des articles scientifiques, des rapports d'études, ainsi que des observations et des entretiens, elle décrypte les arguments associés à ce dispositif technique par les parties prenantes pour différents projets de CTSC menés à travers le monde. Son analyse des arguments relatifs aux technologies de CTSC sur le long terme, lui permet comme le propose Chateauraynaud (CHATEURAYNAUD 2011), d'identifier des trajectoires argumentatives concernant les technologies de CTSC et ainsi, la stabilisation de certaines options techniques au détriment d'autres.

En s'appuyant sur les réglementations en vigueur, comme celles relatives à la protection du sous-sol présente dans la loi Solidarité Renouvellement Urbain ou encore celle concernant la pollution maritime, les travaux de De Vigan (DE VIGAN 2012) montrent comment les technologies de CTSC pourraient entrer en conflit avec d'autres utilisations du sous-sol et du sol (géothermie et les espaces protégés). Concernant les pratiques professionnelles des industriels, Musset souligne l'absence d'un intérêt immédiat pour les industriels pour ce dispositif technique comme facteur critique de localisation d'un nouveau site (MUSSET 2010). Selon ce chercheur, l'évolution de la réglementation est cependant susceptible d'engendrer une modification de ces pratiques. Notre recherche interroge quant à elle les pratiques et les représentations sociales potentiellement convergentes avec une utilisation de ces technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, mais aussi les limites relatives à l'implantation de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine.

Écologie industrielle et récupération assistée d'hydrocarbures : deux types d'utilisation alternatifs et complémentaires envisagés pour les technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

Parmi les travaux menés au sein de la chaire CTSC, deux recherches abordent des options alternatives au seul stockage du CO₂. La recherche menée par Pacini (PACINI 2012) a pour objet les risques associés à l'injection d'un mélange CO₂/O₂ dans un réservoir d'hydrocarbures. Elle constate en effet que dans certaines conditions de pression et de température, l'injection de ce mélange dans ce type de réservoir conduit à l'auto-inflammation des hydrocarbures. Ce travail fournit donc des préconisations de teneur en oxygène et de pression à respecter dans le cadre d'éventuelles opérations d'injections de CO₂ à des fins de récupération assistée d'hydrocarbures.

L'autre option alternative analysée dans les travaux de la chaire CTSC est celle d'une intégration des technologies de CTSC dans la perspective d'une démarche d'écologie industrielle, menée à l'échelle d'une ZIP. Les recherches Mamoune (MAMOUNE 2010) puis de Gu (GU 2012), proposent alors des modèles mathématiques permettant de maximiser l'utilisation des flux de CO₂ au sein d'une ZIP avant des opérations de stockage du CO₂. Ici, les retombées potentielles de telles recherches sont l'utilisation de ces modèles mathématiques dans la conception d'un dispositif technique adapté aux besoins en CO₂ pour les sites industriels d'une ZIP définie.

Les récits dégagés des recherches menées dans le cadre la chaire CTSC consolident une potentielle mise en place des technologies de CTSC dans le territoire de l'Axe-Seine. Ce dernier est en effet présent dans la plupart des travaux aussi bien en sciences de la vie et de la matière, qu'en sciences humaines et sociales. La dimension problématique de ces récits est avant tout celle de l'incertitude tant sur les aspects naturels que sociaux ou organisationnels. Cependant, ils insistent tous sur les actions à mettre en œuvre pour limiter ces incertitudes et donner une issue favorable à la mise en place des technologies de CTSC. Ainsi, ces récits dessinent-ils des arrangements socio-techniques idéaux concernant ce dispositif technique ou ses alternatives (AKRICH 1989). Pour reprendre le vocabulaire de la sociologie de l'acteur-réseau, nous observons dans ces différentes communications les entités matérielles à enrôler dans ce dispositif technique (roches de couvertures, pores de l'aquifère salin, isotopes de l'interaction roche/CO₂), les dispositifs réglementaires à adopter (Marché du carbone, code minier, code de l'urbanisme, code de l'environnement) et les parties prenantes à enrôler (Acteurs locaux, industriels, populations)²⁷. Toutefois pour une implantation effective des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, ces arrangements socio-techniques doivent pouvoir être transférés et rester valides « hors du laboratoire ».

27. La notion d'enrôlement correspond à l'intégration d'une entité matérielle, réglementaire, ou humaine dans un réseau socio-technique CALLON 1986.

5.5.3 Démontrer le captage du CO₂ pour répondre à quels enjeux ?

La troisième initiative menée dans la ZIP de l'estuaire concernant les technologies de CTSC est la démonstration de ce dispositif technique. Ainsi, deux projets de démonstrateurs ont-ils été annoncés des 2010 et 2011. Avant de détailler ces projets de démonstration des technologies de CTSC dans la ZIP de l'estuaire de la Seine, revenons sur la notion de démonstration technique.

Démonter une technologie : une phase de développement intermédiaire.

Comme le définissent Markusson et al. (MARKUSSON, ISHII et J. STEPHENS 2012), la démonstration constitue le lien entre la Recherche & Développement et la phase de déploiement industriel. L'objectif de la démonstration est à la fois de montrer les succès techniques, mais aussi de progresser de façon globale en vue du déploiement du dispositif technique. Par ailleurs, la démonstration représente aussi une opportunité pour constituer un nouveau réseau social autour d'un dispositif technique (Op. cit., p. 224). Concernant les technologies de CTSC, Markusson et al. notent que les politiques de démonstration à l'échelle européenne ont pour objectif de préparer la mise en œuvre de ces technologies à grande échelle. Selon eux, les projets de démonstration de ce dispositif technique évalueront donc les meilleures options technologiques, les cadres réglementaires adoptés, la sécurité, les dimensions commerciales ou encore, les méthodologies d'engagement des parties prenantes (Op. cit., p. 223). Par ailleurs, Markusson et al. considèrent également les projets de démonstration technique comme des processus d'apprentissages sociaux. Selon eux, la démonstration d'une technologie est une interaction entre des démonstrateurs et un public. Selon le cadrage adopté par les démonstrateurs, cette interaction produit non seulement des apprentissages techniques, mais aussi des informations sur la signification plus générale de la technologie. L'analyse des différents projets mis en œuvre dans les ZIP de l'estuaire permettra d'identifier le cadrage de ces opérations de démonstration des technologies de CTSC et ainsi, d'en identifier les enjeux.

Démontrer le Captage du CO₂ sur la centrale EDF : des ambitions fortes pour un cadrage limité.

La décision d'expérimenter le captage du CO₂ sur la tranche numéro quatre de la centrale EDF du Havre a été prise en 2010. Un projet de démonstration d'une unité de captage post-combustion porté par Alstom, Dow Chemical et EDF a été sélectionné par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt Captage et Stockage géologique du Fonds démonstrateur de recherche (ADEME 2014, p. 3). Cette agence est un opérateur de l'État sous la tutelle conjointe des Ministères de l'écologie, de l'énergie, de l'éducation nationale et de la recherche. L'objectif de cette agence est de mettre à disposition des entreprises, des collectivités locales et du grand public ses compétences en termes de conseils et d'expertise concernant la transition énergétique et la transition

écologique²⁸. Le Fonds Démonstrateurs de Recherche est un programme de financement, doté de 325 millions d’euros pour la période 2009 – 2012, destiné à soutenir les nouvelles technologies d’énergie²⁹. Les principaux objectifs de ce programme sont de préparer les technologies de rupture pour tenir les objectifs environnementaux, valider ces technologies par la réalisation de démonstrateurs représentatifs d’une utilisation dans des conditions industrielles, contribuer à positionner les acteurs français comme leaders mondiaux des technologies, et identifier de nouveaux programmes de recherche (ADEME 2010). Ce projet de démonstration du Captage du CO₂ sur le site du Havre a été retenu et financé par l’ADEME à hauteur de 25% en raison du dynamisme du territoire concernant ces technologies (ADEME 2014, p. 5).

Dans le cadre de ce démonstrateur, les objectifs poursuivis par Alstom et Dow Chemical sont d’ordre technico-économique. Selon la synthèse publique de ce projet réalisé par l’ADEME, ces deux industriels ont déjà réalisé conjointement un pilote de captage du CO₂ sur un des sites de Dow Chemical à South Charleston — Virginie – en 2009. Ces industriels utilisent un procédé spécifique (*Advanced Amines Process*) spécialement conçu pour capter le CO₂ issu des centrales à charbon. Ce procédé se compose de l’utilisation d’un solvant (UCARSOLTM FGC3000) et d’une conception spécifique (ADEME 2014, p. 3). Le pilote de Charleston avait une capacité de captage du CO₂ de 5 tonnes par jour.

L’objectif d’Alstom et DOW Chemical est donc d’améliorer les performances de leur procédé par la démonstration sur la centrale EDF du Havre. Pour y parvenir, ils ont amélioré la colonne d’absorption du CO₂, le système de régénération du solvant et les échangeurs de chaleur (Op.cit. p. 3). L’objectif pour ces industriels est donc de capter 25 tonnes de CO₂ par jour. Ce qui représente environ 1% des émissions totales de CO₂ de la tranche 4 de la centrale du Havre. Pour EDF, l’enjeu de ce projet de démonstration est de tester la fiabilité et la flexibilité de ces technologies sur une centrale à charbon. Si l’expérience est concluante en termes de bilan énergétique et économique, EDF généralisera l’utilisation de ces technologies sur ses installations (*Tester une technologie de captage de CO₂* 2012).

Cette description succincte du projet de démonstration montre une association entre les technologies de CTSC et différents récits. Ces documents rappellent tout d’abord le récit de la limitation des gaz à effet de serre dans un contexte global de hausse des émissions, mais aussi celui d’une technologie disponible à un coût économiquement acceptable. Enfin, ces documents font aussi référence au récit d’une centrale propre dans l’estuaire de la Seine. EDF met en effet en avant le *respect de l’environnement de l’estuaire* comme *un engagement quotidien* en titre d’une plaquette d’information relative à ce projet de captage du CO₂ (*Tester une technologie de captage de CO₂* 2012). Au regard de ces propos, les ambitions d’un tel projet de démonstration semblent donc très grandes. Si l’on se réfère aux travaux de Markusson et al. (MARKUSSON, ISHII et J. STEPHENS 2012), nous observons que le cadrage du projet de démonstration des technologies de captage du CO₂ sur la centrale EDF au Havre relativise de telles ambitions. Ce projet est essentiellement orienté vers des enjeux d’amélioration économique du procédé.

28. <http://www.ademe.fr/connaître>. Consulté le 27 septembre 2015.

29. Biocarburants 2^{ème} génération, Véhicules à faible émissions de GES, Captage et Stockage du CO₂, Réseaux intelligents, Énergies Marines, etc.

Comme le souligne la synthèse de l'ADEME, le dynamisme des parties prenantes locales semble décisif dans la sélection de ce projet. Au regard des observations participantes menées au sein de la Chaire CTSC, nous pouvons également affirmer que des échanges existent entre les porteurs du projet, les représentants des autorités locales et la communauté scientifique. Cependant, par souci de confidentialité et de maintien d'un avantage compétitif, certaines informations concernant le fonctionnement du pilote ne sont pas divulguées. Notons par ailleurs que la dimension d'acceptabilité sociale de ce projet n'est pas abordée dans ce projet. Les populations sont informées via la presse locale de l'existence de ces technologies ou encore, lorsque des visites du site de la centrale EDF durant la semaine de l'industrie, organisée chaque année par la CCI du Havre. Ces deux modalités d'informations restent cependant limitées à des informations très factuelles. Les apprentissages sociaux tels que le définissent Markusson et al. sont donc très limités. Nous observons donc un paradoxe entre des ambitions très grandes véhiculées dans les discours concernant ce projet et le cadrage et les apprentissages sociaux finalement très restreints.

Capter et valoriser du CO₂ à l'échelle d'une ZIP : le projet de Sédibex et l'émergence d'un nouveau récit relatif aux technologies de CTSC.

Sédibex est une unité d'incinération des déchets industriels. Selon les représentants de la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) du Havre, cette unité est le fruit d'une collaboration entre les industriels de la ZIP de l'estuaire. Ces derniers ont créé cette unité en 1977 car ils avaient besoin de ce type d'équipement sur la ZIP du Havre. Cette unité d'incinération des déchets industriels est donc propriété de la Société d'Économie Mixte pour l'Élimination des Déchets Industriels (SEMEDI) qui rassemble les industriels de la zone (principaux clients industriels de la ZIP), le département, les CCI du Havre et de Fécamp et Bolbec, la Caisse des Dépôts et Consignation. Elle est exploitée par la société Sédibex qui fait partie du groupe Véolia propriété³⁰.

Le site internet de Sédibex nous apprend également que l'usine a depuis 2009 une capacité d'incinération des déchets de 165 000 tonnes par ans. L'activité d'incinération des déchets est valorisée par une production de 9,5 Millions de Kwh par an, principalement utilisés sur le site, et 300 000 tonnes de vapeurs d'eau distribuées à quatre sites industriels chaque année³¹. Les déchets solides sont également valorisés auprès d'autres acteurs de la gestion des déchets.

Au regard de cette première description, l'entreprise Sedibex semble active sur la dimension de valorisation des déchets et d'écologie industrielle. Cette stratégie est probablement liée à la stratégie globale du groupe Véolia, déjà évoquée à propos du site de Claye-Souilly. Sur le site de Sédibex, l'expérimentation d'une unité de captage du CO₂ est annoncée dans la presse en 2011. Pour développer ce projet, Sédibex a fait appel à des ingénieurs de l'institut national des sciences appliquées (INSA) de Rouen. Ce partenariat a tout d'abord donné lieu à une conception de la technologie en laboratoire pendant une durée de cinq ans, puis à une expérimentation

30. http://www.sedibex.fr/sedibex_valorisationdechets_presentation_groupe.html#. Consulté le 28 septembre 2015.

31. http://www.sedibex.fr/sedibex_environnement_valorisation.html. Consulté le 28 septembre 2015.

de cette dernière sur le site de Sedibex en 2011³².

Comme pour la centrale EDF, le dispositif de captage du CO₂ retenu est un captage post-combustion utilisant un solvant aux amines. Les enjeux de la démonstration sont ici d'évaluer le coût énergétique du process, la dégradation de l'amine à l'usage et enfin, le niveau de pureté du CO₂ capté dans le contexte d'une unité d'incinération des déchets où les fumées sont très hétérogènes. (GARNIER, La Tribune 16-04-2011). La finalité globale de ce projet est la valorisation du CO₂ capté. Comme l'explique le président de Sedibex dans un article de Paris-Normandie en date du 28 juin 2011, l'idée initiale était la valorisation du CO₂ auprès des industriels locaux qui en ont besoin dans leur production (HAUGEL Paris-Normandie 28-06-2011). Cette volonté de valorisation du CO₂ est également justifiée sur un autre registre par Lionel Estel, enseignant chercheur à l'INSA de Rouen impliqué dans ce projet. Rappelons ses propos extraits de l'article de La Tribune précédemment cité.

« Classiquement, le captage conduit au stockage et à l'utilisation de moyens de transport avec émissions de CO₂, ce qui n'est pas une solution viable (...) Par ailleurs, outre les risques inhérents au stockage et à l'énergie nécessaire pour comprimer le CO₂ afin de le transporter, il faut savoir qu'avant 100 ans tous les sites disponibles seront saturés. »
(Lionel Estel cité par GARNIER, La Tribune 16-04-2011)

Cette citation montre l'émergence d'un nouveau récit relatif aux technologies de captage du CO₂. Là où l'agence internationale de l'énergie ou d'autres industriels de la pétrochimie insistent sur le potentiel considérable des réservoirs de stockage de CO₂, cette solution est ici remise en cause par cet enseignant chercheur de l'INSA. Une telle observation vient questionner la conception même des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Dans le rapport spécial du GIEC (2005), ces dernières sont présentées comme des technologies de transition (*Bridging Technology*) entre une société hautement émettrice de gaz à effet de serre et une société faiblement émettrice, s'appuyant sur les énergies faiblement carbonées. Le projet COCATE fait lui aussi référence à une utilisation temporaire de ce dispositif technique pour une durée de trente ans. L'observation de Lionel Estel ouvre le récit d'un dispositif de Captage et de valorisation du CO₂ pérenne, au-delà d'une période de transition sociotechnique. Ajoutons que l'objectif de valorisation du CO₂ s'inscrit également dans une démarche d'écologie industrielle, déjà initiée par Sédibex avec la production et la vente de vapeur et d'électricité.

Le projet Sedibex amorce donc un nouveau récit relatif aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, celui d'une valorisation préférable au stockage du CO₂. Une telle orientation questionne donc la conception de ce dispositif technique et sa pérennité. Ajoutons enfin que le cadrage du projet est là encore centré autour d'enjeux technico-économiques. Néanmoins, à la différence du projet développé sur la centrale EDF, la coopération entre les industriels et les laboratoires scientifiques locaux semble plus grande, comme en témoigne le partenariat avec l'INSA de Rouen.

32. <http://www.insa-rouen.fr/actualites/point-presse-captage-co2>. Consulté le 28 septembre 2015.

5.6 Conclusion : Les récits relatifs aux technologies de CTSC dans l’Axe-Seine : entre projets au service du développement durable d’un territoire et instrument favorable aux seules industries fortement émettrices de gaz à effet de serre.

L’objectif de ce chapitre était d’identifier les premiers récits relatifs aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l’Axe-Seine. L’analyse de la presse quotidienne régionale des trois régions de l’Axe-Seine montre que ces technologies apparaissent dans la sphère médiatique au cours des années 2006-2007. Ces technologies font davantage l’objet d’une médiatisation en Île-de-France et dans l’estuaire de la Seine, les articles relatifs à ce dispositif technique étant relativement généraux dans la presse quotidienne régionale de Basse-Normandie.

Les matériaux analysés dans ce chapitre montrent différents récits associés aux technologies de CTSC selon l’appartenance des « auteurs » du récit. À partir des analyses des récits menées dans ce chapitre nous proposons une typologie des récits concernant les technologies de CTSC qui se structure autour de deux axes thématiques. Le premier axe a pour objet le type d’application envisagée pour les technologies de CTSC. Il oppose une conception de ce dispositif technique comme projet de territoire répondant à un impératif écologique de réduction des émissions de CO₂, à des technologies de CTSC conçues comme instruments au service du développement économique de certaines industries fortement émettrices de CO₂ souhaitant devenir leader dans la commercialisation de ces technologies. D’autre part, le deuxième axe concerne le niveau de maturité de ces technologies. Il oppose des récits où ce dispositif technique est considéré comme disponible à des récits où il est perçu comme incertain voire, risqué. Le schéma suivant représente des résumés des récits analysés dans ce chapitre, associés à leurs auteurs.

Technologies de CTSC associées au développement durable des territoires	
<p>Un dispositif technique fiable et disponible</p> <p>Les technologies de CTSC : des technologies fiables dont seule la rentabilité économique est à améliorer.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Veolia (Projet de Claye-Souilly) - Alstom DOW Chemical (projet C2A2 Le Havre) 	<p>Un dispositif technique incertain voire risqué</p> <p>Des technologies dont on ne connaît pas les dangers et qui nuisent potentiellement au cadre de vie local.</p> <p>Des technologies incohérentes avec les stratégies de développement durable qui profitent seulement aux industriels et maintiennent une dépendance des sociétés aux énergies fossiles.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collectifs associatifs (2CN2C, réseau FNE) - élus écologistes
<p>Un dispositif technique dont le déploiement dépend des engagements politiques et économiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alstom (RIH) - GEOSTOCK (RIH) <p>Valoriser le CO₂ capté dans une logique d'écologie industrielle. Une alternative pour les industries de l'estuaire consommatrices de CO₂.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sédibex <p>Le "Charbon Propre": une innovation au service du développement de l'estuaire de la Seine.</p> <ul style="list-style-type: none"> - POWEO - SNET - GPMH 	<p>Des technologies complémentaires aux énergies renouvelables dans la lutte contre le réchauffement climatique mais dont la fiabilité est à démontrer avant un déploiement à grande échelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institut de Physique du Globble - Chaire CTSC <p>Un dispositif technique susceptible de permettre un développement décarboné des ZIP de l'estuaire et de l'Axe-Seine de la Seine.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projet COCATE - Chaire CTSC
<p>Technologies de CTSC associées seulement au développement économique des industries fortement émettrices de CO₂</p>	

FIGURE 40 – Typologie des récits relatifs aux technologies de CTSC dans l’Axe-Seine (2006 – 2011.)

Dans cette typologie nous observons tout d'abord que les récits des industriels appréhendent tous les technologies de CTSC comme fiables. Notons cependant une différence d'appréhension des modalités d'application de ce dispositif technique. Pour certains industriels comme Sédibex, le déploiement de ce dispositif technique doit être associé à une logique d'écologie industrielle sur le territoire. D'autres industriels comme Alstom ont des discours différents selon les contextes. Lors des colloques internationaux, ils partagent une vision des technologies de CTSC comme complémentaires aux énergies renouvelables. Dans ce contexte, ces technologies sont pour eux un instrument essentiel de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il faut donc les déployer massivement. En revanche à propos de projets particuliers, la priorité est un développement économiquement rentable de ce dispositif technique. Ces deux facettes du discours ne sont pas contradictoires mais complémentaires. Le développement économiquement rentable de ces technologies à l'échelle d'un site permet indirectement un déploiement de plus grande envergure. Parmi les parties prenantes appréhendant les technologies de CTSC comme incertaines voire risquées, nous distinguons deux types de récit. Les scientifiques considèrent que ces technologies, sous réserve d'expérimentations approfondies, permettront un développement durable de l'Axe-Seine. A l'inverse, les parties prenantes représentant le milieu écologiste ou associatif considèrent que ce dispositif technique ne permet en aucun cas un développement durable des territoires. Selon eux, ces technologies contribuent au maintien de la dépendance des sociétés aux énergies fossiles.

Ajoutons que ces récits évoluent de façon dynamique entre 2006 et 2012. En 2006 – 2007, les propos relatifs aux technologies de CTSC laissent espérer un déploiement rapide de ces technologies. La multiplication des projets de recherche & développement dans les années qui suivent viennent cependant contrebalancer cette tendance. Aux récits assurés concernant la disponibilité des technologies de CTSC succèdent donc des récits faisant état des incertitudes relatives à l'utilisation de ces technologies.

Cette typologie des récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine permet donc d'identifier différentes attentes techniques relatives à ces technologies et différentes visions du futur de l'Axe-Seine. Ainsi observons-nous dans les différents récits, excepté celui des écologistes, un futur des sociétés davantage consommatrices d'énergie et dépendantes des énergies fossiles. Les technologies de CTSC représenteraient donc ici un recours incontournable pour ces sociétés futures en permettant un maintien de l'organisation socio-économique, le temps de définir une organisation sociale s'appuyant sur les énergies faiblement carbonées. Ces attentes techniques sont d'autant plus fortes dans l'Axe-Seine qu'il s'agit d'un territoire très industrialisé. Par ailleurs, dans ces récits émergent aussi un autre recours aux technologies de CTSC. Au lieu de stocker le CO₂ capté, celui-ci serait valorisé dans une logique d'écologie industrielle. Dans le chapitre suivant nous observerons les évolutions de ces récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine.

Chapitre 6

2012-2015 : vers une transformation des promesses techno-scientifiques relatives aux technologies de CTSC ?

6.1 Introduction

Ce chapitre poursuit la réflexion débutée au chapitre précédent. Ici, il sera question des récits relatifs aux technologies de CTSC pour la période 2012-2015. Les articles de presse et actes de conférences sont de nouveau des matériaux sur lesquels nous nous appuyons pour identifier ces récits. Par ailleurs, nous identifierons également les récits relatifs aux technologies de CTSC dans les propos des parties prenantes locales¹ de l’Axe-Seine avec lesquelles nous avons réalisé des entretiens. Nous avons rencontré ces différents interlocuteurs car nous estimons que si les technologies de CTSC étaient effectivement implantées dans l’Axe-Seine, ces derniers auraient un rôle à jouer. Cependant, leur degré d’implication reste incertain tant qu’un projet d’une telle ampleur dans l’Axe-Seine ne gagne pas en réalité. Ainsi, cette enquête par entretiens s’apparente-t-elle à la construction d’un public pour une question, un problème public, au sujet duquel ces parties prenantes n’ont pas toute un positionnement arrêté et définitif. Elles n’y ont parfois même pas réfléchi.

Comme le rappelle Brugidou en s’appuyant sur les travaux de Dewey, la notion de public prend deux sens. Dans son sens passif, *le public est l’ensemble des personnes dont la liberté d’agir est menacée par les effets indirects d’activités auxquelles elles ne participent pas*. Au sens actif, *le public est dévolu à rétablir cette liberté par un ensemble ordonné et cohérent d’activités* (BRUGIDOU 2008, p. 22). Brugidou ajoute ensuite que les dispositifs d’enquête par sondage ouvrent un espace public relatif à un problème particulier. En effets, les résultats de ces sondages sont susceptibles d’être réutilisés dans les médias. Les répondants à ces enquêtes ont donc conscience de ne pas être les seuls à répondre a ce sondage d’opinion constituent donc expérimentalement un public similaire au public du problème. Il termine ensuite sa définition du public des sondages en soulignant que l’artefact sondage d’opinion permet de décrire ce public. La scientificité

1. élus locaux et régionaux, responsables associatifs, directeurs d’agence de développement économique et d’agence d’urbanisme, représentants des autorités portuaires du Havre et de Rouen, représentants de Syndicat de Prévention des Pollutions industrielles.

de cette description est liée à la prise en compte dans les résultats d'enquête des caractéristiques de la construction du public et de la qualité du dispositif d'enquête (Op. cit., p. 28-29). Bien que nous ne soyons pas ici dans le contexte d'une enquête par sondage, les parties prenantes rencontrées sont conscientes de ne pas être les seules à s'exprimer sur ce sujet et donc, faire partie d'un public.

Dans les entretiens menés avec le « public » des parties prenantes de l'Axe-Seine, l'éventuelle implantation des technologies de CTSC a été abordée dans une discussion plus globale relative aux dynamiques territoriales et aux initiatives prises par ces territoires sur les questions d'environnement. Ainsi, en sollicitant ces récits concernant les technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ espérons-nous à la fois identifier la reprise de récits sur ce dispositif technique énoncés par des personnes en charge de ce projet dans la presse locale, mais aussi identifier des visions d'utilisations futures possibles pour ce dispositif technique.

La structure de ce chapitre respectera la chronologie des événements et des récits relatifs aux technologies de CTSC. Ainsi, observer, la persistance ou la disparition de certains récits sera plus aisé. Nous présenterons donc dans un premier temps les récits identifiés dans la presse pour la période 2012 – 2013.

Dans un second temps, nous compléterons cette première analyse par l'analyse des récits identifiés dans les entretiens réalisés au cours de la même période.

Dans un troisième temps, nous aborderons les récits relatifs aux technologies de CTSC pour la période 2013 – 2015. Dans la chronologie du CTSC en Europe, 2013 est une année marquante avec l'échec de la réponse au premier appel à projet européen sur les technologies de CTSC. Nous détaillerons les raisons de ce premier appel à projet manqué et les récits qui succéderont à cet événement en ce qui concerne le CTSC dans l'Axe-Seine.

Au terme de cette analyse des récits, nous pourrons caractériser l'évolution des récits relatifs aux technologies de CTSC, ainsi que l'hybridation entre ces récits et les visions d'une utilisation de ces technologies par les parties prenantes de l'Axe-Seine.

6.2 2012-2013 : les technologies de CTSC entre avenir prometteur pour l'estuaire de la Seine et incertitudes à l'échelle internationale.

Pour l'année 2012, les articles consacrés aux technologies de CTSC sont exclusivement publiés dans la presse locale de la région Haute-Normandie. Pour le début de l'année 2013, nous avons de nouveau recensé des articles dans la presse régionale d'Île-de-France. Nous détaillerons tout d'abord les récits relatifs aux technologies de CTSC recensés dans la presse locale haut-normande, puis ceux recensés dans la presse francilienne.

6.2.1 Les technologies de CTSC dans l'estuaire de la Seine : un outil au service du développement du territoire.

Dans la presse locale haut-normande, nous avons identifié trois récits où les technologies de CTSC apparaissent. Soit elles sont au cœur d'un projet de territoire, soit elles contribuent à la réalisation d'un projet de territoire. Analysons ces trois récits.

Des technologies déterminantes pour le développement à venir de la ZIP du Havre.

Un premier article paru le 3 février 2012 dans l'ensemble des éditions du *Paris-Normandie* revient sur les conclusions du projet COCATE². Le journaliste présente ainsi les résultats de ce projet :

« Le projet ne relève plus du fantasme, il entre dans le champ des possibles.(...) A quelques mois de la remise de leur rapport à l'UE qui finance généreusement leurs recherches, les intéressés affirment avoir déjà levé bon nombre d'hypothèques techniques et économiques. A les en croire, la mutualisation permettrait de rendre le système accessible aux émetteurs les plus désargentés à des coûts raisonnables. Sachant que la ZIP est l'une des plus importantes émettrices de gaz à effet de serre de France. » (Paris-Normandie, 03-02-2012)

Cet extrait montre que l'utilisation des technologies de CTSC au service d'un développement décarboné des ZIP de l'estuaire semble réalisable. Cependant dans la suite de son propos, ce journaliste nuance la réalisation immédiate d'un tel objectif. Il cite tout d'abord les propos de la responsable du suivi de ce projet dans l'agence de développement économique de l'agglomération du Havre.

« Les études sont suffisamment prometteuses pour motiver un industriel et le pousser à investir dans un démonstrateur » (Maud Samuel – Le Havre Développement)

Dans cet extrait, l'emploi du terme « *démonstrateur* » laisse supposer que de nombreux obstacles techniques et économiques restent à franchir avant l'implantation des technologies de CTSC à l'échelle d'une ZIP, comme prévu dans le projet COCATE. Comme le montrent les travaux de Markusson et al., l'ambition de la démonstration d'une technologie est à la fois de montrer effectivement ce qui est réalisable, mais aussi d'effectuer de la recherche à plus grande échelle. Ces nouvelles expérimentations pouvant contredire les attentes socio-techniques initialement formulées (MARKUSSON, ISHII et J. STEPHENS 2012). Par ailleurs en se référant de nouveau aux propos de Maud Samuel, ce journaliste insiste également sur deux autres obstacles à la réalisation de ce projet.

« Il faudra également que la communauté européenne modifie quelque peu sa réglementation. Le CO₂ n'étant pas considéré comme un déchet, il n'est pas possible, en l'état actuel des textes, d'exporter du gaz carbonique produit au Havre jusque dans les profondeurs marines d'une autre nation, fut-elle membre de l'Union. «Le principal point bloquant est là, reconnaît Maud Samuel. C'est très compliqué administrativement».

2. Nous avons analysé ce projet dans le chapitre 5.

L'Europe planche sur le sujet paraît-il... sous l'œil vigilant des associations de protection de l'environnement qui restent majoritairement hostiles au stockage du CO₂. » (Paris-Normandie, 03-02-2012)

Dans cet extrait, la réglementation concernant le stockage du CO₂ mais aussi, l'opinion des associations de protection de l'environnement concernant ces technologies sont deux freins à la concrétisation d'un dispositif de CTSC à l'échelle d'une ZIP. En citant de nouveau les propos de la représentante du Havre développement, le journaliste sous-entend que les principaux obstacles sont d'ordre administratif. Pourtant, cette même responsable évoque plus haut l'investissement potentiel dans un démonstrateur. Cette responsable du projet COCATE pour l'agence de développement économique du Havre insiste davantage sur les limites socio-organisationnelles que sur les limites techniques. Cependant comme le montrent les travaux de sociologies des sciences et des techniques ces deux dimensions sont interdépendantes. Markusson et al. (Op.cit.) montrent en outre que certains projets de démonstration associent ces deux dimensions. Le récit relatif à la réalisation d'un dispositif de captage, transport et stockage du CO₂ à l'échelle d'une ZIP montre que, bien que prometteur, ce dispositif technique reste conditionné à la levée de nombreux obstacles techniques, économiques et socio-politiques. Néanmoins, nous observons une poursuite de l'objectif de développement ambitieux de ce dispositif technique dans l'estuaire de la Seine.

Les technologies de CTSC au service d'un hydrogène décarboné.

L'association entre les technologies de CTSC et la fabrication d'un hydrogène décarboné est annoncée dans un article daté du 15 juin 2012, publié dans l'ensemble des éditions du journal *Paris-Normandie*. Il présente le projet d'investissement d'Air Liquide dans un dispositif de captage de CO₂ pour produire de l'hydrogène décarboné sur son unité de production de Notre-Dame de Gravenchon. Au-delà des finalités poursuivies par Air Liquide, ce projet sera également associé à des récits relatifs à l'avenir du territoire dans un autre article du *Progrès de Fécamp* daté du 28 juin 2012. Présentons successivement ces différents récits.

Dans l'article du 15 juin 2012, la finalité de la production de l'hydrogène décarboné est présentée ainsi par le journaliste :

« A côté des véhicules électriques à batteries, verra-t-on circuler demain des voitures et des camions alimentés à l'hydrogène via une pile à combustible ? Peut-être, à condition que les industriels trouvent un moyen économiquement supportable de réduire les importantes émissions de gaz carbonique générées par la production d'hydrogène. Un sujet sur lequel le groupe Air Liquide planche depuis plusieurs années dans le cadre de son programme Blue Hydrogen. Il passe aujourd'hui, au stade des exercices pratiques. » (Paris-Normandie, 15-06-2012).

Cet extrait montre qu'une application essentielle de la production d'hydrogène décarboné est celle de l'utilisation des piles à combustible, destinées au transport et la logistique. Comme le précise plus loin cet article, les piles à combustibles seraient aussi utilisables dans les chariots élévateurs. Dans ce récit, le captage du CO₂ est une condition nécessaire de la production de cet

hydrogène décarboné. Air Liquide a développé une technologie spécifique pour cette production d'hydrogène décarboné, comme l'illustre l'extrait suivant.

« Le projet d'Air Liquide, intitulé CryoCap H2, vise à mettre en œuvre une unité de captage, de liquéfaction de CO₂ et de production d'hydrogène, selon une technologie innovante développée par le groupe Air Liquide permettant de réduire de 50% les coûts de captage de carbone par rapport aux technologies traditionnelles. » (Progrès de Fécamp, 28-06-2012).

Au regard de cet extrait, capter le CO₂ en utilisant le procédé d'Air Liquide serait rentable. Ainsi, concrétiser la production industrielle d'un hydrogène décarboné serait-il possible. Selon les décideurs locaux, cette innovation technologique développée par Air Liquide s'inscrit aussi dans une logique de développement local au service du territoire. Comme l'explique l'article du *Progrès de Fécamp*, les décideurs locaux et régionaux ont investi six millions d'euros dans ce projet. Deux types d'attentes relatives à ce dispositif technique sont exprimées par ces acteurs territoriaux, comme l'illustrent ces extraits des propos rapportés dans cet article.

« C'est un beau projet industriel et environnemental, le premier gros projet depuis un certain temps à Port-Jérôme. Cela va conforter les activités de la zone. (...) Il faut surtout voir à travers ce projet un espoir de pérennité pour les activités de la zone industrielle. » (Paul Dhaille – vice-président à l'économie de la communauté de communes Caux Vallée de Seine).

« Ce projet s'inscrit parfaitement dans les objectifs vertueux de notre Appel à Projet Énergies : stimuler la croissance, soutenir l'innovation et permettre la conversion technologique et écologique de l'économie haut-normande, tout en créant des emplois. » (Alain Le Vern – Président du Conseil Régional de Haute-Normandie).

« L'écologie industrielle est un des leviers de développement économique de notre territoire tout en réduisant les impacts environnementaux des activités industrielles. L'accompagnement de ce projet s'inscrit pleinement dans notre démarche de développement durable et de la mise en place de notre Plan Climat Énergie Territorial. » (Jean Claude Weiss président de la communauté de communes Caux-Vallée de Seine.)

Ces extraits d'article de la presse locale montrent tout d'abord l'attente d'une pérennisation des activités industrielles sur le territoire associée au projet d'Air Liquide. Cette pérennisation des activités industrielles s'inscrit dans une stratégie régionale de conversion de l'industrie mais aussi, dans une stratégie de l'intercommunalité de favoriser le développement de l'écologie industrielle.

L'« appel à projet énergies » auquel fait référence le président du conseil régional de Haute-Normandie a été lancé en 2011. Ses objectifs étaient de promouvoir l'utilisation de procédés industriels plus sobres en énergie, de développer le recours aux énergies renouvelables et de faire émerger de nouveaux secteurs d'activités créateurs d'emplois³. Cet appel à projet a contribué au financement de 93 projets à la fois en termes d'investissement, mais aussi de recherche.

3. <http://www.ape.hautenormandie.fr/>. Consulté le 9 novembre 2015.

Concernant la démarche d'écologie industrielle, le projet auquel fait référence le Président de la communauté de communes Caux-Vallée de Seine s'inscrit dans la poursuite des travaux menés dans le cadre de l'atelier économie du Grenelle de l'estuaire de la Seine entre 2008 et 2009⁴. Pour les élus de l'estuaire de la Seine, l'écologie industrielle était une filière pertinente à développer pour l'avenir du territoire. La communauté de communes Caux-Vallée Seine a pris la charge du pilotage de ce projet. Une association a donc été créée pour réaliser des études sur les échanges de flux à développer dans le territoire.

Au-delà de l'hydrogène décarboné, source d'une mobilité respectueuse de l'environnement, ces récits montrent que le projet de captage de CO₂ développé par Air Liquide sur le site de Port-Jérôme fait l'objet d'attentes territoriales fortes en termes de maintien et de développement de l'outil industriel local. Cette observation conforte les attentes observées précédemment concernant l'utilisation de ce dispositif technique dans le territoire de l'estuaire de la Seine. Notons cependant une évolution des récits relatifs au CTSC. L'article du *Progrès de Fécamp* rappelle que la valorisation du CO₂ est envisagée avec plusieurs industriels de l'estuaire de la Seine. Ainsi, comme pour le projet de captage de CO₂ développé par Sédibex sur son unité d'incinération de déchets, la finalité du projet d'Air Liquide est de valoriser le CO₂ capté et non de le stocker. Ce projet questionne donc de nouveau la pertinence de l'association initiale entre captage, transport et stockage du CO₂, à l'échelle de l'Axe-Seine.

Un dispositif technique au service de la pérennité de la centrale EDF du Havre.

Le dernier récit relatif aux technologies de CTSC apparu dans la presse locale en 2012 est celui de l'association entre ce dispositif technique et le maintien en fonctionnement d'une tranche de la centrale EDF du Havre. Ce récit apparaît dans un article du *Havre Presse* daté du 19 septembre 2012. Cet article a pour objet la visite du PDG d'EDF à la centrale thermique du Havre et la confirmation de l'arrêt des tranches une et deux qui ne sont plus conformes aux normes européennes. La construction du propos de cet article s'appuie sur une opposition entre l'histoire de ce site de production d'électricité et son avenir. Les tranches numéros 1, 2 et 3 sont renvoyées à l'histoire du site et feront l'objet d'une déconstruction. A l'inverse, des investissements seront réalisés sur la tranche 4 afin de maintenir son utilisation jusqu'en 2035. Cette association du captage du CO₂ avec la pérennité de la centrale du Havre est de nouveau évoquée dans un article du *Havre-Presse* en date du 20 novembre 2012, ainsi que dans un article de l'édition du Havre du *Paris-Normandie*, daté du 18 mai 2013.

4. Le Grenelle de l'estuaire est une modalité de concertation entre les parties prenantes de l'estuaire calquée sur le fonctionnement du Grenelle de l'environnement (cinq collègues mobilisés : État, collectivités, associations, salariés et employeurs). L'objectif de ce grenelle était de proposer des pistes d'action pour l'avenir du territoire. <http://www.aurh.fr/animation/le-grenelle-de-l-estuaire/>. Consulté le 9 novembre 2015.

L'article du *Havre-Press* du 20 novembre 2012 fait référence à des travaux menés par l'Institut Énergie et Développement ⁵. Ce bureau d'études préconise le maintien de la production thermique selon lui nécessaire pour répondre à la demande d'énergie. Plusieurs solutions sont alors proposées. L'auteur de cet article fait par exemple référence à la mise aux normes des tranches 1 et 2, leur conversion en tranche biomasse, ou encore la construction d'une tranche 600 MW associée à un dispositif de captage du CO₂.

L'article daté du 18 mai 2013 rappelle lui aussi dès son titre (*La centrale thermique joue sans doute son avenir sur ce dossier*), les attentes relatives aux technologies de CTSC associées à la centrale thermique d'EDF. En revanche, ces attentes sont réalisables à plus court terme. Elles concernent l'association du CTSC à la tranche 4 de la centrale EDF, pour pérenniser son utilisation. Le journaliste évoque tout d'abord le contexte de fermeture des tranches, 1, 2 et 3 dans un contexte d'évolution de la réglementation européenne. Puis, il insiste sur la dimension novatrice du procédé de captage du CO₂ employé sur la centrale, comme l'illustre l'extrait suivant :

« Avec le captage du CO₂, le site du Havre joue les précurseurs en développant une technologie pour réduire l'impact environnemental. La centrale est effectivement la première en France à s'engager à titre expérimental dans cette voie. (...) Si l'expérience est positive, elle devrait être généralisée à d'autres centrales dans le cadre de la modernisation du parc thermique à flamme ». (Le Havre Presse 18-05-2013.)

Au regard de cet extrait, ce rôle de précurseur de la centrale du Havre semble garantir le maintien de l'activité de la centrale d'EDF. Par ailleurs, le journaliste conclut son article en signalant que 220 millions d'euros seront investis pour prolonger la durée de vie de la centrale jusqu'en 2035. Le récit associant les technologies de CTSC et la centrale électrique du Havre montre de nouveau les attentes en termes de développement local du territoire, au-delà de la seule logique d'innovation défendue par les porteurs de projet.

6.2.2 Les technologies de CTSC dans la presse francilienne : des incertitudes grandissantes quant à la faisabilité du dispositif technique.

Pour le début de l'année 2013, nous avons recensé dans la presse francilienne un seul article concernant les technologies de CTSC dans *Le Parisien* daté du 3 janvier 2013. Il s'agit d'un article de portée générale qui dresse un portrait pessimiste de la mise en place des technologies de CTSC. Le journaliste débute son propos par une citation de la « patronne » de l'agence internationale de l'énergie.

5. Ce bureau d'études est localisé à Montreuil mais ne possède pas de site internet. Il est cependant référencé sur les annuaires d'entreprises. http://www.e-pro-services.fr/seine-st-denis/ingenierie-etudes-techniques/institut-energie-et-developpement_f2692640. Consulté le 10 novembre 2015.

« Pour nos sociétés préoccupées par la quantité de gaz carbonique qu'elles diffusent dans l'atmosphère, le décollage du charbon n'est pas une bonne nouvelle ». (Maria Van der Hoeven – présidente de l'Agence Internationale de L'Énergie).

Cette première citation fait état d'une définition alarmante de la situation. Elle est similaire aux définitions de la situation données par les participants aux Rencontres Internationales du Havre, en mars 2007. Cependant, la suite de son propos montre que les technologies de CTSC ne semblent pas pouvoir apporter la réponse technologique espérée concernant le développement du charbon propre.

« Les centrales à charbon les plus modernes sont désormais dotées de dépoussiéreurs qui retiennent 99% des cendres issues des résidus de combustion. Mais il reste impossible pour l'heure de capter les molécules carboniques incolores et inodores qui s'en échappent. Des molécules en partie responsables du réchauffement climatique. Et le captage et le stockage de CO₂, pas encore au point techniquement, "n'a pas décollé comme prévu" reconnaît l'AIE. En l'absence d'une taxe carbone qui pénaliserait les énergies polluantes, "seule une concurrence féroce permettrait de réduire la demande de charbon", estime l'agence internationale qui souligne que sans des politiques restrictives, "la demande de charbon et les rejets de CO₂ continueront à augmenter" ».

Cet extrait montre les limites techniques non anticipées auxquelles sont confrontées les technologies de CTSC. Le charbon propre, plébiscité par certains intervenant lors du colloque havrais « *charbon propre : Mythe ou Réalité ?* », n'est donc pas encore techniquement disponible. Ainsi, la solution proposée par l'agence internationale de l'énergie est-elle réglementaire. Dans un tel contexte, développer les technologies de CTSC semble perdre en pertinence. Le journaliste fait d'ailleurs état d'arguments allant dans ce sens en citant les propos de Mathieu Orphelin, porte-parole de la Fondation Nicolas Hulot.

« Être dépendant du charbon n'est pas inexorable, estime pourtant Mathieu Orphelin. Si l'ensemble des pays investissaient dans les énergies non fossiles, 77% de nos besoins pourraient être couverts à partir d'énergies renouvelables en 2050 ». (Mathieu Orphelin, porte-parole de la Fondation Nicolas Hulot).

La lecture de cet article, montre que le récit relatif au charbon propre semble de moins en moins convaincant, notamment en raison des limites techniques relatives aux technologies de CTSC. Des mesures réglementaires ou des technologies alternatives doivent être privilégiées pour résoudre la problématique du réchauffement climatique.

A la différence de la presse locale haut-normande, la presse francilienne aborde début 2013 les technologies de CTSC dans une perspective plus générale. A cette échelle, le récit du charbon propre est encore associé aux technologies de CTSC. Or dans la presse locale haut-normande, ce dispositif technique connaît des prolongements diversifiés dans d'autres projets techniques mis en place sur le territoire, comme l'écologie industrielle ou la fabrication d'hydrogène décarboné. Poursuivons notre réflexion en nous intéressant aux récits recueillis lors des entretiens réalisés.

6.3 Entre facteur d’attractivité pour le territoire et interrogations sur la faisabilité : perceptions des technologies de CTSC par les parties prenantes de l’Axe-Seine ?

Les entretiens menés avec les parties prenantes de l’Axe-Seine, à savoir des responsables d’associations de protection de l’environnement, des élus locaux et régionaux ou encore, des responsables d’agences de développement économique ou d’urbanisme, avaient pour objet de comprendre leurs perceptions de ce dispositif technique. Dans ces entretiens, nous n’avons pas abordé cette question directement. Ces technologies sont innovantes et par conséquent elles restent potentiellement méconnues de nos interlocuteurs. Les politiques environnementales menées dans les territoires sur lesquels intervenaient ces parties prenantes constituaient une thématique centrale de ces entretiens. Il s’agissait par exemple pour les parties prenantes de revenir sur les différents dispositifs mis en place pour lutter contre le réchauffement climatique dans les territoires sur lesquels ils intervenaient. Dans la plupart des entretiens, les points de vue relatifs aux technologies de CTSC ont été abordés en fin d’entretien. Ces récits relatifs aux technologies de CTSC recueillis dans les entretiens sont donc à analyser en relation avec la présentation des politiques et dispositifs mis en place pour lutter contre le réchauffement climatique. Ces récits sont donc davantage des récits relatifs aux dynamiques territoriales relatives aux mesures de réduction des impacts environnementaux dans lesquels l’hypothèse d’une utilisation des technologies de CTSC est envisagée de façon différenciée selon les parties prenantes interrogées. Pour analyser ces récits, nous reviendrons tout d’abord sur la description des caractéristiques territoriales et des mesures prises pour réduire les impacts environnementaux des activités industrielles sur ces territoires. Puis, nous détaillerons ensuite les rôles attribués aux technologies de CTSC selon les différentes parties prenantes.

6.4 L’Axe-Seine un territoire industrialisé investi dans des actions de réduction des impacts environnementaux.

La plupart des interlocuteurs rencontrés dans l’Axe-Seine décrivent leur espace d’intervention comme un territoire industrialisé voire, « marqué » par les activités industrielles. Les extraits d’entretiens suivants illustrent ce propos.

« On a des centrales nucléaires, on a du pétrole à ne pas savoir qu’en faire, on a un Axe-Seine, on est sur un territoire éminemment énergétique en production d’énergie, transformation d’énergie ». (Directeur de l’agence de développement économique de Seine-Maritime).

« Si je prends par exemple la problématique de la consommation énergétique, nous c’est l’industrie, l’industrie représente 47%, la moyenne française, c’est 27%. Nous en

numéro un c'est l'industrie, donc ça veut dire que si en effet, on veut engager, comment dirais-je des actions efficaces, on ne peut pas faire sans l'industrie, il faut faire avec eux, donc après vient le bâtiment, le tertiaire, les transports, la raffinerie et puis après, l'agriculture. Donc ça, c'est la problématique au niveau de la consommation d'énergie mais aussi au niveau de la consommation de gaz à effet de serre, nous l'industrie on est fiuf!, c'est quand même ça notre problématique ». (Vice-Présidente à l'environnement – Région Haute-Normandie)

« Nous on a vraiment une spécificité en Île-de-France qui est l'industrie, voilà, donc on partage ça, on partage des éléments assez similaires en termes de populations, de ce type de choses et on a été un territoire qui a été aussi très fortement marqué par tout ce qui a été l'exploitation du milieu, c'est à dire les carrières, les gravières etc. dont certaines se sont reconverties alors des fois en lacs, des fois en bassins d'aviron (rires) mais aussi en centres d'enfouissement de déchets, voilà donc on a une filière notamment ». (Représentant de l'agence d'urbanisme Seine-Avale)

Ces extraits d'entretiens soulignent la dimension industrielle de l'Axe-Seine. Ils illustrent cependant une différenciation entre l'amont et l'aval de l'Axe-Seine. La préoccupation des acteurs haut-normands semble davantage celle de l'énergie et celle des Franciliens, l'exploitation des carrières, ainsi que le traitement des déchets. Ces extraits d'entretiens corroborent les orientations retenues dans les Schémas Régionaux Climat Air Énergie détaillées dans le troisième chapitre de ce manuscrit. Les parties prenantes rencontrées ne partagent cependant pas toutes cette préoccupation relative au secteur industriel. Le directeur de l'agence de développement économique du département de l'Eure semble en effet peu concerné par les problématiques industrielles.

« Alors domaines d'activités très présents je vais vous dire surtout ce qui est notre stratégie à nous mais ça revient à peu près à répondre à la question, nous on a deux secteurs d'activités cible c'est santé, beauté; et puis c'est logistique du E-commerce et de la vente à distance ». (Directeur de l'agence de développement économique de l'Eure).

Cet extrait d'entretien montre en effet que l'industrie, dans son aspect industrie lourde est peu présente dans le territoire de l'Eure. En revanche, il détaillera dans la suite de l'entretien l'importance de l'industrie pharmaceutique sur le territoire dans lequel intervient son organisation.

Cette appréhension de l'Axe-Seine par la plupart de nos interlocuteurs comme territoire industrialisé les conduit à définir des actions relatives à la réduction des impacts de ces activités sur le milieu environnemental. Citons de nouveau différents extraits d'entretiens pour illustrer ces propos.

« Donc il y a quand même ici par le président d'insuffler, enfin, une réelle volonté d'insuffler une politique énergétique différente, la sobriété, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, donc on est maintenant dans cette dynamique-là, ce qui n'était pas forcément le cas il y a quelques années. Donc on est maintenant dans cette dynamique-là,

il y a une volonté politique du président et aussi quand même des élus dans cette région, en tout cas nous pour porter ces projets-là on est assez d'accord ». (Vice-Présidente à l'environnement – Région Haute-Normandie).

« On a fait l'étude sur la filière parce que les territoires n'étaient pas forcément au courant un peu de ce qu'il y avait comme entreprises et finalement on a quand même beaucoup, surtout sur le port de Limay justement, d'entreprises de traitements, de valorisation des déchets, y compris de déchets dangereux pour la SARP Industrie sur Limay. Mais effectivement, c'est un territoire qui attache quand même beaucoup d'importance à tout ce qui est environnement, en tout cas en termes de rejets etc. parce que pour un territoire où il y a eu beaucoup d'industries, ou un territoire qui a pas mal, je veux dire qui a donné en la matière ». (Représentant de l'agence d'urbanisme Seine-Aval).

Cette seconde référence aux parties prenantes précédemment citées se justifie car ces dernières nous ont livré lors des entretiens, une véritable vision territoriale globale associant activités industrielles et environnement. Nos autres interlocuteurs s'expriment aussi sur ces sujets, mais évoquent davantage des actions spécifiques, ou s'expriment sur une échelle territoriale plus restreinte (une zone industrialo-portuaire par exemple). Ces extraits d'entretiens soulignent la cohérence entre les spécificités territoriales et les actions de limitation des impacts. La prégnance de l'énergie en Haute-Normandie se traduit par la volonté de développer la sobriété et l'efficacité énergétiques. En Île-de-France, l'importance de la problématique des déchets se traduit par la mise en place de stratégie de gestion des déchets. En revanche, la stratégie de développement économique du département de l'Eure aborde peu cette dimension.

« Interviewer : et la question environnementale pour les acteurs de l'économie dans l'Eure comment ils la prennent en compte ? ».

Interviewé : « Pour tout vous dire moi je ne suis pas hyper branché par le sujet, voire totalement incompetent parce que je ne me suis pas penché dessus du tout. La chambre[d'agriculture] je n'ai pas le sentiment que ce soit quelque chose sur lequel elle ait travaillé beaucoup non plus, alors après oui, d'accord il y a la RT2012 pour le bâtiment, il y a un certain nombre de sujets qui poussent les gens à aller vers, plutôt les normes que d'ailleurs des démarches pro-actives, oui par exemple dans la filière cosmétique valley, par exemple on a, il y a une démarche sur les bio, les bio matériaux les choses comme ça aussi. Oui aussi sur packaging ils travaillent sur les trucs les plus recyclables possibles, mais on ne peut pas dire qu'il y ait eu la volonté ou il y ait une stratégie du département de dire, aller on va faire en sorte de pousser nos entreprises ». (Directeur de l'agence de développement économique de l'Eure).

Cet extrait d'entretien montre de nouveau une cohérence entre la description du territoire et les stratégies de développement durable mises en place. Le département de l'Eure peu impacté par les activités industrielles « lourdes » s'intéresse davantage aux bio-matériaux, mais sans stratégie pro-active. Par ailleurs, au cours de l'entretien, cet interlocuteur ne s'exprimera pas sur les technologies de CTSC. Il insistera sur son manque de connaissance concernant ces technologies

Cette différence entre le département de l'Eure et les autres zones de l'Axe-Seine pose cependant question quant à la réception d'un dispositif de CTSC sur le territoire. Dans le département de l'Eure, l'agriculture est également un secteur économique clé. En 2015, il représentait 1,9 milliards d'euros de chiffre d'affaires dans le département⁶. Un stockage géologique de CO₂ pourrait donc être potentiellement contesté, comme nous l'avons observé chez les viticulteurs du Jurançon.

La définition de l'Axe-Seine comme territoire industriel où des actions relatives à la sobriété, l'efficacité énergétique, le recyclage ou l'écologie industrielle sont mises en place sont des dimensions présentes dans l'ensemble des récits. Ces dimensions définissent la situation à partir de laquelle la potentielle implantation des technologies de CTSC est envisagée. Observons donc les différents rôles attribués à ce dispositif technique par les parties prenantes de l'Axe-Seine.

6.5 Pertinence et limites des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine.

Dans ce paragraphe, nous détaillerons les différents rôles attribués aux technologies de CTSC dans les récits de territoire structurés par la définition situation observée précédemment : un territoire industriel où la nécessité de réduire les impacts environnementaux de ces activités est décisive.

6.5.1 Les technologies de CTSC : un dispositif technique favorisant la dépendance des sociétés aux énergies fossiles ?

Dans les entretiens réalisés, un des rôles attribués aux technologies de CTSC est celui d'un dispositif technique défavorable à la transition énergétique. Certaines parties prenantes, comme la vice-présidente à l'écologie de la région Haute-Normandie, les représentants de l'agence d'urbanisme de la Seine aval, mais aussi le président du réseau GRANDDE⁷ font état d'une critique à l'égard de ce dispositif technique.

« Et une autre question peut-être, je fais un peu une caricature là mais, est-ce que le fait de dire on a trouvé la solution, chouette on va stocker, ça ne... ça ne va pas à contre sens de ce que l'on veut faire aujourd'hui. C'est à dire réduire au maximum les sorties en termes de toxicité des usines et des entreprises, aujourd'hui, je ne sais pas, je pose la question parce que l'on a quand même, on... je ne suis pas un spécialiste mais j'ai l'impression que l'on réduit quand même pas mal les, les comment dire, les émissions

6. http://www.paris-normandie.fr/detail_article/articles/4517024/eure-avec-pres-de-2-md-de-chiffre-d-affaires-l-agns-ce-departement-etre-percu-comme-risque-par-les-agriculteurs-comme-riculture-pese-lourd-dans-l-economie-du-departement#.Vn5svV1_dPY. Consulté le 26 décembre 2015.

7. Groupe Régional des Acteurs Normands du Développement Durable en Entreprise. Cette organisation est une association qui fait la promotion du développement durable en entreprise. Pour y parvenir elle organise des séminaires relatifs aux initiatives concrètes que peuvent mettre en place les entreprises pour se conformer aux objectifs de développement durable et accompagnent certaines entreprises dans cette transition en cherchant des financements. Pour plus d'informations voir <http://www.grandde.fr/>. Consulté le 14 décembre 2015 ainsi que notre retranscription de l'entretien.

toxiques des usines est-ce que le fait de dire maintenant on peut stocker ces émissions-là ça ne va pas dans le sens inverse de ce que l'on a essayé de faire jusqu'à présent, est-ce que ça vous y avez pensé... ». (Représentant de l'agence d'urbanisme Seine-Aval).

Ce premier extrait d'entretien montre que les technologies de CTSC sont pour cet interlocuteur contradictoires avec les pratiques actuelles. Ici, la solution de stockage du CO₂ est perçue comme contraire aux initiatives développées. Elle risque de décrédibiliser ces dernières. Ce propos est prolongé par ceux du président du réseau GRANDDE.

« Il serait...le danger, en disant ça, c'est de dire et bien finalement si on développe cette technique-là, on a plus de soucis, consommons massivement le pétrole, puis que tant que l'on en trouve on y va, c'est ça le vrai danger. Et je pense que c'est un danger à deux titres. D'abord si on adopte cette position, c'est un danger pour la planète en soi et si on laisse entendre que l'on pourrait avoir cette position, c'est un danger pour l'acceptabilité. C'est-à-dire que les associations, enfin les tenants de, du zéro pétrole diraient attendez vous être en train de forger un outil qui permettra de consommer encore plus de pétrole, donc on n'en veut pas, alors que ça pourrait être bon pour la planète. Donc il faut vraiment que l'on soit clair sur à quoi vont servir ces développements-là ». (Président du Réseau GRANDDE).

Dans cet extrait d'entretien, le président du réseau GRANDDE dénonce plus clairement les craintes associées à une utilisation non encadrée des technologies de CTSC. Ici, notre interlocuteur ne dénonce pas une utilisation en soi de ce dispositif technique, mais souligne la nécessité d'établir un cadre précis et contraignant d'utilisation de ces technologies. Selon lui associer ce dispositif technique à la réalisation des objectifs de la transition énergétique est déterminant. Enfin, l'orientation de ces technologies est dénoncée de façon plus radicale par la vice-présidente à l'écologie de la région Haute-Normandie.

« C'est-à-dire que notre modèle économique qui était basé sur une certaine production consommation d'énergie nous devons quand même réfléchir sur un autre modèle moins consommateur, moins polluant, qui réponde quand même aux nouveaux enjeux quoi. Et je pense quand même que la dynamique, de manière globale, la dynamique de ces projets, ne va pas dans ce sens-là quoi, elle va plutôt... Voilà, c'est un petit peu ma position ». (Vice-Présidente à l'environnement – Région Haute-Normandie).

Dans cet extrait, le rôle associé aux technologies de CTSC est celui d'un dispositif technique répondant aux enjeux du passé, incohérent avec les objectifs poursuivis de transition écologique et de réduction des impacts environnementaux lié aux activités industrielles.

Ces premiers extraits d'entretiens font des technologies de CTSC un dispositif technique *a priori* contradictoire avec les objectifs de transition écologique, tant sur le plan des pratiques sociales que du modèle de société à atteindre. Seule la définition d'un cadre d'utilisation de ces technologies, cohérent avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre rendrait le développement de ce dispositif technique pertinent.

6.5.2 Un dispositif technique vecteur d'attractivité à long terme pour l'estuaire de la Seine

Parmi les interlocuteurs que nous avons rencontrés, la plupart des parties prenantes de l'estuaire de la Seine ont souligné la pertinence du développement de ces technologies pour l'attractivité du territoire. Comme le montre le chapitre 5, il existe une mobilisation particulièrement forte autour de ces technologies dans l'estuaire de la Seine. Cette dernière se confirme dans ces entretiens. Cet intérêt pour un tel dispositif technique est probablement lié au nombre important d'industries fortement émettrices de CO₂ dans les ZIP du Havre et de Port-Jérôme. L'étude relative à la faisabilité technique et économique d'un captage mutualisé sur ces ZIP, réalisée par Géogreen, recense une vingtaine de sites industriels adéquats pour l'utilisation de ces technologies (LE THIEZ 2009). Observons-ici comment la pertinence de ce dispositif technique est présentée.

« Je pense que le problème du réchauffement climatique et puis la prise en compte de la réduction des émissions polluantes et des gaz à effet de serre, si une zone industrielle... Une zone industrielle est attractive si elle est équipée de certains, de certains équipements j'allais dire. Par exemple, le Havre est attractif parce que nous sommes un port, nous avons des canaux avec des profondeurs, on est capable d'accueillir des gros bateaux, on a des profondeurs intéressantes que l'on entretient, on est relié aux autoroutes, (...) donc ça ce sont des grands travaux d'infrastructures qui rendent attractive une zone industrielle. Eh bien, régler la question du CO₂, régler les questions environnementales, mettre en commun des outillages pour régler les questions environnementales, ça peut être une station d'épuration de l'eau, ça peut être un captage du CO₂ ou un transport du CO₂, si ça existe je pense que dans le futur ce sera un atout pour la zone industrielle du Havre ». (Ancien responsable du développement économique du Grand Port Maritime du Havre).

Dans ce premier extrait d'entretien, les technologies de CTSC sont envisagées comme une infrastructure au service de l'attractivité de la zone industrialo-portuaire du Havre. Cette dernière est en effet susceptible d'être soumise à des mesures de réduction des impacts environnementaux, liés aux activités industrielles. Ce propos est complété par celui des représentants des services environnement et aménagement du territoire du Grand Port Maritime du Havre.

« Par contre pour en revenir au sujet du Captage/Stockage du CO₂, c'est quelque chose qui effectivement est un peu à cheval entre le projet spécifique et puis l'écologie industrielle. Parce que c'est vrai que c'est un projet, on va dire lié par certains aspects à de la très haute technologie, il y a un côté économique que l'on essaie d'avoir en même temps, mais c'est aussi lié finalement à une forme de lutte contre le changement climatique. On est dans un contexte réglementaire où bientôt toutes les activités seront soumises à quota de CO₂. Actuellement on est en train au niveau européen, de faire entrer les compagnies aériennes. Là, la commission est en train de réfléchir pour faire entrer également les compagnies maritimes, parce que le secteur maritime reste le seul secteur actuellement qui n'est pas assujéti à des quotas de CO₂. Et c'est vrai que du

coup cette technologie, où le fait d'avoir un tel projet sur un territoire c'est extrêmement porteur dans le temps. Parce que si par exemple, si l'on se place à l'échelle de la ZIP, (...) si dans vingt ans, on a une réglementation qui nous dit attention, dans certaines zones vous avez atteint votre quota de consommation de CO₂, mais si à côté on peut dire, mais nous on a un système qui capte et qui stocke, et bien effectivement, ce sera un plus pour continuer à prétendre améliorer le développement de la place ». (Représentants du Grand Port Maritime du Havre).

Cet extrait d'entretien illustre plusieurs idées relatives aux technologies de CTSC. Tout d'abord, nous observons un questionnement de la part de nos interlocuteurs sur la nature de ce dispositif technique. Selon eux, il se situe entre l'écologie industrielle et projet spécifique. Ces interlocuteurs ne sont pas les seuls à envisager le CTSC dans le cadre de l'écologie industrielle et nous y reviendrons dans un paragraphe ultérieur. Ensuite, cet extrait d'entretien montre aussi que nos interlocuteurs anticipent une généralisation de la réglementation sur les émissions de CO₂. Dans cette perspective, ce dispositif technique garantira l'attractivité de la ZIP du Havre. Les propos de l'élu chargé du développement économique de la ville du Havre vont aussi dans ce sens.

« En tant qu'élu, moi j'y vois une chance extraordinaire pour rendre le territoire plus attractif, plus attractif pour les entreprises industrielles. C'est-à-dire que si on arrive à offrir des services environnementaux aux entreprises, elles seront tentées de venir ici par rapport à des régions qui ne les offriraient pas. Donc si on est capable de dire aux entreprises industrielles, le CO₂ que vous émettez, nous on est capable de vous le traiter, enfin quand je dis nous, la place est capable de le prendre en charge et de le traiter, je pense que dans les années à venir, ce sera un produit d'appel extraordinaire. Enfin, c'est ce que l'on peut espérer en tout cas, c'est ce que l'on peut espérer, mais pour ça il faut que le prix du CO₂ augmente, mais sans doute et puis les normes vont être de plus en plus contraignantes donc on peut espérer vraiment que ça se passe comme ça ». (Élu chargé du développement économique – Ville du Havre)

Cet extrait illustre une idée similaire à celle des représentants du Grand Port Maritime du Havre. Les technologies de CTSC sont associées à l'attractivité économique du territoire. Toutefois, les conditions de cette attractivité sont liées à des facteurs économiques et réglementaires comme le prix du CO₂ ou une réglementation contraignante sur les émissions de ce gaz à effet de serre. Pour analyser ces observations, appuyons-nous sur les propos de Callon (CALLON 1998). Pour ce sociologue, les agents économiques sont insérés dans des réseaux socio-techniques. La position qu'ils occupent dans ces réseaux leur permet de calculer les coûts et les opportunités de leurs transactions économiques. Cependant pour qu'une transaction économique soit menée à bien, un travail de cadrage doit être effectué. Il permet ainsi de définir les relations du réseau socio-technique qui comptent et celles qui ne comptent pas.

Callon emprunte cette notion de cadre à Goffman (GOFFMAN 1991). Comme il le rappelle, un cadre dresse une limite entre ce qui fait l'objet de l'interaction et ce qui fait l'objet du contexte social. Un cadre définit également des règles relatives à ce qui peut être fait ou non au cours de la situation. Comme l'explique Callon, dans le contexte du marché l'existence de réglementations, mais aussi de concepts ou d'appareils de mesure sont nécessaires au cadrage et à l'accomplissement d'une transaction marchande (CALLON 1998).

Ces dimensions théoriques montrent que concernant « le marché » des places portuaires, la dimension du CO₂ émis par les industries ne fait pas encore partie du cadre marchand. La concurrence entre la place portuaire du Havre et les autres places portuaires nord européennes pour l'accueil des sites industriels⁸ ne prend pas encore en compte cette dimension. Les technologies de CTSC ne présentent donc pas un intérêt économique immédiat. Cependant, ces parties prenantes anticipent une intégration future de ce facteur sur les marchés économiques. Ajoutons que c'est la raison pour laquelle ils sont investis dans la chaire CTSC. Ainsi, en développant les recherches relatives aux technologies de CTSC pourront-ils être plus réactifs lorsque les émissions de CO₂ deviendront un facteur critique sur « le marché » des places portuaires.

6.5.3 Les technologies de CTSC : un système technique à définir et à démontrer.

Au-delà des limites relatives à la réglementation économique, la faisabilité technique et organisationnelle des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est questionnée par plusieurs parties prenantes. Revenons d'abord ici sur les récits questionnant la faisabilité technique des technologies de CTSC, avant d'interroger ceux questionnant les limites organisationnelles liées à une implantation de ce dispositif technique dans ce territoire.

Le Captage, Transport et Stockage du CO₂ : un dispositif technique disponible ?

Les limites techniques relatives à la disponibilité du CTSC sont rappelées par plusieurs interlocuteurs rencontrés. Revenons tout d'abord sur les propos des représentants du milieu écologiste. Ces derniers interrogent cette disponibilité des technologies de CTSC sous un angle critique, comme l'illustrent les extraits d'entretiens suivants :

« Donc en mai 2010 il était beaucoup question d'aller stocker dans les anciens gisements en fin de vie ou délaissés de gaz ou de pétrole, sauf qu'il est apparu qu'il n'y en avait pas tant que cela et que tout le monde était sur les mêmes, en particulier en Mer du Nord, et que ça n'allait pas le faire non plus. Et puis on a laissé de côté complètement la partie qui n'est pourtant pas mineure du transport, des coûts de transport, des techniques de transport, des équipements de transport qui sont spécifiques ». (Président de Haute-Normandie-Nature Environnement).

8. Ajoutons toutefois que cette dimension environnementale est un facteur de plus en plus important pour les places portuaires. Lors de l'entretien un des interlocuteurs fait notamment référence à l'index environnemental de navire développé en partenariat avec Rotterdam. Cet index rétribue économiquement les navires ou les compagnies maritimes les moins polluantes. Cf : annexe – entretien avec le GPMH.

Ici, notre interlocuteur rappelle les propos tenus par les industriels lors d'un colloque auquel il avait assisté en mai 2010. Il insiste sur les limites de l'évaluation des industriels concernant la disponibilité des réservoirs mais aussi, concernant le coût global du dispositif technique. L'importance du coût économique de ce dispositif technique est également évaluée à l'aune de son avancement technique. Comme le montrent ces propos de la vice-présidente à l'environnement de la région Haute-Normandie, le développement des technologies de CTSC semble incertain.

« Donc il y a bon, le coût évidemment qui est énorme au niveau de la recherche et nous dans ce contexte-là on pense que, comme l'argent public est de plus en plus rare, on pense qu'il vaut mieux l'investir dans le développement de process de recherche au niveau des énergies renouvelables. C'est ça c'est-à-dire qu'à un moment donné il faut faire un choix, on ne peut pas continuer à ingurgiter des millions et des milliards, dans des choses dont on ne sait pas trop où l'on va en plus ». (Vice-Présidente à l'environnement – Région Haute-Normandie).

Dans cet extrait, la pertinence d'un tel investissement sur ces technologies est questionnée sur le plan du financement public mais aussi, au regard d'autres procédés techniques moins incertains comme les énergies renouvelables. Ces extraits d'entretien posent de nouveau la question du cadrage du marché du CO₂. Dans sa configuration actuelle, ce dernier semble défavorable à la mise en place des technologies de CTSC. D'autres dispositifs techniques, comme les énergies renouvelables ou le développement de l'efficacité énergétique semblent privilégiés. Les retombées économiques de ces options technologiques ont en effet lieu à court et moyen termes. Les représentants du monde écologiste ne sont cependant pas les seuls à questionner la disponibilité des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Nos interlocuteurs au Grand Port Maritime du Havre ou à la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre questionnent eux aussi la faisabilité de ces technologies.

« Moi le trouble un peu que j'ai avec le dossier Captage et Stockage de CO₂, c'est que en fait on part évidemment d'une vision, d'une dimension, d'un objectif, très, très ambitieux mais en même temps je crois savoir que cette technologie n'est pas encore réellement maîtrisée ni disponible (...) j'ai quand même l'impression que tant que la technologie n'a pas complètement montrée qu'elle était capable de se saisir du problème, tant que l'on reste au niveau, des potentialités, des équations mathématiques, des idées, des grands, style un peu c'est pas sorcier bon d'accord ». (Représentants du Grand Port Maritime du Havre).

Ici, l'interrogation de mes interlocuteurs porte sur les promesses de ce dispositif technique. La réponse au réchauffement climatique, via l'utilisation des technologies de CTSC, semble peu crédible à court terme selon ces représentants du GPMH. Cette absence de conviction de certaines parties prenantes locales justifie pour les promoteurs de ce dispositif technique, la nécessité de poursuivre la démonstration des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, afin de préciser ce que l'on peut réellement attendre des technologies de CTSC.

Les représentants du Grand Port Maritime du Havre ne sont cependant pas les seuls à se représenter ainsi les technologies de CTSC. Nos interlocuteur de la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre partagent une représentation similaire de ces technologies.

« Après sur la partie, capter en vue de stocker, là je pense qu'il y a un peu plus de flou, parce que capter pour stocker on sait que derrière, ça, ça... Il y a énormément de contraintes et d'un point de vue énergie déjà parce que c'est quelque chose qui consomme beaucoup d'énergie donc quelques fois on se demande justement, est-ce qu'il y a réellement un intérêt à aller dans ces démarches-là. Le bilan énergétique n'est pas toujours très favorable ». (Représentants de la CCI du Havre).

La limite soulignée ici par les représentants de la CCI du Havre est relative à la consommation d'énergie liée à l'utilisation de ce dispositif technique. La problématique du bilan énergétique soulevée ici évalue de nouveau une éventuelle utilisation des technologies de CTSC comparativement à d'autres solutions techniques disponibles, comme l'efficacité énergétique. Au regard de cette observation, démontrer la faible pénalité énergétique semble un enjeu primordial pour le développement des technologies de CTSC.

Aux incertitudes relatives à la faisabilité techno-économique des technologies de CTSC, s'ajoutent des questionnements concernant les risques associés à ce dispositif technique. Cette question est en particulier soulevée par des parties prenantes franciliennes.

« Oui s'il y avait un projet [de CTSC] de toutes manières on s'en emparerait. Pour l'instant non, on n'a jamais eu de...enfin, au moins depuis que je suis là, de projet de ce type là...Donc du coup oui, connaissance un peu limitée quand même, des techniques ou des contraintes particulières, enfin des.... Après nous bon, c'est nous qui instruisons ces dossiers-là, puisque ça va faire partie du code minier d'aller forer en grande profondeur, comme les stockages souterrains de gaz effectivement. Donc nous on a un pôle sous-sol à la DRIEE qui instruit les dossiers. Donc c'est vrai que ce que l'on regarde surtout ce sont justement les conflits d'usage, parce que l'on a des ressources que ce soit en gaz ou en eau potable on a l'Albien notamment, la nappe de l'Albien qui a 700m ou 800m qui est une ressource stratégique en eau potable pour l'Île-de-France, donc qu'il ne faut absolument pas polluer par exemple. Donc voilà, il y a une vigilance particulière par rapport à ces ressources stratégiques pour l'Île-de-France ». (Représentants du Secrétariat Permanent de Prévention des Pollutions Industrielle Val-de-seine et de la Direction Interdépartemental de l'Environnement et de l'Energie Île-de-France).

Cet extrait souligne deux idées. Nos interlocuteurs rappellent tout d'abord ici l'absence de demande relative à ce type de projets techniques sur leur territoire d'intervention. Ensuite, ils insistent sur les conflits d'usages potentiellement associés à ces technologies au regard des ressources stratégiques de gaz et d'eau potable. Un éventuel stockage géologique de CO₂ devrait donc prouver son étanchéité et garantir l'absence de pollution des ressources d'eau potable d'Île-de-France.

Cette préoccupation relative à la sécurité d'un stockage géologique de CO₂ en Île-de-France et aux éventuelles fuites de CO₂ dans l'aquifère de l'Albien font d'ailleurs l'objet des recherches de Humez (HUMEZ 2010). Cette géologue cherche à identifier des isotopes chimiques du CO₂ stocké dans un réservoir géologique francilien, afin de tracer d'éventuelles fuites dans l'aquifère de l'Albien.

Par ailleurs, cette question du stockage de CO₂ dans les aquifères salins d'Île-de-France soulève aussi des limites d'ordre socio-démographique comme le montrent les propos des représentants de l'Agence d'Urbanisme de la Région du Havre (AURH), mais aussi ceux des représentants de l'agence d'urbanisme de la Seine Aval (AUDAS).

« Alors déjà moi je connais les Parisiens. Les Parisiens, tout ce qui n'est pas...c'est les rois du NIMBY⁹, ils ont l'habitude d'exporter tous leurs déchets, tous leurs sous-produits pour... donc si on leur dit que l'on va leur envoyer du gaz carbonique qui va finir par sortir par les couloirs du métro, ils ne vont pas être contents... » (Représentants de l'AURH).

« Je vois au moins deux difficultés majeures, y compris par rapport, là je raisonne aussi plus aussi par rapport au contexte francilien, enfin il y a une raison qui n'est pas liée au contexte francilien, d'abord du stockage pour une durée longue etc. donc il y a toutes les questions quand même d'enjeux d'impacts environnementaux ou de risques à terme,(...) la deuxième raison qui est, peut être plus spécifique peut être à l'Île-de-France entre guillemets parce que l'on est quand même une région très densément peuplée etc. c'est l'acceptabilité de l'existence de captage ou de stockage pardon, de cette nature. Voilà, vous n'êtes pas sans savoir que même un projet d'intérêt général (rires), c'est de plus en plus difficile en termes d'acceptabilité de, de, le faire passer ». (Représentants de l'agence d'urbanisme Seine Aval).

Ces deux extraits d'entretiens montrent qu'au-delà des impacts potentiels d'un stockage géologique de CO₂ sur les ressources stratégiques d'eau potable en Île-de-France, les Franciliens sont davantage hostiles aux projets d'aménagement du territoire. Les représentants de l'AURH insistent sur le fait que l'agglomération parisienne a tendance à rejeter ses déchets hors agglomération. Cette observation est confirmée par les représentants de l'agence d'urbanisme Seine Aval. Au début de notre entretien, ils rappelaient notamment les impacts environnementaux de l'agglomération parisienne sur le territoire de la Seine Aval. Concernant un éventuel stockage géologique du CO₂, nos interlocuteurs de cette agence d'urbanisme insistent quant à eux sur les difficultés de mener des projets d'aménagement en Île-de-France, car ces derniers font l'objet d'une opposition des populations. Stocker géologiquement du CO₂ en Île-de-France est donc susceptible de rencontrer des oppositions. Ces observations font écho aux propos développés dans notre quatrième chapitre. La présence de classes moyennes, résidant en zone périurbaine et souhaitant privilégier la qualité de leur cadre de vie face à des projets d'aménagement sus-

9. Not In My Backyard (Pas dans mon arrière cour) : expression employée pour désigner l'opposition aux projets d'aménagement du territoire.

ceptibles de l'altérer, favorise une opposition des populations à ces projets. Ces observations montrent qu'aux incertitudes techniques s'ajoutent également de potentielles oppositions quant au stockage géologique de CO₂.

La définition d'une structure organisationnelle : dimension décisive pour l'implantation des technologies de CTSC.

Dans le cadre d'une éventuelle implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, les dimensions technico-économiques ne sont pas les seules limites perçues par nos interlocuteurs. La définition d'une structure organisationnelle pour piloter un tel dispositif technique a été évoquée dans plusieurs entretiens. Différentes parties prenantes rencontrées soulignent la nécessité de définir une structure de pilotage adéquate pour cette innovation technologique.

« Les industriels que j'ai pu rencontrer jusque-là, ce sont des gens qui sont tout à fait ouverts à l'innovation qui sont prêts à y aller, mais toujours est-il que cela dépend du porteur. Il y a besoin d'un catalyseur, ils n'iront pas tout seuls ça c'est sûr et comme je vous l'ai dit tout à l'heure la problématique c'est que parfois on a à faire à des gens qui peuvent être très moteurs sur le territoire mais qui ne peuvent pas décider, et donc il faut les accompagner dans cette démarche-là pour faire émerger le projet au sein de leurs structures ». (Représentante de l'Association Écologie Industrielle Estuaire).

Dans ce premier extrait d'entretien, le développement des technologies de CTSC semble être conditionné à un appui du territoire d'implantation. Dans cette perspective, les technologies de CTSC deviennent des projets de territoire. Il ne sont plus uniquement des projets industriels menés en autonomie. Les deux extraits suivants précisent la nature de l'institution susceptible d'accompagner ces technologies de CTSC.

« Je pense qu'il faut un peu un chef d'orchestre là-dessus, alors ou bien une entreprise qui englobe le tout et je pense que là typiquement les pouvoirs publics peuvent aider à coordonner l'ensemble. Alors je ne sais pas s'ils sont dans cet état d'esprit pour autant ». (Président du Réseau GRANDDE).

Interviewer : et vous pensez que la coordination peut se faire sur un tel projet, à cette échelle ? [Axe-Seine]

« **Interviewé** : A cette échelle c'est un problème d'État. C'est un problème ministériel, il faut qu'un ministre en ait la volonté d'organiser, enfin l'organisation est tellement complexe qu'il faut que cela soit pris par l'État. Alors après, comme les autoroutes, les autoroutes tu peux déléguer le service public à une société privée, la SAPN, l'autoroute Paris-Normandie, gère et entretient l'autoroute Paris-Normandie, bon avec un péage, l'État c'est un service public. Ce sera un service public parce que je ne vois pas un industriel capable de transporter lui-même son CO₂, ce sera donc un service public et ce service public il peut être, concédé à une société privée, je ne sais pas moi, on l'a bien dans l'eau, Véolia il y aura bien une société qui se créera ou qui mutera vers le CO₂, Air

Liquide, Air Liquide ils y pensent, c'est pour cela qu'ils sont dans la chaire ». (Ancien responsable du développement économique du Grand Port Maritime du Havre).

Ces deux extraits d'entretien montrent la dimension décisive d'un accompagnement des pouvoirs publics et de l'État pour une éventuelle implantation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Ici, nous observons très clairement une transition entre un projet qui serait purement industriel et un projet d'aménagement du territoire. Ce dernier implique les pouvoirs publics dans la définition d'une stratégie de développement et de gestion de ce dispositif technique. Mais quel est le point de vue des pouvoirs publics à propos de la mise en œuvre d'un tel dispositif technique ? Lors de notre enquête, nous avons rencontré un responsable chargé des technologies de CTSC au ministère de l'écologie. L'extrait d'entretien suivant illustre la position du ministère concernant la stratégie d'aménagement à adopter pour le développement de ces technologies.

« C'est un sujet délicat, sensible et l'aménagement aujourd'hui ne se fait plus de manière centralisée, il se fait plutôt de manière décentralisée. C'est plutôt aux régions de peser un petit peu le pour et le contre des différentes solutions d'aménagement, de ce dont a besoin leur territoire pour pérenniser l'emploi ou pour le développer qui ensuite pourront porter ce genre d'initiatives là, même si l'on peut pour certains sujets les y inviter, dire écoutez, regardez enfin là, il y a actuellement un gros sujet. Mais cela ne se passe pas comme ça pour le captage stockage de CO₂, parce que sans doute certes il y a des intérêts économiques importants pour les acteurs français, éventuellement dans le cadre de l'exportation de leur expertise et de leur savoir faire, par contre l'enjeu national ne nous est pas apparu en tout cas pour l'instant comme étant crucial même s'il importe, pour la DGEC [Direction Générale de l'Énergie et du Climat] que la France puisse accueillir un projet de Captage et de Stockage de taille industrielle. Voilà, si on a bien une chose qui nous importe c'est ça ». (Représentant du ministère de l'écologie).

Au regard de cet extrait, le ministère de l'Écologie ne semble pas vouloir prendre le leadership du développement de ce dispositif technique. Les acteurs locaux ou régionaux doivent prendre l'initiative de développer ces technologies selon les stratégies qu'elles ont retenues. Au cours de l'entretien, notre interlocuteur soulignera à plusieurs reprises le rôle joué par le ministère de facilitateur en termes d'appui réglementaire aux porteurs de projets. L'attitude du ministère de l'écologie face à ces technologies est davantage celle d'une veille stratégique dans l'éventualité d'un développement de ce dispositif à grande échelle. La proposition d'un pilotage étatique de ce dispositif technique dans la vallée de la Seine semble donc ici remise en question. Toutefois, à l'échelle locale le déploiement d'un tel dispositif technique pourrait être pris en charge par certaines instances, comme l'illustrent les propos de l'élu de la ville du Havre chargé du développement économique.

« Et donc après vous voyez, quel est le bon échelon pour gérer ces questions-là et pour le groupe de pilotage, ça pourrait être le pôle métropolitain, ça pourrait être le pôle métropolitain, avec la thématique dont il s'est emparé qui est celle de l'écologie industrielle, mais si je ne sais pas si on est vraiment dans l'écologie industrielle enfin il me

semble que l'on peut rattacher ça à l'écologie industrielle ». (Élu chargé du développement économique, ville du Havre)

Cet extrait montre qu'à l'échelle de l'estuaire la question du développement des technologies de CTSC pourrait potentiellement être prise en charge par le pôle métropolitain¹⁰ de l'estuaire de la Seine qui prend en charge la question de l'écologie industrielle. Cet élu local associe d'ailleurs ce dispositif technique à l'écologie industrielle. Nous détaillerons cette conception des technologies de CTSC dans le paragraphe suivant.

Les différents extraits d'entretiens analysés ici montrent que l'éventuelle utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine est conditionnée par plusieurs facteurs. Ces technologies de CTSC doivent prouver leur faisabilité technique, leur intérêt économique mais aussi être soutenues par les parties prenantes locales dans les projets de développement de territoire.

Dans l'estuaire de la Seine les parties prenantes avec lesquelles des entretiens ont été menés sont conscientes de la nécessité d'anticiper le développement des technologies de CTSC. Ces dernières sont susceptibles de constituer un facteur d'attractivité à long terme pour la place portuaire du Havre si la réglementation relative aux émissions de CO₂ évolue. En amont de l'Axe-Seine, les entretiens réalisés montrent que la demande relative à la mise en place de ce dispositif technique est moins urgente, ainsi qu'une opposition potentielle des populations au stockage géologique de CO₂. Ce dispositif technique est moins connu des parties prenantes et il n'est pas associé à une logique d'attractivité territoriale. Nos interlocuteurs franciliens ajoutent notamment qu'un stockage géologique de CO₂ pourrait engendrer des impacts environnementaux, ainsi qu'une opposition des populations locales. Cette observation correspond aux récits recueillis dans la presse locale. En Haute-Normandie, nous avons recensé une plus grande quantité d'articles relative aux technologies de CTSC que dans la presse quotidienne régionale Francilienne.

6.5.4 Valoriser le CO₂ : une stratégie de développement pour les technologies de CTSC ?

Dans un dernier type de récits recueillis lors des entretiens avec les parties prenantes de l'Axe-Seine, les technologies de CTSC sont associées à des stratégies de valorisation du CO₂ capté. Plusieurs interlocuteurs associent les technologies de captage du CO₂ à l'écologie industrielle. D'autres font référence à l'utilisation de ce dispositif technique dans le cadre du développement de l'économie de l'hydrogène ou encore, du génie écologique.

10. Les pôles métropolitains sont des établissements publics constitués par des établissements publics à fiscalité propre en vue d'action d'intérêt métropolitain, comme par exemple des actions de développement économique, de promotion de l'innovation, de la recherche et de l'enseignement supérieur. Loi sur la réforme des collectivités territoriales 16 décembre 2010, Art.L. 5731-1.<http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cid-Texte=JORFTEXT000023239624&dateTexte&categorieLien=id>. Consulté le 16 décembre 2015.

Les technologies de CTSC : un dispositif technique au service de l'écologie industrielle ?

Comme observé au début de cette section, l'écologie industrielle ou le recyclage des déchets font partie des instruments mobilisés par les parties prenantes de l'Axe-Seine, pour répondre aux impacts environnementaux des activités industrielles caractéristiques de ce territoire. Ces initiatives constituent le principal cadre de réponse mobilisé par nos interlocuteurs face à ces problématiques. Observons comment ces parties prenantes rattachent les technologies de CTSC à ces initiatives.

« Vous savez que sur la vallée de Seine, dans toutes les réflexions, dans le développement de ce que l'on appelle le Grand Paris fluvio-maritime machin, Paris jusqu'au Havre etc., un des aspects qui est mis en avant mais sans que l'on ait encore, mais on a juste des prémices des bribes de choses à différents endroits, mais sans que l'on ait vraiment une unité ou une stratégie globale, c'est quand même tout ce qui tourne autour de l'économie circulaire. Donc je pense que cette chose-là, enfin cette démarche-là qui du point de vue technologique est très innovante qui peut apporter des réponses, effectivement l'enjeu c'est sans doute la valorisation. Après même s'il y a une partie de stockage etc. parce que même en termes d'acceptabilité si je reviens sur le point d'avant, pour les populations, expliquer qu'il y a une partie des choses qui sont remises dans le circuit, c'est plus facile. C'est plus facile que simplement d'expliquer que l'on va stocker quelque chose dont on ne sait pas quoi faire ». (Représentant de l'agence d'urbanisme Seine-Avale).

Dans cet extrait, le représentant de l'agence d'urbanisme de la Seine-Avale souligne que les technologies de CTSC pourraient contribuer à la démarche d'économie circulaire telle qu'elle est développée dans l'Axe-Seine. Ce propos réintègre ce dispositif technique dans le cadrage adopté par ces parties prenantes pour résoudre la problématique des impacts des activités industrielles. Cet interlocuteur associe le projet de CTSC au projet de métropole décarbonée poursuivi dans l'Axe-Seine. Par ailleurs, intégrer ce dispositif technique dans une démarche de valorisation semble selon lui plus acceptable pour les populations. Comme nous l'avons rappelé dans la section précédente, l'acceptabilité des projets d'aménagement est relativement délicate en Île-de-France.

Bien que des initiatives d'écologie industrielle émergent dans l'Axe-Seine, la contribution des technologies de CTSC à ces initiatives paraît cependant lointaine, comme l'illustrent ces propos du représentant d'une association d'industriels.

« Enfin, mais d'un point de vue intellectuel il est toujours intéressant d'aller jusqu'au bout, parce que si on fait le traitement du CO₂ mais que derrière on n'arrive pas à trouver une solution, à un moment donné ça va poser un vrai souci, donc on pourra continuer à traiter mais on ne saura plus où le stocker. Donc si l'on ne va pas jusqu'au bout de la démarche, dans un premier temps de manière intellectuelle, en disant il faut trouver une utilisation du CO₂, alors après oui il y a sûrement des tas de possibilités, parce que je pense que localement il y a des utilisations mais faibles en termes de volume. Par contre on peut aller jusqu'à inventer une utilisation qui n'existe pas aujourd'hui et là c'est

l'intérêt justement d'une démarche d'écologie industrielle, c'est d'aller jusqu'au bout et après on se dit on trouve les financements ou on ne les trouve pas ». (Représentant de l'Association des Usagers de la Plaines Alluviale de l'Estuaire de la Seine (AUPAES)).

Dans cet extrait d'entretien, le représentant de l'AUPAES questionne tout d'abord la pertinence d'un simple stockage du CO₂ pour la pérennité du dispositif technique. Cette appréhension du dispositif technique est similaire à celle des porteurs du projet de démonstration de captage de CO₂ sur le site de Sédibex. Pour lui, la démarche d'écologie industrielle est une opportunité pour inventer une utilisation du CO₂. Ainsi, le cadre d'utilisation des technologies de CTSC est-il ici redéfini par ce représentant des industriels de la ZIP de l'estuaire de la Seine.

Le captage du CO₂ comme instrument au service du développement d'une économie de l'hydrogène ?

Envisager les technologies de CTSC comme un instrument au service de l'écologie industrielle n'est pas le seul scénario d'utilisation de ce dispositif technique auquel font référence les parties prenantes rencontrées. L'une d'entre elles voit dans l'utilisation de ces technologies, une opportunité pour développer l'économie de l'hydrogène. Notre interlocuteur revient tout d'abord sur le manque de pertinence d'un stockage de CO₂, puis cite l'exemple du projet de captage et valorisation du CO₂ développé par Air Liquide dans la Zone industrialo-portuaire de Port-Jérôme.

« Captage, bien sûr, transport, bien sûr, stockage dans des failles ou des anciens puits de pétrole, non on a certainement autres choses à faire avec le gaz carbonique. On dit que c'est la matière de demain pour la chimie, alors qu'on aille là-dessus, bon. C'est là-dessus qu'il faut travailler et c'est là-dessus qu'on aura... et la c'est la matière première, enfin c'est une matière première, ça nous permettra probablement de réduire la consommation de matières premières, et c'est là-dessus qu'on doit se développer. ».
(Directeur de l'Agence de développement économique Caux-Seine Développement).

Dans cet extrait, notre interlocuteur envisage le CO₂ comme une matière première qui sera essentielle pour la chimie du futur. Ce propos fait ici écho aux travaux de Pecqueur concernant le rôle des territoires dans le développement économique (PECQUEUR 2005). Pour ce géographe aménageur, l'économie mondialisée a accru la concurrence entre les territoires pour la localisation et la conservation des activités économiques. Pour comprendre ce phénomène, il propose une typologie des moyens dont disposent les territoires pour attirer ou conserver des activités économiques.

Selon Pecqueur, les territoires disposent de ressources et d'actifs. Les ressources sont présentes « naturellement » sur un territoire, mais ne sont pas mobilisées par les acteurs du territoire dans le cadre d'une stratégie de développement économique. Elles sont de l'ordre du potentiel. Pecqueur prend ici l'exemple du développement de l'hydroélectricité dans l'agglomération grenobloise où l'eau était initialement une ressource non mobilisée pour le développement économique.

A l'inverse, les actifs sont des facteurs stratégiquement mobilisés sur le marché économique par les acteurs du territoire. Pecqueur prend ici l'exemple du déploiement d'infrastructures, comme les barrages hydroélectriques qui transforment l'eau des rivières de l'agglomération grenobloise en actifs.

Pecqueur différencie ensuite ces ressources et ces actifs selon qu'ils soient génériques (présents dans la plupart des territoires), ou spécifiques (fortement attachés à un territoire particulier). Selon lui, l'enjeu de la gouvernance économique d'un territoire est de développer des actifs spécifiques pour attirer et conserver des activités économiques.

Dans ce premier extrait d'entretien, le CO₂ est appréhendé par le directeur de l'agence de développement économique Caux-Seine développement comme une ressource spécifique à révéler. Le captage du CO₂ est dans cette stratégie un outil pour activer cette ressource. Notre interlocuteur donne ensuite l'exemple suivant.

« L'intérêt c'est que, c'est aussi pour eux [Air Liquide], ils pensent que c'est l'ouverture vers la production d'hydrogène, alors qu'ils appellent décarboné, sachant que l'hydrogène décarboné c'est quand même ce qui alimente les piles à hydrogène. Donc il y a toute une chaîne de production, c'est de l'énergie on est dans le domaine de l'énergie, qui est en train de se mettre en place et les premières utilisations industrielles de ces piles à hydrogène c'est dans les chariots élévateurs qui n'ont plus de batteries ». (Directeur de l'Agence de développement économique Caux-Seine Développement).

Dans ce second extrait d'entretien, nous observons que le développement associé aux technologies de CTSC est celui de l'économie de l'hydrogène. Ce rôle associé aux technologies de CTSC correspond au récit relatif au développement de ce dispositif technique, tel qu'envisagé par Air Liquide et détaillé dans la presse locale. Cette orientation du CTSC vers une économie de l'hydrogène lie également les technologies de CTSC avec le projet d'Axe-Seine envisagé par Grumbach. Ce dernier cite en effet les travaux de Rifkin pour souligner que dans l'Axe-Seine, chacun pourrait être producteur/consommateur d'énergie. Or comme l'envisage Rifkin dans l'un de ses ouvrages (RIFKIN 2002), l'hydrogène constitue une énergie alternative, compatible avec les exigences de réduction des émissions de gaz à effet de serre¹¹.

Le génie écologique comme réponse à la problématique du CO₂ ?

L'écologie industrielle ou l'économie de l'hydrogène ne sont pas les seules options de valorisation du CO₂ envisagées par les parties prenantes rencontrées. Les représentants de l'Agence d'Urbanisme de la Région du Havre et de l'estuaire de la Seine (AURH) imagine une utilisation de ces technologies dans la perspective du génie écologique.

11. Ce gaz n'émet pas de CO₂ lors de sa combustion. Produire ce gaz à partir de réformage de gaz naturel induit cependant des émissions de gaz à effet de serre. L'autre solution technologique envisagée pour produire de l'hydrogène est l'électrolyse de l'eau, via l'utilisation des énergies renouvelables.

« Oui...., puis même on est quand même à un endroit où on a l'infinitude de la mer devant nous, des quantités de terres agricoles à côté de nous et puis un drain énorme qui est la Seine. Si avec ça, plus le soleil, ou la lumière. Il n'y a pas beaucoup d'endroits sur terre qui ont tout ça et qui produisent autant de CO₂ aussi. Et ça c'est une équation. Qui sait traiter ça ? c'est aux confins de la biologie, de l'agriculture de l'industrie, de la logistique.... ». (Représentants de l'AURH).

Cet extrait d'entretien montre que la valorisation du CO₂ est à imaginer au-delà du secteur industriel. Le territoire semble pour ces représentants de l'AURH la solution à la problématique des émissions de CO₂. Envisager ainsi cette question implique cependant d'associer davantage de parties prenantes et d'éléments du réseau socio-technique susceptibles aussi de s'associer ou de s'opposer à ce projet. Il est par exemple difficile d'anticiper l'assimilation du CO₂ par un milieu biologique comme les vasières et les oppositions des associations environnementales que ces projets pourraient entraîner.

Les récits analysés dans cette sous-partie mettent en scène un dispositif de captage du CO₂ au service d'autres projets, comme l'écologie industrielle ou la contribution de ces technologies à l'économie de l'hydrogène. Ici, la valorisation du CO₂ devient la clé d'un développement économique local à moyen terme, cohérent avec les initiatives engagées sur le territoire de l'Axe-Seine. Ajoutons que valoriser le CO₂ au lieu de le stocker permet d'ancrer ce dispositif dans un cadre économique davantage formalisé, celui de l'écologie industrielle. Les parties prenantes rencontrées envisagent ce type de démarche comme un facteur d'attractivité pour les industries. Pour paraphraser les propos de Callon (CALLON 1998), l'écologie industrielle fournit les concepts permettant de donner une valeur au CO₂ dans une logique économique. Bien que cette question de la valorisation du CO₂ soit plus ou moins lointaine, elle est envisagée dans ce cadre de l'écologie industrielle par une grande partie des acteurs rencontrés.

6.5.5 Les technologies de CTSC : entre dispositif technique incertain et opportunité de développement local à venir.

Les récits recueillis dans les entretiens avec les parties prenantes de l'Axe-Seine montrent un objectif partagé de réduction des impacts environnementaux des activités industrielles. Dans ces récits, les technologies de CTSC jouent différents rôles. Pour les représentants du milieu écologiste et d'associations impliquées dans le développement durable, l'utilisation des technologies de CTSC va à l'encontre de l'objectif de réductions des impacts environnementaux des activités industrielles et donc, du développement durable du territoire. Selon ces parties prenantes, développer ce dispositif technique maintiendrait les sociétés dans une dépendance aux énergies fossiles.

Pour les représentants des autorités économiques et portuaires, ce dispositif technique présente de trop nombreuses incertitudes pour être mobilisé immédiatement pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces parties prenantes font état des incertitudes techniques et organisationnelles associées aux technologies de CTSC. Selon eux, les réglementations actuelles ne

favorisent pas le développement de ces technologies. En revanche, une évolution de la réglementation contribuerait à rendre ces technologies attractives.

Enfin certaines agences de développement économique et certaines agences d'urbanisme considèrent que ces technologies doivent être utilisées pour valoriser et non stocker de le CO₂, afin de contribuer au développement local. Ce rôle associé à ce dispositif technique le réintègre dans un cadre économique existant, celui de l'écologie industrielle.

La mobilisation des technologies de CTSC pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre n'est qu'une option parmi d'autres, dans les récits des parties prenantes de l'Axe-Seine. Comme nous l'avons observé, ces dernières sont déjà engagées dans des initiatives d'écologie industrielle. Elles associent notamment ce dispositif à ce type de démarche. La promesse d'une réduction rapide des émissions de gaz à effet de serre sans modification des institutions socio-économiques existantes portée par le GIEC (IPCC 2005) semble donc incohérente avec les pratiques des parties prenantes de l'Axe-Seine. Observons maintenant l'évolution des récits relatifs aux technologies de CTSC entre 2013 et 2015.

6.6 2013-2015 : Du stockage géologique du CO₂ à une valorisation.

La période 2013-2015, illustre un changement dans les objectifs associés par les industriels au déploiement des technologies de CTSC en France et dans l'Axe-Seine. Tout d'abord, nous reviendrons sur l'échec du premier appel à projet européen de financement des projets de démonstration des dispositifs de CTSC. Nous détaillerons les raisons qui font de cet échec, un moment clé dans l'apparition de la valorisation du CO₂ comme orientation technologique à intégrer aux technologies de CTSC. Ensuite, nous analyserons la presse locale et de l'édition 2013 des rencontres internationales du Havre, afin d'identifier la formalisation de la valorisation du CO₂ comme option technique.

6.6.1 Le NER 300 : un programme de financement des démonstrateurs de CTSC peu efficace ?

Le programme NER 300 est un dispositif de financement des projets captage et de stockage géologiques de CO₂ et des énergies renouvelables innovantes lancé en 2010. Comme le montre Neri-O'Neill dans sa recherche (NERI O'NEILL 2014, p. 142-160), la Commission Européenne engage dès 2006 des programmes de recherche concernant les technologies de CTSC. Elle finance tout d'abord des programmes de démonstration du CTSC à petite échelle dans son sixième Programme Cadre de Recherche et de Développement (PCRD). Suite à ces premiers programmes de recherche, la Commission Européenne choisira de financer des démonstrateurs d'échelle industrielle via le dispositif de financement NER 300.

La mise en place de ce programme est réglementée dans la directive sur le marché des échanges de carbone européen, datée du 23 avril 2009. Il porte ce nom en raison de l'article 10(a) alinéa 8 de cette directive européenne. Cet alinéa prévoit que les 300 millions de quotas disponibles

dans la réserve des nouveaux entrants serviront à financer les projets de démonstration des technologies de CTSC¹². Les nouveaux entrants correspondent aux sites industriels (cimenterie, pétrochimie, chimie, sidérurgie...) ¹³ ayant obtenu une première autorisation d'émissions après le 30 juin 2011 ; A des sites industriels ne poursuivant pas les activités précédemment citées, mais pour lesquels certains états membres, en accord avec la Commission Européenne, appliquent le système des quotas d'émissions ; Enfin, les nouveaux entrants correspondent aux sites industriels poursuivant plusieurs activités (pétrochimie et chimie,...) ou étant intégrés au système communautaire d'échange des quotas.

Le programme NER300 est dirigé conjointement par la Commission Européenne, la Banque Européenne d'Investissement et les États membres. Son objectif est notamment de parvenir en 2015 à 12 démonstrateurs opérationnels. Le financement ne peut excéder 50% du montant total de ces projets pour ne pas favoriser un projet par rapport à un autre. Les co-financements avec des partenaires sont nécessaires. Dans la décision de lancement du projet daté de 2010, les législateurs rappellent que les projets de démonstration de CTSC doivent faire l'objet d'un risque calculé et pouvoir être transposés à l'échelle industrielle, sans voir apparaître de nouveaux risques. Cet extrait de l'appel à proposition du NER 300 illustre les attendues quant au financement de ces projets :

« With a view to ensuring technological diversity, 8 CCS ¹⁴ demonstration projects should be funded (with at least one and, at most, three projects in each project category, at least three with hydrocarbon reservoir storage, and at least three with saline aquifer storage) in the first round of calls for proposals, and one project should be funded in each of the RES ¹⁵ project sub-categories in the first round of calls for proposals. If there are sufficient resources, it should be possible to finance more projects while maintaining the balance between CCS and RES demonstration projects. Further, with a view to ensuring geographical balance, at least one and no more than three projects should be funded within any one Member State. The projects which are intended to take place on the territory of several Member States should not be, due to their nature, limited by that criteria ».

Cet extrait montre que pour l'Union Européenne, toutes les technologies de CTSC disponibles doivent être financées, avec au moins un démonstrateur par catégorie. Il en est de même pour les énergies renouvelables innovantes. Le cadrage du financement NER 300 prévoit également un respect de l'équilibre géographique.

L'appel à proposition pour le financement NER 300 précise également que pour le captage du CO₂, les unités de production électriques de plus de 250 MW peuvent répondre à l'appel à projet. Il en est de même pour les raffineries ou cimenteries de plus de 500 MgtCO₂ par an. De plus, les projets de CTSC doivent associer les trois phases du cycle et prévoir une surveillance du

12. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0029&from=EN>
<http://www.ner300.com/> Consulté le 10 novembre 2015.

13. Pour une liste exhaustive des activités concernées, voir l'annexe 1 de la directive sur le marché des échanges carbone.

14. Carbon Capture and Storage : Captage, Transport et Stockage du CO₂.

15. Renewable, Energy Solution.

stockage. Comme le montrent la directive européenne relative au marché des échanges carbone et l'appel à proposition du NER 300, l'Union Européenne poursuit un objectif ambitieux dans le développement des technologies de captage, transport et stockage du CO₂.

Cependant, la première vague de financement du programme NER 300 lancée en 2010 n'a pas recueilli le succès escompté. Référons-nous à la presse nationale pour expliquer les raisons de l'échec de ce dispositif de financement des technologies de CTSC¹⁶.

Les principaux quotidiens français analysés rappellent que 13 projets de CTSC avaient soumis une proposition dans le cadre de la première vague de financement du programme NER 300. Cependant, aucun projet n'est allé jusqu'au bout du processus. Les candidats à ce financement se sont retirés un à un. Selon les articles de la presse nationale analysés, l'échec du financement du NER 300 est lié à la crise économique de 2008. Par exemple, un article des *Echos* en daté du 21 mai 2013 (VERDO, Les Echos 21-05-2013) rappelle que le fonds NER 300 repose en partie sur le marché des quotas de carbone, dont les cours se sont effondrés suite à la crise économique de 2008. Selon cet article, la tonne de CO₂ avait un prix de 3 euros en 2013. Dès lors, l'enveloppe globale du NER 300 s'en est trouvée réduite. Par ailleurs comme le souligne le journaliste des *Echos*, un dispositif de captage transport et stockage du CO₂ serait rentable dans un contexte où la tonne de CO₂ émise aurait un prix supérieur à 30 euros. Un article du *Monde*, (Le HIR, Le Monde, 04-04-2013) prolonge cette observation en signalant que ce contexte économique n'incitait pas les industriels à investir dans les technologies de CTSC.

L'échec du NER 300 résumé ici renvoie de nouveau aux propos de Callon (CALLON 1998) mobilisé dans l'analyse des entretiens. Comme l'affirme ce sociologue, le Marché permet de définir ce qui compte et ce qui ne compte pas au cours de l'échange économique. Ici, l'Union Européenne avait mis en place un dispositif réglementaire dont l'objectif était d'introduire le CO₂ comme dimension de l'échange économique. Ainsi, les technologies de CTSC étaient-elles susceptibles de donner un avantage concurrentiel aux industries les utilisant. Or, la crise économique de 2008 et l'effondrement du prix de la tonne de CO₂ a renvoyé à la problématique des émissions de CO₂ au rang d'externalité. Dans un tel contexte, les technologies de CTSC ne procurent plus d'avantage concurrentiel.

Cet échec de la première vague de financements du NER 300 semble également avoir eu des conséquences sur les projets de recherches et développement concernant les technologies de CTSC. Lors du dernier séminaire international des chaires sur le captage, transport et stockage du CO₂, organisé en mars 2013 à Paris et au Havre, cette question de l'échec du NER 300 a été évoquée à plusieurs reprises aux cours des sessions de ce colloque. Par ailleurs, lors d'échanges informels des parties prenantes industrielles investies dans ces projets ont évoqué leur démotivation suite à cet échec de la première vague du NER 300.

L'absence de projets financés dans le cadre de la première vague du programme NER 300 et les conséquences induites par cet échec dans la communauté scientifique ont conduit à une réorientation des recherches relatives aux technologies de CTSC vers la valorisation du CO₂.

16. Cette analyse du financement NER 300 dans les principaux quotidiens français a été réalisée à partir de la base de données Europresse avec comme mot clé « NER 300 » dans toutes les archives de la base. Cette recherche a été effectuée en Novembre 2015.

6.6.2 Valoriser le CO₂ : facteur clé pour réintégrer cette dimension dans l'économie ?

En 2013, les rencontres internationales du Havre étaient consacrées à l'économie du CO₂. Au regard de l'interrogation centrale de cette édition des rencontres internationales du Havre, et comparativement à l'édition 2007 relative au charbon propre, nous observons ici une transformation de la problématique de gestion des émissions de CO₂. Nous analyserons tout d'abord la transformation de cette gestion de la problématique des émissions de CO₂. Ensuite, nous caractériserons l'évolution du rôle des technologies de CTSC consécutif à cette transformation.

Intégrer le CO₂ à l'économie de marché : un enjeu renouvelé.

Lors de l'édition 2007 des rencontres internationales du Havre, le paysage énergétique envisagé était une dépendance aux énergies fossiles. Le charbon encore très abondant était envisagé comme l'énergie du XXI^{ème} siècle. En parallèle, le contexte réglementaire relatif aux émissions de CO₂ était envisagé. Les technologies de CTSC permettaient ainsi d'utiliser la flexibilité des centrales à charbon, en évitant les émissions de gaz à effet de serre.

Lors de l'édition 2013 des rencontres internationales du Havre, cette interrogation s'est modifiée. En effet, comme le rappelle dès l'introduction de ce colloque le maire et président de l'agglomération du Havre, la crise économique de 2008 a relégué au second plan la question du changement climatique. Cette crise économique a notamment conduit à l'effondrement du prix de la tonne de CO₂ sur le marché d'échange européen. Indirectement, cette crise a eu comme conséquence la réouverture du questionnement relatif aux moyens d'intégrer le CO₂ à l'économie. Selon le maire du Havre, faire l'économie du CO₂ renvoie à un double enjeu comme l'illustre ce propos.

« Faire l'économie du CO₂ est un thème qui renvoie, d'une part, à la nécessité collective de réduire nos émissions de CO₂ et, d'autre part, d'intégrer cette molécule dans notre économie tournée vers le profit et le développement ». (Edouard Philippe – Député Maire du Havre, Président de la communauté d'agglomération du Havre).

Au regard de cet extrait, mobiliser deux types d'instruments semble nécessaire pour résoudre la problématique des émissions de CO₂. Les premiers concernent l'efficacité énergétique ou les énergies renouvelables permettant de réduire les émissions de CO₂. Les seconds permettront la valorisation économique de cette molécule. Ces propos introductifs du maire du Havre et la structure des communications du colloque laissent supposer que les instruments à mobiliser sont à la fois des dispositifs fiscaux, mais aussi des dispositifs techniques de récupération et de valorisation du CO₂. Par ailleurs dans cette introduction, le maire du Havre fait également état de la stratégie adoptée au sein de sa ville.

« Au Havre, nous essayons de nous inscrire dans cette logique pour trouver dans le système économique des moyens de valoriser le CO₂ et de continuer de progresser avec ce CO₂. Des acteurs industriels et chercheurs du Pôle Saclay efficacité énergétique sont d'ores et déjà beaucoup investis pour ramener la molécule de CO₂ dans le champ de

l'économie de marché afin de ne plus la traiter comme une externalité qui poserait des problèmes à tous et d'en faire un élément constitutif de cette économie de marché, régulée et civilisée ». (Edouard Philippe – Député Maire du Havre, Président de la communauté d'agglomération du Havre).

Ce second extrait montre que l'enjeu poursuivi au Havre est d'intégrer le CO₂ dans le champ de l'économie. Ce propos renvoie au cadrage de l'échange marchand tel qu'il est décrit par Callon (CALLON 1998). Comme nous l'avons déjà signalé dans l'analyse des entretiens, ce sociologue montre que la science économique, pour un marché donné, cadre ce qui fait partie de l'échange économique et ce qui est laissé à l'arrière-plan (les externalités). Pour le maire du Havre, l'enjeu est de trouver des instruments permettant d'intégrer le CO₂ au marché économique, c'est à dire de formaliser ce cadre économique. Comme nous l'avons observé dans l'analyse du programme NER 300, la crise économique de 2008 a rendu inopérant le marché européen des émissions de CO₂. L'édition 2013 des Rencontres Internationales du Havre, s'inscrit donc dans une démarche de recherche d'instruments opératoires, susceptibles d'intégrer la dimension des émissions de CO₂ dans l'échange marchand.

Pour apporter des éléments de réponse sur les instruments à mobiliser pour intégrer le CO₂ à l'économie, l'édition 2013 des rencontres internationales du Havre était organisé en sept sessions. Les trois premières sessions étaient consacrées à la fiscalité et aux énergies renouvelables, les quatrième et cinquième au stockage de l'énergie, et les sixième et septième sessions à la valorisation du CO₂ et aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Au regard de notre problématique de recherche, nous analyserons ces différentes communications en nous focalisant sur les récits associés aux technologies de CTSC et leur évolution.

Du captage et stockage géologique du CO₂... A un dispositif technique de stockage de l'énergie et d'écologie industrielle.

Lors de l'édition 2013 des rencontres internationales du Havre, seuls trois intervenants envisagent les technologies de CTSC comme dispositif technique à part entière, indépendant d'autres projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit des parties prenantes investies dans la vente de ces technologies (Alstom) (LEE 2013), ou dans leur mise en application (EDF, Total) (CHOPIN 2013, COPIN 2013). Ces intervenants font référence à des arguments employés dès l'apparition des récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Ce dispositif technique est défini comme fiable, disponible. Selon ces parties prenantes, son utilisation est nécessaire au regard des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixée par l'agence internationale de l'énergie. Par ailleurs, les limites relatives à la mise en place de ce dispositif sont liées à l'absence d'une réglementation claire et d'un marché du CO₂ efficient (CHOPIN 2013).

Au-delà de ce récit habituellement associé aux technologies de CTSC, les participants à ce colloque envisagent d'utiliser le captage du CO₂ pour d'autres applications que le stockage géologique ou la récupération assistée d'hydrocarbures. Rappelons ici les associations entre les technologies de CTSC et d'autres projets technologiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le captage du CO₂ comme modalité de stockage de l'énergie. La première modalité d'utilisation des technologies de captage de CO₂, évoquée lors des rencontres internationales du Havre, est celle du stockage de l'électricité produite par les énergies renouvelables. Comme le soulignent plusieurs participants à ce colloque, la principale limite des énergies renouvelables réside dans leur intermittence (PIERRE 2013, VALENTIN 2013). Ainsi, lorsque le vent ne souffle plus ou que le soleil est caché par les nuages, éoliennes et panneaux solaires ne produisent-ils plus d'électricité. Or, comme le soulignent les experts présents lors de ce colloque, l'interruption de la production d'électricité ne correspond pas forcément à une interruption de la demande en énergie. Un enjeu crucial associé à l'utilisation des énergies intermittentes est donc le stockage de l'énergie produite.

Les participants à ce colloque expliquent par exemple qu'il est possible de stocker cette énergie via des stations de pompage qui transfère de l'eau d'un bassin situé à basse altitude à un bassin situé à une altitude plus élevée, lorsque les énergies intermittentes fonctionnent. Lorsqu'elles sont à l'arrêt, une turbine permet la production d'électricité en opérant un transfert inverse de l'eau (PIERRE 2013, VALENTIN 2013)¹⁷.

Cependant, les intervenants de ce colloque insistent davantage sur la possibilité de changer le vecteur de l'énergie produite par les énergies intermittentes afin de la stocker plus facilement. Par un procédé d'électrolyse, ils proposent de transformer l'électricité des énergies intermittentes en gaz. C'est dans ce processus que le CO₂ capté intervient.

Selon les intervenants de ce colloque, l'électrolyse de l'eau permettrait de stocker l'énergie électrique des éoliennes ou des panneaux solaires sous forme d'hydrogène. Cependant, en ajoutant du CO₂ à cette réaction chimique il serait possible de produire du méthane de synthèse, le méthanol. Ce dernier pourrait être utilisé comme carburant. Ces propos montrent que le captage du CO₂ est ici associé aux énergies renouvelables, il leur donne une flexibilité.

Cette association reconfigure l'argumentation opposant auparavant technologies de CTSC et énergies renouvelables. Comme le montre notre analyse de l'édition 2007 des rencontres internationales du Havre, l'intermittence des énergies renouvelables justifiait le recours aux énergies fossiles, associées aux technologies de CTSC. Ces dernières permettaient de limiter les impacts environnementaux des centrales électriques classiques, tout en conservant une flexibilité. Ici, le captage du CO₂ rend flexible les énergies renouvelables via à la production d'un carburant, le méthane de synthèse, susceptible d'être utilisé pour produire de l'énergie lors de l'absence de vent ou de soleil. Bien que la complémentarité des deux modalités de production d'énergie

17. Ce système porte le nom de système de transfert d'énergie par pompage (STEP). Pour plus d'informations : <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite-stations-de-transfert-d-energie-par-pompage-step>. Consulté le 26 janvier 2016.

(énergies intermittentes, centrales électriques) perdue, l'utilisation d'un combustible d'origine renouvelable dissocie l'ensemble du procédé des énergies fossiles. Dans un tel contexte, les technologies de captage du CO₂ changent donc de finalité. En plus de la limitation des activités industrielles et de production d'énergie, il permettrait la production d'un nouveau carburant.

Le captage du CO₂ : l'ouverture vers une nouvelle chimie ? La production de méthanol n'est pas le seul moyen de valoriser le CO₂ capté. Une chimiste de l'université Lyon 1 intervenant lors de ce colloque (QUADRELLI 2013) met en perspective la quantité d'émissions de CO₂ captée via l'utilisation des technologies de CTSC, et les émissions potentiellement valorisables dans le secteur de la chimie. L'extrait suivant illustre son propos.

« Au regard de ces chiffres force est de constater que les voies d'utilisation industrielle du CO₂ ont un rôle à jouer, surtout si mis au regard des 0,003 GT actuellement stockées géologiquement : l'urée (0,150 GT), le méthanol (2 millions de tonnes) l'acide salicylique, les carbonates organiques et inorganiques, notamment par le remplacement de voies impliquant le phosgène, et la synthèse des acrylates constituent de nombreux exemples de technologies établies ou de débouchés potentiels pour la valorisation chimique du CO₂ ». (QUADRELLI 2013).

Cet extrait de communication montre que des débouchés pour l'utilisation du CO₂ existent dans la chimie. Ainsi, le CO₂ capté pourrait-il être valorisé. Un industriel intervenant lors de ce colloque souligne notamment que le CO₂ est la brique élémentaire pour la production de matériaux composites et un intermédiaire dans l'industrie chimique des colorants (MIGNANI 2013). Toutefois comme le rappelle une autre chimiste intervenant lors de ce colloque (BALLIVET-TKATCHENKO 2013), certains matériaux comme les polycarbonates bien qu'existant à l'échelle du laboratoire, ne sont pas encore disponibles à l'échelle industrielle. Le marché doit être créé. Capturer le CO₂ ouvre ici la voie à une nouvelle chimie. Là encore, la seule finalité du captage de CO₂ en vue de le stocker géologiquement est remplacée par une recherche de valorisation économique de cette substance dans le secteur de l'industrie chimique. Cette association entre les technologies de captage du CO₂ et l'émergence d'une nouvelle chimie avait par ailleurs été identifiée par le directeur de l'agence de développement économique Caux-Seine développement, rencontré lors de notre campagne d'entretiens.

Le captage du CO₂ : instrument de l'écologie industrielle ? Valoriser le CO₂ produit dans le secteur de l'industrie chimique pourrait faire partie d'une démarche d'écologie industrielle à laquelle font référence plusieurs participants de ce colloque.

Un des scientifiques intervenant lors du colloque évoque la possibilité de fixer le CO₂ dans les déchets solides (HILLS 2013)¹⁸. En fixant le CO₂ dans ces déchets, il serait selon lui possible de recréer un matériau de construction. Lors de son intervention, il fait état de plusieurs projets de recherche qui ont montré des résultats concluants concernant la captation minérale du CO₂, mais aussi la compétitivité sur le plan économique du nouveau matériau de construction ainsi

18. <http://www.gre.ac.uk/engsci/research/groups/sapico>. Consulté le 14 janvier 2015.

fabriqué. Ce retour d'expérience fait effectivement partie d'une dynamique d'écologie industrielle car les déchets d'une industrie sont réemployés par une autre industrie pour fabriquer un nouveau produit.

Lorsqu'il s'agit de valoriser le CO₂ capté, l'écologie industrielle est cependant plus un objectif qu'une réalité concrète. Comme l'affirme le directeur de l'entreprise Géogreen¹⁹, cette logique d'écologie industrielle émerge lorsque les autorités territoriales s'impliquent dans ces projets (MUNIER 2013). Pour cet intervenant, le CO₂ capté doit être valorisé dans une boucle économique durable à l'échelle du territoire. Il illustre son propos en citant l'exemple du projet COCATE, mené dans la ZIP du Havre et le projet VASCO, mené sur la zone industrialoportuaire de Marseille-Fos sur Mer. L'objectif de ce dernier projet était tout autant de valider le coût économique du captage de CO₂ que la pertinence d'une valorisation de ce gaz dans la production de micro-algues, destinée à la pisciculture. Il conclut son intervention ainsi :

« Ces deux exemples montrent qu'un changement de paradigme pour aborder le CCS de manière transversal sous l'angle des bénéfices environnementaux et territoriaux, permet de développer des solutions pertinentes à l'horizon 2025. La prochaine étape consiste à élaborer des pilotes en matières de capture et de nouvelles utilisations du CO₂ » (MUNIER 2013).

Cette présentation du directeur de Géogreen est en fait le récit d'un processus de *Traduction* du dispositif de CTSC. Pour Callon (CALLON, LASCOUMES et BARTHE 2001, 83-117) la *Traduction* fait référence à la pratique de la recherche scientifique. Il s'agit d'un processus en trois temps. Tout d'abord comme le rappellent Callon et al., les scientifiques ou les ingénieurs reconstruisent à l'échelle du laboratoire ou du bureau d'études une réalité simplifiée afin de pouvoir agir sur elle, d'expérimenter (*traduction 1*). Ensuite, les scientifiques agissent sur cette réalité simplifiée en mobilisant des instruments, des dispositifs techniques permettant de l'observer via la production de courbes, de données quantifiées, de schémas ou de cartes. Cette expérimentation menée sur la réalité simplifiée implique également l'intervention d'autres chercheurs ou techniciens. Enfin dans un troisième temps, les résultats de ces expérimentations doivent être reconnus hors du laboratoire ou du bureau d'études (*traduction 3*). Les scientifiques et les ingénieurs doivent donc convaincre à l'extérieur de leur laboratoire ou de leur bureau d'études que les résultats qu'ils ont observé se vérifient. S'ils n'y parviennent pas, les résultats de l'expérience ou le dispositif technique n'est pas accepté.

Dans les propos de Munier, nous observons un mouvement similaire. Après avoir défini un dispositif technique de CTSC répondant aux exigences des industriels, l'entrée des autorités locales dans le réseau socio-technique entraîne une modification des technologies de CTSC car elles ne répondent pas à leurs attentes. Un nouveau processus de traduction s'engage alors. Ainsi observons-nous dans les propos de Munier la nécessaire transformation des technologies de CTSC. Le stockage du CO₂ n'est plus la seule solution privilégiée, la valorisation dans une boucle durable locale est également décisive.

19. Bureau d'études spécialisé sur les technologies de CTSC. <http://www.geogreen.fr/accueil.html>. Consulté le 14 janvier 2016.

Les propos tenus lors de l'édition 2013 des rencontres internationales du Havre montrent que les récits des promoteurs des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ont évolué. D'un dispositif technique dont la finalité première en 2005 était de stabiliser le niveau d'émissions de CO₂ en conservant les structures socio-économiques existantes, ces technologies deviennent en 2013 un instrument au service de la flexibilité des énergies intermittentes et de l'écologie industrielle. Les technologies de CTSC ouvrent également la voie à une nouvelle chimie.

Cependant, la définition initiale de ce dispositif technique semble persister parmi les parties prenantes investies dans le développement de pilotes de CTSC (Alstom, EDF, Total). Comme le montrent Deuten et Rip (DEUTEN et RIP 2000, p. 81) dans leur analyse des récits relatif à l'invention d'une nouvelle enzyme industrielle, l'équipe projet est obligée de suivre le programme qu'elle s'est initialement fixée. Le travail de cette équipe fait en effet l'objet d'attentes de la part d'autres partenaires du projet. Les représentants, d'Alstom, EDF ou Total sont probablement pris dans des dynamiques similaires.

L'orientation vers la valorisation du CO₂ exprimée lors de l'édition 2013 des Rencontres Internationales du Havre fait écho aux récits recueillis auprès des parties prenantes de l'Axe-Seine. L'évolution du contexte économique et réglementaire semble avoir conduit vers cette transformation des technologies de CTSC. La cohérence entre les pratiques territoriales orientées vers l'écologie industrielle ou la chimie du CO₂ semble en 2013 primordiale pour les développeurs de dispositif technique. La finalité des technologies de CTSC s'hybride donc avec les pratiques des acteurs du territoire.

6.7 Entre persistance et transformation : récits relatifs aux technologies de CTSC pour la période 2014-2015.

Pour la période 2014-2015, les récits relatifs aux technologies de CTSC oscillent entre persistance des récits initiaux et transformation de l'utilisation de ces technologies de CTSC. Pour analyser ces deux types d'orientation, nous utiliserons les actes d'un colloque sur le CTSC, organisé au Havre par l'ADEME, ainsi que des articles de la presse locale. Nous analyserons tout d'abord la persistance de certains récits initiaux relatifs aux technologies de CTSC. Nous observerons ici comment les arguments initialement mis en avant résistent au changement de contexte entre 2006 et 2015. Ce premier temps de l'analyse permettra ensuite d'insister sur les transformations envisagées dans l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Enfin, nous observerons comment la question du stockage géologique de CO₂ est une option écartée dans l'Axe-Seine ainsi que la réappropriation par les parties prenantes de ce territoire des options de valorisation du CO₂.

6.7.1 Les technologies de CTSC : un dispositif techniquement abouti décisif pour réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre.

Comme nous l'avons déjà observé auparavant, le récit envisageant les technologies de CTSC comme techniquement disponibles, indispensables pour réduire les émissions de gaz à effet de serre est principalement tenu par les industriels et les organisations investies dans le développement de cette filière technique. Ce récit est très distinctement exprimé lors du colloque organisé au Havre par L'ADEME et le Club CO₂ le 5 mai 2015. Lors de ce colloque, l'intervention d'un représentant de l'agence internationale de l'énergie (GALE 2015) synthétise parfaitement la persistance du récit relatif aux technologies de CTSC, tel qu'il était déjà énoncé en 2006. Pour définir la situation et la nécessité du recours aux technologies de CTSC, il rappelle tout d'abord que le déploiement des technologies de CTSC peut être envisagé comme une solution globale permettant de résoudre à la fois la problématique des émissions de CO₂ issues de la production d'énergie, mais aussi des industries lourdes. Selon lui, l'utilisation de ces technologies est particulièrement décisive dans les pays non-membres de l'OCDE. L'extrait suivant de son intervention, retranscrite dans les actes du colloque illustre ce propos.

« La filière CSC ne consiste pas seulement à produire de l'électricité. Entre 2015 et 2050, 45% du CO₂ capté proviendra effectivement d'applications industrielles. Le déploiement de technologies CSC devra survenir dans des pays non-membres de l'OCDE (à hauteur de 70% des pays concernés d'ici 2050). L'urgence du déploiement du CSC augmente à mesure que les années passent ». (John Gale – Agence Internationale de l'Énergie).

Toutefois, comme il le souligne dans la suite de son intervention, mettre en place un tel dispositif technique à grande échelle suppose cependant de lever plusieurs difficultés. Selon ce représentant de l'Agence Internationale de l'Énergie, il faudrait tout d'abord adapter la réglementation notamment des dispositifs financiers pour favoriser le développement des technologies de CTSC. Cela permettrait de faciliter la mise en œuvre d'une infrastructure de transport à grande échelle. Ensuite, Gale considère également qu'il est impératif d'avancer sur le plan de la R&D. Selon lui, cela permettrait de réduire les coûts économiques du captage, mais aussi de quantifier les réservoirs de stockage de CO₂.

L'enjeu relatif à la définition d'une réglementation et d'un prix du CO₂ est repris par plusieurs intervenants de ce colloque. Comme l'affirme un représentant du ministère de l'écologie (LEBAS 2015), la définition d'un prix pour le CO₂ est un facteur décisif pour engager les industriels dans une réduction des émissions de CO₂. Dans son intervention, il affirme notamment que le prix actuel de la tonne de CO₂ dissuade les industriels d'investir dans des technologies comme le CTSC (Op.cit. p.10).

Une intervenante de la filiale Climat de la Caisse des Dépôts (ALBEROLA 2015) insiste notamment sur la nécessité de réformer le système des quotas d'émissions de CO₂ en place dans l'Union Européenne. Elle qualifie ce système de pilier de la politique énergie climat européenne (Op. cit., p. 8). Toutefois comme elle l'observe dans son intervention, les quotas de CO₂ disponibles sur le marché européen se sont accumulés entre 2005 et 2012 en raison de la baisse

des émissions de CO₂. Elle attribue cette baisse à trois facteurs : l'influence des politiques en matière d'énergies renouvelables (50% de réduction des émissions.), la crise économique (30%), l'efficacité énergétique (entre 10 et 20%). Selon Alberola, la rareté des quotas induit une hausse du prix de la tonne de CO₂. Elle propose donc de mettre en place une réserve de stabilité de marché pour contrôler le nombre de quotas disponibles sur le marché et ainsi éviter une chute trop importante du prix de la tonne de CO₂ (Op. cit., p. 9-10).

Les différentes communications résumées ici montrent deux éléments concernant l'appréhension des technologies de CTSC en 2015. D'une part comme l'illustre la première communication, ces technologies sont un élément décisif de la stratégie de lutte contre le réchauffement climatique. D'autre part, la focalisation sur les facteurs réglementaires et économiques laisse supposer que ces technologies sont opérationnelles. Or comme nous l'avons observé, le nombre de démonstrateurs reste limité. Ces communications illustrent un processus de création des instruments nécessaires au déploiement de ce dispositif technique. En effet, les marchés économiques tels qu'ils existent actuellement ne rendent pas décisive l'utilisation d'un tel dispositif technique pourtant nécessaire, selon ces intervenants, à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. En nous référant aux propos de Law (LAW 1989), Hughes (HUGHES 1987) ou Callon (CALLON 1998), nous observons ici le caractère hétérogène des technologies de CTSC. Ce dispositif technique n'est pas parvenu à intégrer les systèmes réglementaires et économiques qui garantiraient son utilisation. Ainsi, les experts travaillent-ils à la redéfinition de ces systèmes afin d'intégrer le CO₂ comme dimension de l'échange économique.

Ce travail de redéfinition des systèmes réglementaires et économiques pour les intégrer au dispositif de CTSC contraste avec la situation observée en 2006 lors de l'apparition des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Les récits analysés au chapitre 5 montrent que les parties prenantes investies dans ces projets anticipaient une hausse du prix du CO₂ et des réglementations de plus en plus contraignantes. Or, comme nous l'avons déjà signalé, la crise économique a déplacé les problématiques environnementales au second plan. Mais au-delà d'une définition persistante des technologies de CTSC comme dispositif nécessaire à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation envisagée pour ce dispositif s'est transformée.

6.7.2 Du CSC au CSCV : vers un dispositif technique associé à l'écologie industrielle et la chimie verte ?

Ici, le sigle employé dans le titre fait donc non seulement référence au stockage géologique de CO₂, mais ajoute également une autre modalité : la valorisation du CO₂ capté. Le Club CO₂, partenaire dans l'organisation de ce colloque a intégré cette nouvelle dimension au dispositif initial²⁰. La valorisation est donc devenue un enjeu décisif dans la mise en place de ce dispositif technique. Les promesses techno-scientifiques initiales ont donc été reformulées au regard du changement de contexte. Valoriser le CO₂ permet au dispositif technique de perdurer dans un

20. Le développement du sigle du Club CO₂ est le suivant : « *Captage, Stockage et Valorisation du CO₂, une solution pour demain* ». <http://www.captage-stockage-valorisation-co2.fr/>. Consulté le 21 janvier 2015.

contexte où les hydrocarbures non conventionnels ont fait diminuer le prix de l'énergie et où les réglementations sur les émissions de CO₂ sont restées faiblement contraignantes.

Au regard de l'argumentaire développé sur le site internet du Club CO₂²¹, il existe trois grandes voies de valorisation du CO₂. Tout d'abord, ce gaz peut être utilisé dans l'industrie, en remplacement du gaz réfrigérant ou pour la récupération assistée d'hydrocarbures. Ensuite, le CO₂ peut aussi être utilisé comme produit chimique comme dans les opérations de carbonatation minérale²² ou à valeur énergétique²³. Enfin, il peut être utilisé dans la production de micro-algues.

Cependant, la valorisation du CO₂ ne permet pas de résoudre la problématique des émissions de gaz à effet de serre. En effet comme l'illustrent les propos de Savary (SAVARY 2015), intervenant du Club CO₂ lors du colloque de l'ADEME, les filières de valorisation de CO₂ correspondent actuellement à 0,5% du CO₂ émis dans le monde. Il serait, selon lui, possible d'atteindre entre 2 et 4% de CO₂ valorisés dans le futur. Ainsi cette filière serait-elle complémentaire des autres technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce récit tenu par les promoteurs des technologies de CTSC en 2015, illustré dans les paragraphes précédents, montre une évolution du positionnement vis-à-vis de ce dispositif technique. Auparavant, la dimension de valorisation du CO₂ n'était pas considérée comme prioritaire par les promoteurs de ce dispositif technique. Dans ses recommandations remises aux pouvoirs publics dans le cadre de la COP 21, le club CO₂ propose un premier axe de développement qu'il résume ainsi :

« Afin de créer des projets concrets, de taille raisonnable et aux bénéfices certains en termes d'environnement et d'emplois, **les synergies entre bioénergie, géothermie, énergies renouvelables, captage, valorisation et stockage du CO₂ doivent être développées et soutenues.** Ces projets à forte dimension locale ancreront positivement la lutte contre le réchauffement climatique dans les territoires et montreront l'implication des industriels dans l'économie circulaire ». (Club CO₂ – 2015).

Cet extrait montre la « territorialisation » des technologies de CTSC envisagée par ses promoteurs. Jusqu'ici, cette dimension était peu abordée. L'importance de la synergie entre ce dispositif technique et les énergies renouvelables, dans une démarche de développement local semble aussi une nouvelle dimension cruciale, peu détaillée auparavant par les promoteurs des technologies de CTSC. Comme pour la nécessité de transformer la réglementation, valoriser le CO₂ peut aussi être envisagé comme une stratégie des promoteurs des technologies de CTSC pour intégrer le dispositif dans un réseau sociotechnique.

21. <http://www.captage-stockage-valorisation-co2.fr/principes-de-la-valorisation>. Consulté le 21 janvier 2016.

22. Stockage du CO₂ dans des déchets solides.

23. Production de méthane de synthèse.

6.7.3 Stocker du CO₂ dans l’Axe-Seine : une option technologique scientifiquement invalidée

La valorisation du CO₂ capté semble dans l’Axe-Seine d’autant plus décisive que les capacités de stockage géologique de CO₂ à grande échelle ont été scientifiquement invalidées. Lors du colloque organisé au Havre par l’ADEME le 5 mai 2015, l’un des intervenants fait état du projet de recherche France-Nord. Ce projet lancé en décembre de 2009 avait deux ambitions : démontrer la faisabilité du CTSC des sources industrielles concentrées du nord de la France ; démontrer la capacité des aquifères salins du Bassin Parisien à stocker ces émissions (ADEME 2011). Pour parvenir à ces objectifs, identifier la capacité réelle de stockage géologique disponible et après sélection du site un test d’injection.

En 2015, les propos du responsable du projet (COPIN 2015) montrent que les réservoirs géologiques d’Île-de-France ne sont pas adaptées à un stockage géologique de CO₂ à grande échelle. Dans l’introduction, il rappelle l’importance des aquifères salins pour le développement du stockage géologique de CO₂ à grande échelle. Pour le Bassin Parisien, il signale que l’objectif du projet France-Nord était de stocker 200 millions de tonnes de CO₂. Cependant, comme il le souligne les caractéristiques des réservoirs sélectionnés ne permettait pas de remplir les ambitions du projet. L’extrait suivant illustre ce propos.

« Trois grands sites possibles avaient été retenus : Keuper Nord au Nord de Paris ; Keuper Sud autour d’Orléans ; Bundsandstein autour de la faille de la Marne en Lorraine. Les résultats se sont avérés inférieurs aux objectifs du projet pour tous les sites. Les sites ne remplissaient pas les conditions requises (capacité de stockage insuffisante sur 40 ans, risques de fuite dans l’aquifère potable). »(COPIN 2015)

Les résultats de recherche issus du projet France-Nord invalident donc scientifiquement l’hypothèse d’un stockage géologique de CO₂ à grande échelle dans l’Axe-Seine. Cette invalidation scientifique d’un stockage de CO₂ à grande échelle dans l’Axe-Seine contribue probablement à la transformation des objectifs associés à ces technologies sur ce territoire. La valorisation du CO₂ devient dans ce contexte une option privilégiée pour l’Axe-Seine, en l’absence de capacité de stockage géologique de CO₂.

6.7.4 Capter, Transporter et Valoriser le CO₂ : quand les promesses techno-scientifiques font écho aux imaginaires sociotechniques.

Dans l’Axe-Seine, l’orientation des technologies de CTSC vers la nouvelle chimie ou l’écologie industrielle fait l’objet de plusieurs récits depuis 2011. Comme nous l’avons observé au chapitre 5, le CO₂ capté dans le cadre d’un projet de démonstration sur le site de traitement des déchets de Sédibex était destiné à une valorisation industrielle. De plus, les parties prenantes de l’Axe-Seine rencontrées lors de l’enquête par entretien envisagent elles aussi, l’éventuelle utilisation du captage de CO₂ dans ce cadre. Les récits faisant état d’une telle utilisation envisagée pour les technologies de CTSC se poursuivent sur la période 2014-2015. Analysons la presse locale et les projets lancés lors de cette période.

La presse locale de l'Axe-Seine rapporte plusieurs récits relatifs aux technologies de CTSC pour cette période. Dans son édition du 14 avril 2014, *Ouest France* fait état des propos alarmants du GIEC sur les émissions de gaz à effet de serre. Les propos de ces experts repris dans cet article montrent qu'il serait nécessaire de réduire les émissions de 40% à 70% d'ici 2050, pour limiter le réchauffement à 2 degrés. Cependant, comme le signale le journaliste de Ouest-France en citant les propos du président du GIEC, parvenir à cet objectif nécessite une coopération mondiale.

Dans la presse locale de Haute-Normandie, deux principaux sujets relatifs aux technologies de CTSC sont évoqués sur cette période : le projet Paris Saclay Efficacité Énergétique (PS2E) et la poursuite du projet de production d'hydrogène décarboné mené par Air Liquide.

Le projet Paris Saclay Efficacité Énergétique (PS2E) a été lancé en 2013, lors des rencontres internationales du Havre sur l'économie du CO₂. Il s'agit d'un institut de recherche et de formation pour la transition énergétique. Il associe trois grands groupes industriels (Air Liquide, EDF et Total), quatre organismes de recherche public (CEA, Centrale Paris, Mines-Paris Tech et université Paris-Sud) et deux entreprises d'ingénierie industrielle (Fives Cryo et Enertime)²⁴. L'institut PS2E se positionne sur trois champs de recherche : la flexibilité énergétique, l'efficacité énergétique des systèmes industriels, la simulation, la conception et la gestion d'éco-systèmes industriels²⁵.

Cet institut affiche également quatre ambitions au service de ses programmes de recherche. La valorisation de la chaleur pour réutiliser les énergies perdues ; la flexibilité des usines ; le développement d'un éco-parc industriel, afin de définir une gestion innovante des zones industrielles ; le développement d'outils de mesures relatifs à l'efficacité énergétique²⁶.

Comme l'indique la presse locale, la zone industrialo-portuaire du Havre pourrait devenir « un laboratoire à ciel ouvert » pour l'Institut PS2E (Le Havre-Presse 30-08-2013). Par ailleurs, ce projet est ainsi défendu dans la presse locale par le député Maire du Havre. Selon lui, l'institut PS2E associe « *le meilleur de la production et le meilleur de l'intelligence* ». Cette formule traduit l'importance du soutien local associé à ce projet. Mais qu'en est-il du captage du CO₂ ? Cette transition entre les recherches relatives aux technologies de CTSC et la création de l'institut PS2E est clairement établie dans les propos du responsable local de la chaire CTSC, tenus lors du colloque organisé par l'ADEME le 5 mai 2015.

« La Chaire a par ailleurs bâti des partenariats à travers le monde avec des universités et des écoles. Un industriel préside le CODOR²⁷ tandis que le titulaire de la Chaire préside le COPIL²⁸. La Chaire présente l'originalité d'articuler des travaux des sciences de la Terre avec les travaux des sciences sociales et humaines, et privilégie une approche pluridisciplinaire. Compte tenu du contexte, reconduire la Chaire CTSC pour plusieurs années ne constituait pas une option. Les industriels ont toutefois souhaité pérenniser cette dynamique et initier une nouvelle thématique : la flexibilité et l'efficacité éner-

24. <http://institut-ps2e.com/ps2e/a-propos/>. Consulté le 22 janvier 2016.

25. <http://institut-ps2e.com/recherche/ambitions/>. Consulté le 22 janvier 2016.

26. <http://institut-ps2e.com/recherche/nos-4-ambitions/>. Consulté le 22 janvier 2016.

27. Comité d'orientation.

28. Comité de Pilotage.

gétique des installations industrielles couplées aux zones urbaines ». (Bernard Gérard – responsable havrais de la Chaire CTSC).

Outre la description de la chaire CTSC qui introduit le propos, nous observons dans cet extrait la transformation du champ de recherche ouvert par la Chaire CTSC. Envisager uniquement ces technologies ne semble plus pertinent, au regard des contextes économiques et réglementaires détaillés précédemment. La dynamique de recherche se poursuit donc sur l'efficacité énergétique. Le CO₂ fait cependant toujours partie de ces nouvelles préoccupations, comme l'illustrent les propos du président de l'institut PS2E rapportés dans un article du *Paris-Normandie* en date du 1^{er} juillet 2014.

« Au Havre et sur l'agglomération, la question qui se pose, c'est l'attractivité. Un éco-parc industriel, c'est avoir de l'énergie moins cher... Si nous mettons des outils adéquats en place, le coût de l'énergie et ses fluctuations ne posent plus de problème. Un autre sujet important, c'est aussi la question du captage de CO₂. Un éco-parc industriel, c'est un mélange de réseau de chaleur, de big data et de smart grid ». (Président de l'institut PS2E).

Cet extrait montre que la question du CO₂ reste au cœur de la problématique de PS2E. Ajoutons que cet extrait traduit à l'échelon local, l'ambition portée par le club CO₂. Dans le projet de PS2E, l'enjeu est la mise en œuvre de l'écologie industrielle par le développement de synergies entre industries pour un développement local durable.

Dans l'Axe-Seine, la valorisation du CO₂ capté est aussi celle liée à la production d'un hydrogène faiblement carboné. Un article du *Paris-Normandie* daté du 13 juillet 2015 associe notamment les technologies de captage de CO₂ à la mobilité hydrogène (Bertrand, Paris-Normandie 13-07-2015).

Cet article fait tout d'abord référence au soutien de la métropole de Rouen concernant le développement de la voiture électrique à batterie. Le journaliste souligne ici les limites d'autonomie que connaît ce type de véhicules. Ainsi comme le signale cet article du *Paris-Normandie*, la métropole a réorienté sa stratégie de soutien à la recherche vers les véhicules fonctionnant à l'hydrogène. Ici, les technologies de captage de CO₂ mobilisées par Air Liquide permettent de rendre propre la production de ce gaz et favorisent par conséquent, le développement de la mobilité hydrogène.

Les paragraphes précédents montrent l'affirmation d'une intégration au sein des dispositifs de captage, transport et stockage du CO₂ de la dimension de valorisation. Comme l'illustre en effet le titre d'un colloque organisé en 2015 par l'ADEME au Havre, le CSC (Captage et Stockage géologique du CO₂) est devenu le CSCV (Captage et Stockage géologique et Valorisation du CO₂). Amorcée dès 2013, cette transformation des promesses techno-scientifiques initiales associées aux technologies de CTSC fait écho à l'imaginaire sociotechnique associé au futur de l'Axe-Seine. Rappelons ici un extrait du rapport de projet de l'équipe Grumbach.

« La 3^{ème} révolution industrielle que décrit Jeremy Rifkin survient par la révolution des énergies : la nécessité de « décarboniser » l'économie pour faire face au changement climatique ouvre la voie à une nouvelle activité, l'industrie verte. Se libérer des énergies fossiles suppose le développement des énergies renouvelables – soleil, eau, vent, biomasse – qui ont pour vertu leur parfaite répartition sur l'ensemble du territoire mais toutes le défaut d'être difficilement stockables. Les capter, les stocker, les diffuser : tels sont les enjeux générateurs d'activités futures ». (GRUMBACH 2009, p.76).

Cet extrait fait clairement référence aux travaux de Rifkin concernant la transformation du système énergétique. Une telle transformation du système énergétique semble indispensable à la réussite du projet de la métropole de « l'après Kyoto » défendu par l'équipe Grumbach. Or, nous observerons ici des similitudes entre les propos développés par Grumbach et ceux tenus par les représentants du Club CO₂, dans leurs recommandations aux pouvoirs publics pour la COP21. Ces derniers font également référence à l'industrie verte lorsqu'ils évoquent la chimie verte. Ils s'expriment aussi sur le défi de capter et stocker les énergies renouvelables en produisant un nouveau combustible à partir de CO₂, le méthanol. Ainsi, la transformation des promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC correspond-elle à une mise en cohérence avec l'imaginaire sociotechnique défendu dans l'Axe-Seine. Comme nous l'avons observé, ce dernier est fondé sur le développement de l'économie circulaire dans ce territoire. Il est par ailleurs partagé par la plupart des parties prenantes rencontrées lors de notre enquête.

6.8 Conclusion : La valorisation du CO₂, une modalité d'intégration du territoire dans le réseau sociotechnique du CTSC pour pérenniser son développement.

L'ambition de ce chapitre est d'analyser les transformations des récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Il s'appuie à la fois sur des propos tenus dans la presse locale, mais aussi sur des récits recueillis lors d'entretiens menés avec les parties prenantes de l'Axe-Seine. Au cours de la période 2012-2015, l'utilisation envisagée pour ce dispositif technique a connu une transformation. Dans les récits initiaux, les technologies de CTSC étaient destinées à réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre. A partir de 2012, ces dernières sont envisagées dans des logiques d'écologie industrielle, ou au service d'une nouvelle chimie.

Pour les promoteurs de ces technologies, la transformation de ce récit a lieu suite à l'échec en 2013 du NER 300, premier appel à projet européen pour le financement de démonstrateurs des technologies de CTSC. Ce programme devait permettre d'amorcer l'industrialisation de ce dispositif technique. Or, les candidats à ce projet européen se sont un à un retirés. Par ailleurs, la crise économique de 2008 a également eu une incidence sur les marchés du CO₂. La baisse de la production a entraîné une hausse du nombre de quotas disponibles sur le système d'échange européen des quotas de CO₂. Ainsi, le prix d'une tonne de CO₂ sur ce marché a-t-il atteint 3 euros en 2013, rendant peu attractive l'utilisation des technologies de CTSC.

Au regard de ce contexte défavorable, les promoteurs de ce dispositif technique ont mis en œuvre deux stratégies. La première consiste à transformer la réglementation et la fiscalité pour réintégrer la problématique des émissions de CO₂ au cœur de l'échange économique et rendre attractive l'utilisation des technologies de CTSC. La seconde consiste à formaliser une filière de valorisation du CO₂ capté pour intégrer ce dispositif technique à des logiques économiques existantes. Le CO₂ peut par exemple être utilisé dans l'industrie ou pour stocker l'énergie produite par les énergies renouvelables. La valorisation du CO₂ permet ainsi de poursuivre le développement du dispositif technique en le réintégrant dans un cadre économique favorable.

Dans l'Axe-Seine, la majorité des récits des parties prenantes font de la valorisation du CO₂ un enjeu majeur de l'utilisation de ce dispositif technique. Comme le signalent nos interlocuteurs, l'Axe-Seine est un territoire marqué par l'industrie. Les démarches de réduction des impacts environnementaux de ces activités économiques comme l'écologie industrielle, sont donc privilégiées. Les technologies de CTSC sont donc envisagées dans cette perspective par les parties prenantes de l'Axe-Seine. Ce type de démarches est en effet valorisé en différents points de l'Axe-Seine. La zone de l'estuaire met par exemple l'écologie industrielle au cœur du développement du territoire. Par ailleurs, ce type de démarche est également au cœur du projet d'Axe-Seine défendu par l'équipe Grumbach (GRUMBACH 2009). L'orientation d'un dispositif de CTSC vers une valorisation du CO₂ se trouve également légitimée par l'invalidation scientifique d'une possibilité de stockage de CO₂ à grande échelle dans l'Axe-Seine.

Ce chapitre illustre donc des similitudes entre les récits des parties prenantes de l'Axe-Seine et les nouveaux récits des promoteurs de ce dispositif technique. Bien qu'apparu en 2013 en raison des évolutions des contextes économiques et réglementaires, le nouveau récit des promoteurs de ce dispositif technique entre en convergence avec les récits relatifs au CTSC identifiés dans ce territoire. Ces similitudes montrent une hybridation entre les technologies de CTSC et l'imaginaire sociotechnique du territoire, orienté vers l'écologie industrielle.

Conclusion de la troisième partie

L'ambition poursuivie dans cette troisième partie de notre recherche était d'identifier l'hybridation potentielle entre les récits relatifs aux technologies de CTSC et les récits de relatifs à l'avenir du territoire de l'Axe-Seine.

Dans l'Axe-Seine, l'utilisation des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ fait l'objet de plusieurs projets. En Île-de-France, Véolia prévoit par exemple d'associer ce dispositif technique à une chaudière biomasse produisant de l'électricité à partir du traitement des déchets. Dans l'estuaire de la Seine, les technologies sont initialement associées à la problématique du « Charbon propre ». En 2006, dans la zone industrialo-portuaire du Havre, l'implantation de deux nouvelles centrales à charbon est envisagée. Ces dernières sont présentées comme des centrales à charbon propre, des centrales n'émettant ni poussières, ni Nox ou Sox²⁹, ni CO₂ grâce aux technologies de CTSC. La contestation de ces projets par les milieux associatifs locaux, ainsi que les incertitudes techniques relatives à la disponibilité des technologies de CTSC conduisent cependant à l'annulation de ces projets.

Toutefois, dans l'estuaire de la Seine, la réflexion relative à l'utilisation des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ se poursuit. En 2009, l'idée de déployer ce dispositif technique à l'échelle de l'Axe-Seine voit le jour. Cette idée se structure autour de la mise en place de plusieurs projets de recherche dont l'objectif est de montrer la faisabilité technique, économique, mais aussi sociale ou organisationnelle de l'utilisation de ce dispositif technique à grande échelle. Les enjeux de ces projets sont doubles. Il s'agit à la fois de pérenniser l'activité des grandes zones industrialo-portuaires de l'estuaire de la Seine, mais aussi d'identifier une méthodologie de déploiement de ce dispositif technique reproductible à l'échelle d'autres projets européens. Un imaginaire sociotechnique associé aux technologies de CTSC comme permettant un développement décarboné d'une ZIP apparaît donc chez les parties prenantes de l'Estuaire de la Seine.

En parallèle des projets d'implantation de CO₂ dans l'Axe-Seine, d'autres projets associées à l'utilisation de ces technologies émergent. Cependant, ces derniers privilégient la valorisation du CO₂ capté. L'unité de traitement de déchets de Sédibex sur la zone industrialo-portuaire du Havre développe par exemple dès 2011 un pilote de captage de CO₂ et a pour ambition de revendre ce gaz à d'autres utilisateurs de la ZIP. L'unité d'Air Liquide localisée dans la zone industrialo-portuaire de Notre Dame de Gravenchon fait quant à elle l'objet d'un projet de développement de captage de CO₂ associé à la production d'hydrogène. Ce CO₂ est lui aussi

29. Respectivement Oxyde d'azote et Oxyde de Soufre.

valorisé dans le secteur agroalimentaire.

Au regard de notre analyse, le discours relatif à la valorisation du CO₂ apparaît d'abord à l'échelle de projets locaux dans les récits des parties prenantes du territoire concernant une éventuelle utilisation des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Cependant, la valorisation comme option technique légitime pour les promoteurs de ce dispositif technique apparaît entre 2013 et 2015. L'approche généalogique (FOUCAULT 1972) des discours relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine adoptée dans cette partie permet d'expliquer les conditions d'une légitimation de la valorisation CO₂ comme option technique.

En 2005, les technologies de CTSC deviennent une option technologique majeure parmi les technologies de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elles sont notamment présentées par l'Agence Internationale de l'Énergie comme un dispositif technique indispensable pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. En Europe, ce récit se poursuit jusqu'en 2013. L'Union Européenne dispose en effet d'un système d'échange de quotas de CO₂ mis en place dès 2005³⁰. Ce dernier doit devenir de plus en plus contraignant en limitant le nombre des quotas disponibles sur le marché, et ainsi pousser les industriels à investir dans des technologies de réduction des émissions de CO₂. Cependant suite à la crise économique de 2008, les quotas d'émission de CO₂ disponibles dans le système européen d'échanges des quotas de CO₂ se sont multipliés. Le prix d'une tonne de CO₂ a donc chuté jusqu'à atteindre 3 euros en 2013. Par conséquent, la contrainte censée inciter les industriels à investir dans des technologies propres a disparu. Par ailleurs, un projet européen, le NER 300, dont l'objectif était de financer six démonstrateurs d'échelle industrielle a vu l'ensemble des candidats à ce financement se désister les uns après les autres.

Suite à cette transformation du contexte économique, la valorisation du CO₂ devient une option à part entière, complémentaire du stockage, pour la majorité des promoteurs de ce dispositif technique. Dans les discours de ces derniers, nous avons observé deux stratégies permettant de maintenir le développement des technologies de CTSC. Tout d'abord, les promoteurs des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ affirment en 2015 que réformer la réglementation sur les émissions de gaz à effet de serre est nécessaire pour favoriser l'utilisation des technologies de CTSC. Selon eux, imposer une réglementation contraignante sur les émissions de gaz à effet de serre permettrait une augmentation du prix de la tonne de CO₂ sur le marché européen. Dans ce contexte, l'utilisation des technologies de CTSC deviendrait nécessaire et contribuerait ainsi à résoudre la problématique du réchauffement climatique. Ensuite, la définition d'une stratégie de valorisation des émissions de CO₂ correspond à une modification des finalités de la technologie pour l'intégrer dans un autre cadre économique, celui de l'écologie industrielle. Ces deux stratégies employées par les promoteurs des technologies de CTSC correspondent à leur volonté de définir un réseau sociotechnique stable (LAW 1989). L'enjeu pour les promoteurs des technologies de CTSC est de faire de ce dispositif technique un point de passage obligé (CALLON 1986) dans les démarches d'écologie industrielle ou de lutte contre le réchauffement climatique.

30. Nous ne rediscutons pas ici du fonctionnement du marché carbone évoqué plus précisément dans le manuscrit.

Dans cette dernière partie de notre recherche, les récits des parties prenantes de l’Axe-Seine concernant les technologies de CTSC montrent une orientation privilégiée vers la valorisation du CO₂. L’utilisation des technologies de CTSC est donc davantage envisagée dans le cadre de l’écologie industrielle. Dans l’Axe-Seine cette option reste par ailleurs la seule disponible au regard de l’absence d’une capacité de stockage géologique suffisante dans les aquifères du Bassin Parisien. Au regard de ces différents récits, les promesses technoscientifiques relatives aux technologies de CTSC s’hybrident donc avec l’imaginaire sociotechnique de la « Métropole de l’après Kyoto » défendu par Grumbach.

Conclusion Générale

L'enjeu de cette recherche était de s'interroger sur les futurs potentiels des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans le territoire de l'Axe-Seine. Depuis 2006, ces technologies intéressent les industriels et les décideurs locaux de l'Estuaire de la Seine, un territoire structuré par les industries lourdes fortement émettrices de gaz à effet de serre. Afin d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés par l'Union Européenne, les industriels mais également les territoires dans lesquels sont implantées ces industries devront réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 20% en 2020 et de 50% en 2050 par rapport aux quantités de CO₂ émises dans les années 1990. Les technologies de CTSC font partie des options disponibles pour atteindre ces objectifs. Dans l'Estuaire de la Seine, les industriels et les décideurs locaux ont donc décidé de financer des projets de recherche et développement sur ces technologies et ce travail de thèse est issu de ces financements. La définition d'une recherche en sciences sociales par ces commanditaires était celle d'une recherche *d'acceptabilité sociale* des technologies de CTSC par les populations. Ce présupposé induisait des limites relatives à la possibilité d'observer l'acceptabilité de ce dispositif technique chez les populations de l'Axe-Seine, mais aussi une certaine conception des rapports entre Technique et Société.

Comme nous l'avons observé au cours de cette recherche, les technologies de CTSC sont peu diffusées dans l'Axe-Seine et restent donc méconnues des populations. Or, ambitionner d'observer l'acceptabilité sociale des populations d'un dispositif dont l'existence effective est limitée semble relativement complexe. Les technologies méconnues sont perçues comme plus risquées que les dispositifs techniques connus. Slovic (SLOVIC 1987) dans un article sur la perception des risques par les populations rappelle les caractéristiques de l'approche psychométrique du risque. Les chercheurs mobilisant ce type d'approche interrogent les populations sur de nombreux types d'activités à risque. Par un traitement statistique multidimensionnel ils montrent ensuite les oppositions entre les activités perçues comme présentant le plus de risques et celles perçues comme les moins risquées. Dans cet article Slovic montre donc notamment que les risques relatifs à l'utilisation de la voiture sont perçus comme moindres par rapport à ceux relatifs à l'avion ou aux centrales nucléaires, car les populations ont un contrôle direct sur le fait de prendre leur voiture ou non. Analyser ainsi les technologies de CTSC dans l'Axe-Seine conduirait donc probablement à surestimer les risques associés par les populations à ce dispositif technique. Par ailleurs, comme le montrent Nadaï et Labussière (NADAÏ et LABUSSIÈRE 2010) les opinions relatives aux technologies qui ne font pas encore l'objet d'une implantation effective sont instables. Selon eux, les enjeux soulevés par un dispositif technique se révèlent lors de l'implantation de ces technologies au cours du débat.

Envisager les technologies de CTSC dans l’Axe-Seine sous l’angle de *l’acceptabilité sociale* pose également une autre limite d’ordre théorique. En effet, le terme *d’acceptabilité sociale* présuppose une autonomie de l’activité technique vis-à-vis d’enjeux sociaux économiques ou politiques. Un dispositif technique défini par les chercheurs et les ingénieurs comme techniquement abouti devrait donc logiquement être accepté socialement si son fonctionnement et sa finalité sont expliqués convenablement, réduisant ainsi à l’irrationalité ou l’incompréhension les réactions d’opposition des populations. Cependant, depuis les années 1980, les travaux de sociologie des sciences et des techniques ont montré que dimensions sociales, économiques et politiques occupent une place non négligeable au sein des pratiques scientifiques et techniques (CALLON 1979, LATOUR 1992). Ces travaux de recherche en sciences sociales soulignent le fait que les scientifiques et les ingénieurs imaginent des mondes possibles pour leurs dispositifs techniques ou l’application de leurs découvertes scientifiques. Ces scientifiques et ces ingénieurs cherchent à mettre en application ces connaissances ou ces dispositifs techniques (AKRICH 1987). Par ailleurs, ces travaux de sociologie des sciences et des techniques montrent aussi que les sociétés elles-mêmes ne pouvaient pas penser leur rapport au monde sans les connaissances produites par les sciences et les techniques (JASANOFF 2004). Dès lors, envisager les technologies de CTSC dans l’Axe-Seine sous l’angle de l’acceptabilité sociale des populations semblait peu pertinent dans le cadre d’une recherche en sciences sociales. Nous avons donc choisi de nous interroger sur les futurs potentiels des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine. S’interroger ainsi sur les technologies de CTSC dans l’Axe-Seine répondait à l’interrogation de notre commanditaire sans pour autant rencontrer les limites relatives à la notion d’*acceptabilité sociale*.

Envisager les futurs potentiels d’un dispositif technique dans l’Axe-Seine soulevait cependant d’autres enjeux. Comme le souligne Adam (ADAM 2004), les sciences sociales ne disposent pas des concepts pour observer ce qui n’est pas encore là. Pour autant, comme l’affirme Giddens les sociétés modernes sont orientées vers le futur. Elles l’envisagent comme une abstraction temporelle qu’il est nécessaire de coloniser pour le contrôler (GIDDENS 1999). Ainsi les pratiques sociales et institutionnelles du temps présent sont orientées vers cette colonisation du futur. Dans le champ des sciences sociales des techniques, cette question du futur des technologies a également été abordée par de nombreux chercheurs (BROWN et MICHAEL 2003). Selon ces chercheurs, la question du futur est particulièrement présente dans le champ des sciences et des techniques qui est toujours à la recherche d’une innovation de rupture. Pour analyser cette orientation vers le futur des porteurs de projets techniques, ces chercheurs en sciences sociales (DEUTEN et RIP 2000, VAN LENTE 2000) se sont intéressés aux récits et aux métaphores associées aux capacités attendues de ces dispositifs techniques : les promesses technoscientifiques. Dans le cadre de notre recherche nous nous sommes également interrogés sur les récits associés aux technologies de CTSC par leurs promoteurs. Cependant pour comprendre les futurs potentiels des technologies de CTSC sur le territoire de l’Axe-Seine, analyser les récits relatifs aux technologies de CTSC ne répondait qu’à une partie de la problématique. Nous interroger sur les dynamiques socio-spatiales actuelles de l’Axe-Seine, mais aussi sur les projections des décideurs de ce territoire vers l’avenir, médiatisé par des dispositifs techniques semblait décisif.

Comme nous l'avons déjà souligné en nous référant aux travaux de sociologie des sciences et des techniques, dispositifs techniques et territoires s'entre-définissent. Par ailleurs, les décideurs politiques locaux ou régionaux orientent également les politiques de recherche pour favoriser un avenir du territoire défini comme désirable. Dans cette recherche, nous avons donc analysé les dynamiques socio-spatiales qui nous semblaient pertinentes dans l'éventualité d'une implantation des technologies de CTSC. Pour identifier ces dynamiques nous nous sommes référés à d'autres cas d'implantations des technologies de CTSC, mais aussi aux caractéristiques territoriales de l'Axe-Seine susceptibles de favoriser ou de contraindre l'implantation des technologies de CTSC. Nous nous sommes par exemple intéressés aux précédents conflits d'usage et aux enjeux qu'ils ont soulevés sur les territoires concernés, à la démographie du territoire, aux perceptions des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine ou encore à la présence de zones naturelles protégées ou d'appellations d'origine contrôlée susceptibles d'entraîner l'opposition des populations locales face à un tel projet technique. Concernant les projections de l'Axe-Seine vers l'avenir médiatisées par les dispositifs techniques, nous avons dans cette recherche mobilisé le concept d'imaginaire sociotechnique tel que le définissent Jasanoff et Kim (JASANOFF et KIM 2009, JASANOFF et KIM 2015). Si l'on synthétise la définition que donnent ces chercheurs de ce concept, les imaginaires sociotechniques sont des futurs désirables collectivement définis et atteignables par la réalisation de projets scientifiques et/ou techniques. Dans le cadre de notre recherche, nous nous sommes interrogés sur ces futurs désirables collectivement définis dans l'Axe-Seine et sur la place occupée par les technologies de CTSC dans la définition de ces futurs désirables.

Au regard de notre question de recherche relative aux futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine et des éléments conceptuels détaillés ici, nous avons défini dans ce travail la problématique suivante. Selon nous, les futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine sont le produit d'une hybridation entre les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques défendus sur un territoire. Ces promesses et ces imaginaires sont par ailleurs influencées par les dynamiques socio-spatiales d'un territoire. Ces dernières seront en retour influencés par les promesses technoscientifiques et les imaginaires sociotechniques au cours du processus d'innovation.

Cette problématique nous a conduit dans notre recherche à proposer plusieurs hypothèses. Nous estimions tout d'abord que l'appartenance sociale des parties prenantes de l'Axe-Seine et des porteurs des projets de CTSC avaient une influence sur les promesses technoscientifiques ainsi que les imaginaires sociotechniques associés aux technologies de CTSC (H1). Nous supposons ensuite que ces promesses technoscientifiques et ces imaginaires sociotechniques étaient susceptibles de varier au cours du temps (H2). Comme le soulignent par exemple Brown et Michael à l'égard des promesses technoscientifiques, le degré de nouveauté d'une innovation, les incertitudes organisationnelles qui entourent cette dernière, ainsi que la stabilité du réseau sociotechnique défini par les chercheurs peuvent évoluer au cours du temps (BROWN et MICHAEL 2003). Ensuite, nous estimions que l'hybridation entre des promesses technoscientifiques associées au CTSC dans l'Axe-Seine et les imaginaires sociotechniques présents sur cet espace

était conditionnée par la crédibilité des promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC (H3). Par exemple, l'absence de la réalisation de projets de CTSC de grande envergure à moyen terme était susceptible d'écarter cette option technologique des imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine. Enfin, nous considérons les imaginaires sociotechniques et les promesses technoscientifiques en interaction avec les dynamiques socio-spatiales (H4). Nous estimons par exemple que les configurations territoriales, tant du point de vue démographique que des spécificités naturelles ou économiques du territoire conduisaient à une appréhension différenciée des technologies de CTSC et des attentes qui y étaient associées. Une zone géographique concentrant de nombreuses industries lourdes aurait par exemple davantage intérêt à développer les technologies de CTSC qu'un territoire où ce type d'industrie est peu présent. Ajoutons aussi que selon nous, les imaginaires sociotechniques varient aussi dans le temps et dans l'espace. Ces derniers s'appuient en effet sur la crédibilité des options technologiques disponibles mais aussi sur les représentations plus globales d'un futur désirable pour le territoire. Ainsi les configurations territoriales ont-elles une incidence sur la définition de ces imaginaires sociotechniques.

Pour comprendre les dynamiques socio-spatiales, nous avons mobilisé à la fois des bases de données spatialisées, mais aussi documents réglementaires comme les schémas d'aménagement ou les chartes des Parcs Naturels Régionaux de l'Axe-Seine. L'analyse de ces différentes sources documentaires nous a permis de modéliser graphiquement les principales dynamiques spatiales grâce à la chorématique. Ainsi avons-nous pu localiser les espaces potentiellement favorables ou au contraire, potentiellement opposés au regard d'une implantation des technologies de CTSC. Pour identifier ces promesses technoscientifiques et ces imaginaires sociotechniques nous nous sommes appuyés sur des matériaux de multiples natures (articles scientifiques, actes de colloques, articles de la presse locale, entretiens) dans lesquels les scientifiques et les autres parties prenantes de l'Axe-Seine exprimaient leurs visions relatives aux technologies de CTSC. Pour analyser ces propos, nous nous sommes inspirés des travaux de Ricoeur et son concept de *mise en intrigue*. Pour Ricoeur (RICOEUR 1984) la mise en intrigue correspond à l'intégration dans une histoire une et unique d'éléments hétérogènes (Op. cit., p. 18-19). Cette conception du récit comme mise en intrigue est notamment prolongée par certaines approches mobilisées en Sciences Politiques. Pour Radaelli (RADAELLI 2000), ces récits sont liés à la définition d'une politique publique qui prend la forme d'histoires causales. Ces récits sont construits de façon chronologique. Ils commencent dans le passé, en présentant l'origine de l'action politique à mener, décrivent le présent (temps de l'action politique), et se poursuivent dans le futur projeté (où l'action aura eu des effets sur la situation). Comme l'affirme également Radaelli, ces récits permettent de stabiliser les hypothèses nécessaires à l'action dans le cadre d'un futur complexe et incertain (Op. cit., p. 257-258). Dans le cadre de notre recherche, l'analyse de ces récits nous a permis d'identifier les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC et les imaginaires sociotechniques concernant le futur de l'Axe-Seine et donc les hybridations entre ces deux dimensions de notre modèle d'analyse. Pour répondre à ces hypothèses, nous avons

structuré notre argumentation en trois parties.

Avant de comprendre les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, nous nous sommes interrogés sur les promesses initiales associées à ces technologies et à leur transformation au cours du temps, suite à des expérimentations de ce dispositif technique menées dans d'autres pays. Ainsi souhaitons-nous à la fois identifier des promesses technoscientifiques fréquemment associées à ces technologies, mais aussi des imaginaires socio-techniques relatifs à ce dispositif technique. Dans cette première partie de notre réflexion, nous avons donc observé qu'une des promesses initiales des technologies de CTSC était la possibilité de réduire les émissions de gaz à effet de serre en conservant l'organisation socio-économique inchangée (MARCHETTI 1977). Initialement, le CO₂ devait être stocké au fond de l'océan pour se dissoudre progressivement dans la colonne d'eau. Cependant, les premières expérimentations d'un tel dispositif sur l'île de Kona dans l'Archipel d'Hawaï a entraîné une opposition de la part des populations locale à un tel projet en raison des incertitudes scientifiques relatives à l'impact du CO₂ sur la faune et la flore maritime. Le stockage océanique initialement envisagé a donc été remplacé par un stockage géologique du CO₂ dans des nappes d'eau souterraines saturées en sel (*les aquifères salins*), les réservoirs d'hydrocarbures en fin d'exploitation et les veines de charbon inexploitable. Toutefois, certaines expérimentations de stockage géologique du CO₂ ont également révélé des oppositions. Aux Pays-Bas, un projet de stockage géologique de CO₂ dans la zone urbaine de *Barendrecht*, une ville de 40 000 habitants située au sud de Rotterdam, a finalement été annulé, suite à l'opposition des habitants, inquiets pour les risques sanitaires associés à un stockage géologique de CO₂.

Dans le déploiement des technologies de CTSC, la Norvège et le Royaume-Uni semblaient cependant se distinguer. La Norvège expérimente ces technologies depuis 1996 sur une plateforme d'exploitation d'hydrocarbures offshore. Par ailleurs comme nous l'avons observé, il existait en 2007 un soutien du gouvernement norvégien à un déploiement à grande échelle du captage, transport et stockage du CO₂, comparant cet enjeu à la conquête de l'espace par les Etats-Unis. Une telle métaphore illustre donc l'imaginaire sociotechnique associé à ces technologies. Ces dernières sont associées à un futur désirable d'une Norvège qui conforte son développement économique lié à l'exploitation des hydrocarbures tout en limitant ses impacts sur l'environnement. Toutefois, comme nous l'avons observé, cette utilisation idéale du dispositif technique a selon certaines ONG de protection de l'environnement été détournée de son objectif initial pour favoriser la récupération assistée d'hydrocarbures, ou l'ouverture de l'exploitation des réserves d'hydrocarbures en Arctique. L'imaginaire sociotechnique lié aux technologies de CTSC est donc dans la pratique mis à l'épreuve.

Au Royaume-Uni, un des enjeux liés aux technologies de CTSC était également d'occuper une place de leader dans le développement de ce dispositif technique, mais aussi d'atténuer les impacts environnementaux de son système de production énergétique dominé par les combustibles fossiles (39% Charbon et 40% gaz). Le gouvernement britannique avait donc lancé dès 2007 un appel à financement d'un milliard de livres sterling pour développer des pilotes de démonstration d'échelle industrielle. Toutefois, en raison du manque de clarté dans la définition

des critères permettant d'obtenir le financement, cette initiative n'a pas permis le financement d'un pilote d'échelle industrielle. En revanche, elle a donné lieu à la structuration d'une communauté scientifique et à un soutien politique du gouvernement écossais à ce dispositif technique. L'Écosse a en effet créé un institut de recherche sur les technologies de CTSC mais aussi envisagé une adaptation des réglementations pour implanter ce dispositif technique. Le gouvernement écossais voit dans cette innovation une opportunité de développement local pour un état du Royaume-Uni fortement touché par le chômage (12% contre 8% en moyenne pour le reste du Royaume-Uni). L'Écosse veut devenir leader du Royaume-Uni sur le développement des énergies décarbonées, mais aussi un Hub dans le stockage nord européen du CO₂. L'imaginaire sociotechnique associé aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ est donc en Écosse fortement associé à l'idée d'un développement local. Ces différences d'imaginaires sociotechniques associés aux technologies de CTSC entre le Royaume-Uni et l'Écosse s'ajoutent aux tensions liées à la volonté d'indépendance de cette dernière. L'indépendance énergétique décarbonée devenant la clé d'une indépendance politique.

Cette première partie de notre recherche illustre qu'au-delà de la limitation des impacts relatifs aux émissions de gaz à effet de serre des industries, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ sont véritablement associées à la construction d'un territoire. Cette analyse laisse supposer que ces technologies contribueront également à la construction de l'Axe-Seine comme territoire. Cependant, l'absence de projet concret à grande échelle nous a amené dans un premier temps à décrire ce territoire et les projections vers le futur des acteurs de ce territoire, avant de nous intéresser dans un second temps aux récits relatifs aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Comme le montrent la sociologie ou la philosophie des sciences et des techniques (AKRICH 1987, SIMONDON 2012) mais aussi la première partie de ce travail de thèse, dispositifs techniques et territoires s'entredéfinissent. Les travaux de sociologie des sciences et des techniques montrent notamment que les promoteurs d'une technologie doivent parvenir à construire et stabiliser un réseau sociotechnique composé d'entités hétérogènes pour lui donner une existence effective (HUGHES 1987, LAW 1989). Ainsi, décrire ces dynamiques socio-spatiales et les scénarisations futures de l'Axe-Seine nous a permis d'identifier une partie des entités potentielles à intégrer à ce réseau sociotechnique.

L'analyse des schémas d'aménagement du territoire de l'Axe-Seine ainsi que du projet d'Aménagement de ce territoire défendu par Grumbach, nous ont permis de dégager des dynamiques relatives au futur de l'Axe-Seine concernant le futur du territoire sur le plan de la réduction des impacts environnementaux. L'objectif du projet Grumbach est de faire de la vallée de la Seine la « métropole de l'après Kyoto ». Cette utopie est guidée par la minimisation des impacts environnementaux de cette métropole. Elle s'appuie sur les principes de l'écologie industrielle, mais aussi sur les propos de Rifkin (RIFKIN, F. CHEMLA et P. CHEMLA 2012) où chacun serait à la fois producteur et consommateur d'énergie. Notre analyse des Schémas Régionaux, Climat, Air, Énergie souligne elle aussi la volonté de développer l'écologie industrielle dans les régions impliquées dans le projet d'Axe-Seine (Normandie et Île-de-France), pour réduire les impacts environnementaux de ces territoires. Ces deux principes semblent *a priori* en contradiction

avec le projet de société associé aux technologies de CTSC qui propose un maintien de l'organisation socio-économique actuelle (IPCC 2005b). Une hybridation de l'utopie d'un futur de l'Axe-Seine basé sur l'écologie industrielle avec le projet de société intriqué dans les technologies de CTSC semble donc décisive pour une implantation effective de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine.

Les analyses réalisées dans le quatrième chapitre avaient pour objectifs de préciser les dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine, susceptibles d'être convergentes ou au contraire en contradiction avec une éventuelle implantation des technologies de CTSC. Ici, nous nous sommes appuyés sur la littérature relative aux conflits d'usage (SUBRA 2014, BORRAZ 2008) pour identifier des espaces géographiques potentiellement plus favorables ou au contraire opposés à une implantation d'un tel dispositif technique. Dans ce chapitre, nous avons donc à la fois analysé la structure sociodémographique de l'Axe-Seine, l'opinion des populations sur l'idée d'une utilisation des technologies de CTSC, l'emprise spatiale des zones naturelles protégées, mais aussi de précédents conflits d'usage. Ces différentes analyses montrent l'importance de l'emprise spatiale des zones naturelles protégées dans l'Axe-Seine. Cette dimension risque donc de soulever des débats relatifs aux éventuels impacts environnementaux des technologies de CTSC. La protection de l'environnement est notamment évoquée à de nombreuses reprises dans les débats publics analysés. D'autre part, bien que l'analyse des opinions des populations concernant l'idée d'une éventuelle utilisation de ces technologies dans l'Axe-Seine illustre une relative confiance vis-à-vis des technologies de CTSC, la structure sociodémographique de l'Axe-Seine laisse envisager davantage d'oppositions en amont de l'Axe, en Île-de-France. La caractéristique de cet espace est la périurbanité où les classes moyennes résident. Or, comme l'affirme Borraz (BORRAZ 2008), les espaces périurbains sont ceux dans lesquels les controverses relatives à des projets techniques sont les plus probables car ces projets introduisent une rupture et des incertitudes par rapport à l'univers quotidien. L'analyse des conflits d'usage en Île-de-France montre aussi la difficulté des acteurs à réaliser des projets d'aménagement qui pour certains relèvent de l'intérêt général. Ajoutons enfin que stocker du CO₂ en Île-de-France renverserait les rapports de force entre les territoires (SUBRA 2014). Comme l'ont souligné nos interlocuteurs franciliens lors des entretiens, l'Île-de-France rejette ses déchets ou ses infrastructures polluantes hors de son territoire. Or, un stockage géologique du CO₂ correspond au type d'infrastructure potentiellement rejeté en Île-de-France. Ainsi, implanter un dispositif de captage, transport et stockage du CO₂ serait *a priori* plus complexe en Île-de-France.

Pour préciser cette potentielle implantation des technologies dans l'Axe-Seine, analyser les promesses technoscientifiques associées aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine et les imaginaires sociotechniques défendus dans l'Axe-Seine est impératif. Les promesses technoscientifiques représentent les prémices de la construction du réseau sociotechnique du captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine. Les imaginaires sociotechniques sont quant à eux des futurs désirables collectivement définis et défendus et atteignables par le soutien à un projet scientifique et/ou technique. En croisant l'analyse de ces imaginaires dans l'Axe-Seine avec l'analyse des promesses technoscientifiques associées à

ces technologies, nous avons pu observer la place occupée par ce dispositif technique au sein des imaginaires sociotechniques de l'Axe-Seine, mais aussi les éventuelles hybridations entre ces imaginaires sociotechniques et les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC. La troisième partie de notre recherche est consacrée à l'analyse de ces promesses technoscientifiques et de ces imaginaires sociotechniques.

Dans l'Axe-Seine les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC ne sont pas homogènes tout au long de l'axe. L'intérêt pour ces technologies semble très faible en Basse-Normandie où ces technologies sont abordées dans la presse de façon générale. En Île-de-France, ce dispositif technique est essentiellement envisagé dans le cadre d'un projet de démonstration de captage, transport et stockage de CO₂ dans un centre de traitement de déchets géré par Véolia à Claye-Souilly. La promesse technoscientifique associée à ce projet par les porteurs de ce dispositif technique est essentiellement économique. L'objectif poursuivi par les porteurs de ce projet est d'améliorer la rentabilité de ce dispositif technique, afin de devenir leader sur ce marché technique. En revanche, l'éventuelle utilisation de ces technologies rencontre une opposition des populations locales. Ces dernières considéraient en effet que le territoire subissait déjà les impacts environnementaux des activités économiques, les technologies de CTSC constitueraient donc une nouvelle source de nuisances. Toutefois, comme nous l'avons observé, cette controverse reste relativement restreinte.

Dans l'estuaire de la Seine, les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC sont plus grandes. En 2006, ces technologies sont associées à l'implantation de deux centrales à charbon sur la Zone Industriale-Portuaire de l'Estuaire de la Seine, avec pour objectif à moyen terme, de capter les émissions de CO₂ de ces centrales et de parvenir à l'idéal du « Charbon Propre ». Cependant, ces projets de centrales à charbon propre n'ont pas vu le jour. D'une part, les associations locales de défense de l'environnement ont contesté ces projets en insistant sur les nuisances sanitaires que représenteraient ces nouveaux projets de centrales à charbon, pour une population dont la santé était déjà affectée par les industries actuellement implantées. D'autre part, les promesses initialement associées aux technologies de CTSC étaient irréalisables à moyen terme. Le développement de ces technologies à l'échelle commerciale semblait plus long que celui initialement anticipé. A partir de l'année 2009, ces technologies font donc de nouveau l'objet de recherches, soutenues par les décideurs locaux. Ces derniers créent une chaire industrielle, la chaire CO₂, dont l'objectif est de développer le champ des connaissances relatif aux technologies de CTSC en étudiant ce dispositif technique de façon pluridisciplinaire. En soutenant ces recherches, les parties prenantes de l'Estuaire de la Seine définissent un imaginaire sociotechnique associé aux technologies de CTSC. En mobilisant ce dispositif technique, il sera selon eux possible de garantir l'attractivité de la ZIP de l'Estuaire de la Seine dans un contexte réglementaire où ce facteur est susceptible de devenir un facteur critique dans la concurrence entre les places portuaires nord-européennes. Par ailleurs, la capacité de capter et transporter du CO₂ est elle aussi susceptible de créer de nouveaux trafics pour la place portuaire du Havre. A partir de 2013 cet imaginaire sociotechnique défendu par les décideurs de l'Estuaire de la Seine évolue. Les promesses technoscientifiques susceptibles de concrétiser le développement

commercial des technologies de CTSC sont une nouvelle fois repoussées. En 2013, un appel à financement européen (NER 300) dont l'objectif était de participer à la mise en place de 12 démonstrateurs de captage, transport et stockage du CO₂ d'échelle industrielle s'est révélé infructueux. Aucun des projets initialement retenus n'est parvenu à son terme. Cet appel à projet avait suscité de grandes attentes dans la communauté des développeurs des technologies de CTSC. Ces attentes ayant été déçues, les options de valorisation du CO₂ initialement écartées ont donc été réintroduites. Par ailleurs, l'éventualité d'un stockage géologique de CO₂ en Île-de-France semble compromise au regard de la taille trop réduite des réservoirs identifiés. Ces derniers n'étant pas susceptibles de stocker plus de 40 années d'émissions de CO₂ pour les ZIP du Havre et de Port-Jérôme.

Dès lors, les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC comme les imaginaires sociotechniques de l'estuaire de la Seine et de l'Axe-Seine se modifient. Pour poursuivre le développement des technologies de CTSC, les promoteurs de ce dispositif technique proposent par exemple d'associer les technologies de captage et de transport du CO₂ aux énergies renouvelables intermittentes, afin de stocker l'énergie non utilisée par électrolyse de l'eau et du CO₂ donnant ainsi lieu à la production d'un hydrocarbure de synthèse. Des options d'utilisation du CO₂ dans la chimie, la production d'hydrogène décarboné ou encore l'utilisation des technologies de captage, transport et valorisation du CO₂ au service de l'écologie industrielle sont également explorées. Ces dernières options trouvent un écho particulier auprès des parties prenantes de l'Axe-Seine. L'imaginaire sociotechnique présent sur ce territoire dès le projet Grumbach en 2008 (GRUMBACH 2009) repose en effet sur l'écologie industrielle et l'économie de l'hydrogène défendue par Rifkin (RIFKIN 2002). Par ailleurs, des initiatives de développement de l'écologie industrielle existent dans l'Axe-Seine. Le territoire de l'Estuaire de la Seine a par exemple créé une association d'écologie industrielle pour développer ces initiatives sur son territoire et le territoire de la Seine Avale Île-de-France a recensé dans son territoire l'existence d'une filière d'éco-industries, spécialisées sur le recyclage des déchets.

L'hybridation entre les imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine et les promesses technoscientifiques associées aux technologies de CTSC est par exemple effective dans l'Estuaire de la Seine. Dès 2013, un nouveau projet de Recherche & Développement lancé sur la ZIP de l'Estuaire de la Seine en partenariat avec des chercheurs de Saclay a pour objectif la réalisation d'un Eco-Parc, associant aux questions de gestion d'énergie et de matériaux la problématique de l'utilisation du CO₂.

Au regard de l'objectif poursuivi dans cette recherche d'identification des futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, les résultats brièvement rappelés ici montrent que l'écologie industrielle et la nouvelle chimie semblent les deux options les plus probables d'une utilisation de ces technologies. Les promesses technoscientifiques d'un développement des technologies de CTSC à grande échelle ne se sont pas révélées crédibles et peu de démonstrateurs de taille industrielles existent à ce jour en Europe. Par ailleurs, les promesses technoscientifiques associées à un stockage de CO₂ dans l'Axe-Seine ont, elles aussi, perdu leur crédibilité lorsque les recherches scientifiques ont révélé la faible capacité des réservoirs de stockage géologique

d'Île-de-France. Ainsi les imaginaires sociotechniques intégrant les technologies de CTSC ont-ils été relégués au second plan. Par la suite, les imaginaires sociotechniques associés à l'écologie industrielle ont donc pris le premier plan parmi les décideurs locaux de l'Axe-Seine. Pour poursuivre le développement des technologies de CTSC, les promoteurs de ce dispositif technique, à la fois en raison d'une évolution globale de ces technologies et de l'absence d'une réglementation sur le carbone, ont mis en cohérence les promesses technoscientifiques relatives aux technologies de CTSC avec l'imaginaire sociotechnique de l'Axe-Seine basé sur le développement de l'écologie industrielle.

Au terme de cette recherche, revenons maintenant sur les apports de ce travail de thèse et les perspectives qu'il ouvre. La commande à laquelle cette recherche avait pour ambition de répondre était celle d'une étude *d'acceptabilité sociale* des populations de l'Axe-Seine concernant les technologies de CTSC. L'interprétation de cette demande sociale nous a permis de comprendre que l'ambition de nos commanditaires était de comprendre la possibilité d'une implantation future de ce dispositif technique dans un territoire délimité : l'Axe-Seine. En décrivant, les promesses technoscientifiques relatives à ces technologies, mais aussi les imaginaires sociotechniques et les dynamiques socio-spatiales nous avons élargi cette réflexion relative aux futurs potentiels des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. En identifiant ces prémices de la construction du réseau sociotechnique des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine, nous avons d'une part montré que l'implantation de ces technologies de CTSC n'était pas en premier lieu limité par l'acceptabilité sociale des populations, mais davantage par une disponibilité de ces technologies et une crédibilité de la solution qu'elles étaient susceptibles d'apporter. Cette observation est d'ailleurs convergente avec les travaux menés par Markusson et al. (MARKUSSON, ISHII et J. STEPHENS 2012) qui eux aussi observent un phénomène similaire à propos d'autres projets de CTSC au Royaume-Uni ou en Europe du Nord. Par ailleurs, l'analyse des hybridations entre promesses technoscientifiques et imaginaires sociotechniques présents dans l'Axe-Seine, nous a aussi permis d'esquisser le réseau sociotechnique des technologies de CTSC qui dans le territoire de l'Axe-Seine, semble associé aux opérations d'écologie industrielle. Une future implantation effective de ces technologies aurait donc très probablement cette finalité. Répondre ainsi à une commande relative à l'acceptabilité sociale d'un dispositif technique sur un territoire défini, nous permettait d'éviter les écueils des études d'acceptabilité sociale, tout en répondant à la demande des commanditaires. Dans ce travail de thèse, l'analyse des hybridations entre les promesses technoscientifiques, les imaginaires sociotechniques tous deux en interaction avec des dynamiques socio-spatiales, esquisse à grands traits le futur des technologies de CTSC dans l'Axe-Seine. Si ces technologies étaient effectivement implantées dans l'Axe-Seine, les résultats de notre recherche seraient probablement utilisés par nos commanditaires. Ainsi, bien que le propos de ce travail de thèse ne soit pas de scénariser le futur des technologies de CTSC, les analyses qui y sont développées sont néanmoins susceptibles de contribuer à des exercices de scénarisation du déploiement de ces technologies. Par l'exploration des récits associés aux technologies de CTSC et au Futur du territoire cette recherche est susceptible d'avoir une influence sur la conception de ce dispositif technique dans l'Axe-Seine.

Ajoutons enfin que la méthodologie développée dans cette recherche peut selon nous potentiellement être réemployée afin d'étudier d'autres dispositifs techniques. Dans l'Axe-Seine nous pourrions par exemple nous intéresser aux imaginaires sociotechniques associés au déploiement de l'éolien offshore qui lui aussi fait l'objet d'un fort investissement de la part des acteurs locaux et régionaux de l'Axe-Seine. Une telle recherche pourrait également nous permettre d'identifier les rapprochements opérés par les porteurs des technologies de CTSC relatifs au stockage de l'énergie mobilisant une opération de catalyse de l'eau et du CO₂.

Bibliographie

Acceptabilité Sociale des technologies

- DAVIS, F. (1987), *User acceptance of information systems : the technology acceptance model*, Ann Arbor : University of Michigan.
- GRAVÉ, P. et JOLY, O. (2009), *Étude de l'acceptabilité sociale de mise en œuvre d'un site expérimental de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'estuaire de la Seine*. rapport de recherche, Ademe, 260 p.
- GROSS, C. (2007), « Community perspectives of wind energy in Australia : The application of a justice and community fairness to increase social acceptance », in : *Energy Policy* 35, p. 2727–2736.
- HUIJTS, N. (2003), « Public Perceptions of Carbon Dioxide Storage, The rôle of trust and affect in attitude formation », Mémoire de master, Eindhoven University of Technology, non publié.
- (2007), « Social Acceptance of Carbon Dioxide Storage », in : *Energy Policy* 35, p. 2780–2789.
- ITAOKA, K. et al. (2009), « Influential information and factors for social acceptance of CCS : The 2nd round survey of public opinion in Japan », in : *Energy Procedia*, Greenhouse Gas Control Technologies 9 Proceedings of the 9th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-9), 16–20 November 2008, Washington DC, USA 1.1, p. 4803–4810, ISSN : 1876-6102, DOI : 10.1016/j.egypro.2009.02.307, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610209009503> (visité le 02/01/2015).
- L'acceptabilité sociale des technologies* (2009), URL : http://ens.univ-rennes1.fr/dess-dri/site/forum/fichier/5%5C_acceptabilite%5C_%20Alain%5C_Somat.pdf (visité le 10/12/2010).
- NIELSEN, J. (1993), *Usability Engineering*, Burlington : Morgan Kaufman.
- REINER, D., CURRY, T. et FIGUEIRDO, M. de (2006), « An international Comparison of Public Attitudes towards Carbon Capture and Storage Technologies », in : *8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies*, 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, sous la dir. de GHGT, Trondheim Norway.
- SINGLETON, G. (2007), « Geologic Storage of Carbon Dioxide : Risk Analysis and Implication for Public Acceptance », Master Thesis, Cambridge MA : Massachusetts Institute of Technology, Unpublished.
- SLOVIC, P. (1987), « Perception of Risk », in : *Science* 236 (4799), p. 280–285.

- TOKUSHIGE, K., AKIMOTO, K. et TOMODA, T. (2007), « Public perceptions on the acceptance of geological storage of carbon dioxide and information influencing the acceptance », in : *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies GHGT-8 1.1, p. 101–112, ISSN : 1750-5836, DOI : 10.1016/S1750-5836(07)00020-5, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583607000205> (visité le 02/01/2015).
- WUSTENHAGEN, R., WOLSINK, M. et BURER, M. J. (2007), « Social Acceptance : an Introduction to the concept », in : *Energy Policy* 35, p. 2683–2691.
- YASUSHI, M., MAKOTO, N. et TETSUNARI, I. (2007), « The rise of community wind power in Japan : Enhanced acceptance through social innovation », in : *Energy Policy* 35.5, p. 2761–2769, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421506004897>.

Prospective et sociologie du Futur

- ADAM, B. (2004), « Towards a New Sociology of the Future », URL : <http://www.cardiff.ac.uk/socsi/futures/newsociologyofthefuture.pdf>.
- BELL, W. et MAU, J. (1971), *The Sociology of the Future. Theory, Cases, and Annotated Bibliography*, sous la dir. de W. BELL, sous la dir. de J. MAU, New York : Russell Sage Foundation.
- DE JOUVENEL, H. (2004), *Invitation à la prospective*, Perspectives, Paris : futuribles.
- GIDDENS, A. (1999), « Lecture 2 – Risk – Hong-Kong », in : *Runaway World - Reith Lecture*, sous la dir. de BBC4, URL : <http://www.bbc.co.uk/radio4/reith1999/lecture2.shtml> (visité le 16/03/2016).
- JASANOFF, S. et KIM, S. (2009), « Containing the Atom : Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea », in : *Minerva* 47, p. 119–146.
- (2015), *Dreamscapes of Modernity, Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*, Chicago : The University of Chicago Press.
- JULIEN, P., LAMONDE, P. et LATOUCHE, D. (1975), *La Méthode des Scénarios, une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective*, Travaux et Recherches de Prospective, Paris : La documentation française.
- MERMET, L. (2004), « Prospective : un objet d'étude pour les SIC », in : *Hermès, La Revue* 38.1, p. 207–214.
- VAN LENTE, H. (2000), « Forceful Futures : From Promise to Requirement », in : BROWN, N., RAPPERT, B. et WEBSTER, A., *Contested Futures, A sociology of prospective techno-science*, Aldershot : Ashgate, chap. 3, p. 43–63.
- (2012), « Navigating foresight in a sea of expectations : lessons from the sociology of expectations », in : *Technology Analysis & Strategic Management* 24.8, p. 769–782.
- VANIER, M. (2009), « Le choix d'une prospective », in : *Territoires2040 1 : aménager le changement*, p. 27–31, URL : <http://territoires2040.datar.gouv.fr/spip.php?article5> (visité le 16/03/2016).

Sociologie des sciences et des techniques

- AKRICH, M. (1987), « Comment décrire les objets techniques ? », in : *Techniques & culture* 9, p. 49–64.
- (1989), « La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques », in : *Anthropologie et Sociétés* 13.2, p. 31–54, URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00005842> (visité le 18/06/2015).
- BARTHE, Y. (2006), *Le pouvoir de l'indécision, La mise en politique des déchets nucléaires*, Paris : Economica.
- BIJKER, W., HUGHES, T. et PINCH, T. (1989), *The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge MA : The MIT Press.
- BORUP, M. et al. (2006), « The Sociology of Expectations in Sciences and Technology », in : *Technology Analysis & Strategic Management* 18.3/4, p. 285–298.
- BROWN, N. et MICHAEL, M. (2003), « A sociology of expectation : Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects », in : *Technology Analysis and Strategic Management* 15, p. 3–18.
- CALLON, M. (1979), « L'État face à l'innovation technique : le cas du véhicule électrique », in : *Revue française de science politique* 29.3, p. 426–447.
- (1986), « Éléments pour une sociologie de la traduction, La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », in : *L'année sociologique* 36, p. 169–208.
- (1987), « Society in the Making : The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis », in : *The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology*, sous la dir. de W. BIJKER, T. HUGHES et T. PINCH, Cambridge MA : The MIT Press, p. 77–97.
- (1998), « An essay on framing and overflowing : economic revisited by sociology », in : *The Laws of the Markets*, sous la dir. de M. CALLON, Malden MA : Blackwell, p. 244–269.
- CALLON, M., LASCOUMES, P. et BARTHE, Y. (2001), *Agir dans un monde incertain, essai sur la démocratie technique*, Points, Paris.
- DEUTEN, J. et RIP, A. (2000), « The Narrative Shaping of a Product Creation Process. », in : BROWN, N., RAPPERT, B. et WEBSTER, A., *Contested Futures, A sociology of prospective techno-science*, Aldershot : Ashgate, chap. 4, p. 65–86.
- HANSSON, A. (2012), « Colonizing the future », in : MARKUSSON, N., SHACKLEY, S. et EVAR, B., *The social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, Londres : Routledge, p. 74–90.
- HUGHES, T. (1987), « The Evolution of Large Technological Systems », in : BIJKER, W., PINCH, T. et HUGHES, T., *The Social Construction of Technological Systems, New Direction in the Sociology and History of Technology*, Cambridge MA : The MIT Press, chap. 2, p. 45–76.
- JASANOFF, S. (2004), *States of Knowledge, The co-production of science and social order*, Londres : Routledge.
- LATOUR, B. (1992), *Aramis ou l'amour des techniques*, Paris : La Découverte.

- LAW, J. (1989), « Technology and Heterogenous Engineering : The Case of Portugese Expansion », in : BIJKER, W., HUGHES, T. et PINCH, T., *The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge MA : The MIT Press, p. 105–127.
- ROGERS, E. (2003), *Diffusion of Innovations*, 5th edition, New York : Free Press.
- SIMONDON, G. (2012), *Du mode d'existence des objets techniques*, Cinquième édition, Paris : Aubier.

Environnement, économie circulaire et énergies renouvelables

- FROSCHE, R. et GALLOPOULOS, N. (1989), « Strategies for Manufacturing », in : *Scientific American* 261, p. 144–152, URL : http://www.umich.edu/%C3%B1ppcpub/resources/compendia/IEORpdfs/IEOR%5C_Reading.pdf (visité le 22/02/2016).
- IPCC (2007), *Changements Climatiques 2007*, Rapport de Synthèse, Intergovernmental Panel on Climate Change, URL : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf (visité le 22/04/2016).
- JUAN, S. (2011), *La Transition écologique*, Toulouse : Erès.
- NADAÏ, A. et LABUSSIÈRE, O. (2010), « Acceptabilité sociale et planification territoriale, éléments de réflexion à partir de l'éolien et du stockage de CO₂ », in : *Captage et stockage du CO₂. Enjeux techniques et sociaux en France*, sous la dir. de M. H. N. CHAABANE, Versailles : Quae.
- (2014), « Recomposer la mer pour devenir offshore : le projet éolien de Veulettes-sur-Mer », in : *Natures, Sciences, Sociétés* 22, p. 204–218.
- RIFKIN, J. (2002), *L'économie Hydrogène*, Paris : La Découverte.
- RIFKIN, J., CHEMLA, F. et CHEMLA, P. (2012), *La troisième révolution industrielle*, Paris : les liens qui libèrent.
- THÉVENOT, L. et LAFAYE, C. (1993), « Une justification écologique ? Conflits dans l'aménagement de la nature », in : *Revue française de sociologie* 34.4, p. 495–524, ISSN : 0035-2969, DOI : 10.2307/3321928.

Rapports et études sur l'Axe-Seine

- BASSE-SEINE, M. d'études (1967), *Rapport sur les perspectives d'aménagement de la Basse-Seine*, Rapport d'étude, Haute-Normandie : Mission d'études basse Seine.
- (1971a), *Schéma d'Aménagement de la Basse-Seine*, document réglementaire, Haute-Normandie : Mission d'études basse Seine.
- (1971b), *Synthèse du Schéma d'Aménagement de la Basse-Seine*, document réglementaire, Haute-Normandie : Mission d'études basse Seine.
- BASSE-SEINE, M. d'études (1975), *MEBS Information*, t. 1.

- BRENNETOT, A., BUSSI, M. et GUERMOND, Y. (2013), « Le Grand Paris et l'Axe-Seine. L'aménagement à l'âge de la concurrence néolibérale », in : *Métropoles 13*, URL : <http://metropoles.revues.org/4788> (visité le 29/04/2015).
- CERTU (2010), *Schéma Régional du Climat, de l'air et de l'énergie*. rapport institutionnel, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
- GRUMBACH, A. (2009), *Seine Métropole : Paris, Rouen, Le Havre, Le Grand Pari de l'Agglomération Parisienne*, Diagnostic prospectif de l'agglomération parisienne, Etablissement public de maîtrise d'ouvrage des travaux culturels, 182 p.
- GUÉRIN, M. (2005), *Horizon 2020 : Conflits d'usage dans les territoires, quel nouveau rôle pour l'État*, rapport de recherche, Commissariat Général du Plan, 197 p., URL : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/064000304/0000.pdf> (visité le 02/12/2014).
- RUFENACHT, A. (2012), *Commissaire général pour le développement de la vallée de la Seine : Rapport au Premier Ministre*, Rapport au Premier Ministre, Commissariat général pour le développement de la vallée de la Seine, 99 p., URL : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/124000136.pdf>.
- SRCAE-BN (2013), *Schéma Climat, Air, Énergie Basse-Normandie*, Document réglementaire, Région Basse-Normandie, 322 p.
- SRCAE-HN (2013), *Schéma Climat, Air, Énergie de Haute-Normandie*, Document réglementaire, Haute-Normandie, 342 p., URL : http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Derniere%5C_version%5C_SRCAE%5C_compile%5C_cle717542.pdf (visité le 30/04/2015).
- SRCAE-IDF (2012), *Schéma Climat, Air, Énergie d'Île-de-France*, Document réglementaire, Région Île-de-France, 419 p., URL : http://www.srcae-idf.fr/IMG/pdf/SRCAE%5C_%5C_Ile-de-France%5C_version%5C_decembre%5C_2012%5C_vdefinitive%5C_avec%5C_couverture%5C_%5C_v20-12-2012%5C_cle0b1cdf.pdf (visité le 30/04/2015).

Captage Transport et Stockage du CO₂

- BERTHE, G. (2012), « Evolution des propriétés de confinement des roches-couvertures type argilite soumises à des fluides enrichis en CO₂ : impacts des discontinuités naturelles et artificielles », Thèse de doctorat, Paris Sud.
- CORRY, O. et RIESH, H. (2012), « Beyond for or against, Environmental NGO evaluations of CCS as a climate change solution », in : MARKUSSON, N., SHACKLEY, S. et EVAR, B., *Social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, Londres : Routledge, chap. Chapitre 6, p. 91–108.
- CTSC, C., éd. (2011a), *Air Liquide – Etudes expérimentales en grand et modélisation des risques sur les installations de captage et les canalisation de transport de CO₂*, Le Havre.
- DE FIGUEIRDO, M. (2003), *The Hawaii Carbon Dioxide Ocean Sequestration Field Experiment : A Case Study in Public Perceptions and Institutional Effectiveness*. Cambridge MA : MIT-Laboratory for energy et the environment.

- DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE (2012), *CCS Roadmap, Supporting deployment of Carbon Capture and Storage in UK*, Rapport, London : Department of Energy & Climate Change, 49 p.
- EIJS, R. van, KUIJPER, M. et BISSCHOP, R. (2011), « Containment demonstration for the Barendrecht CO₂ storage project », in : *Energy Procedia*, 10th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies 4, p. 4092–4099, ISSN : 1876-6102, DOI : 10.1016/j.egypro.2011.02.352, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021100631X> (visité le 22/12/2014).
- EVAR, B., ARMENI, C. et SCOTT, V. (2012), « An introduction to key developments and concepts in CCS history, technology, economics and law », in : SHACKLEY, S., MARKUSSON, N. et EVAR, B., *The Social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, London : Routledge.
- FEELY, R. et al. (2004), « Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans », in : *Science* 305 (5682), p. 362–366, URL : <http://www.pmel.noaa.gov/pubs/outstand/feel2633/feel2633.shtml> (visité le 04/05/2016).
- GCCSI (2013), *The Global Status of CCS : 2013*, Rapport d'étude, Melbourne : Global CCS Institute, URL : <http://decarboni.se/sites/default/files/publications/115198/Global-Status-CCS-2013.pdf> (visité le 15/01/2015).
- GOLDSMITH, J. et al. (2012), *Carbon capture and storage : lessons from the competition for the first UK demonstration*, type, Londres : National Audit Office (NAO), 41 p., URL : <http://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2012/03/10121829.pdf>.
- GOUGH, C. et SHACKLEY, S. (2005), *An Integrated Assessment of Carbon Dioxide Capture and Storage in the UK*, Rapport Technique, Tyndall Centre for Climate Change Research, URL : http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/t2%5C_21.pdf.
- HEISKANEN, E. (2006), *Case 24 : Snohvit CO₂ capture & storage project*, Rapport de projet, Helsinki : National Consumer Research Center pour la commission européenne, 20 p., URL : http://www.esteem-tool.eu/fileadmin/esteem-tool/docs/CASE%5C_24%5C_def.pdf.
- HELLEVIK, O. (2002), « Beliefs, Attitudes and Behaviour towards the Environnement », in : LAFFERTY, W., NORDSKAG, M. et AAKRE, H. A., *Realizing Rio in Norway, Evaluative Studies of Sustainable Development*, Oslo : ProSus, chap. Chapitre 2, p. 7–19.
- IPCC (2005a), *Carbon Dioxide Capture and Storage*, Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, URL : https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs%5C_wholereport.pdf.
- (2005b), *Piégeage et Stockage du dioxyde de Carbone, Résumé à l'intention des décideurs et résumé technique*, Rapport Spécial, Intergovernmental Panel on Climate Change, URL : https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm%5C_ts%5C_fr.pdf (visité le 22/04/2016).
- KONGSJORDEN, H., KÅRSTAD, O. et TORP, T. A. (1998), « Saline aquifer storage of carbon dioxide in the Sleipner project », in : *Waste Management* 17.5–6, p. 303–308, ISSN : 0956-053X, DOI : 10.1016/S0956-053X(97)10037-X, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X9710037X> (visité le 27/12/2014).

- KUIJPER, M. (2011), « Public acceptance challenges for onshore CO₂ storage in Barendrecht », in : *Energy Procedia*, 10th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies 4, p. 6226–6233, ISSN : 1876-6102, DOI : 10.1016/j.egypro.2011.02.635, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211009143> (visité le 22/12/2014).
- LE THIEZ, P. (2009), *captage, transport et stockage du CO₂ étude de préfaisabilité d'une chaîne de CTS intégrée au Havre*, Rapport d'étude, Le Havre : Géogreen, 48 p.
- MARCHETTI, C. (1977), « On geoengineering and the CO₂ problem », in : *Climatic Change* 1, p. 59–68, URL : <http://www.cesaremarchetti.org/archive/scan/MARCHETTI-024.pdf> (visité le 12/04/2014), preprint.
- MARKUSSON, N., ISHII, A. et STEPHENS, J. C. (2012), « Learning in CCS Demonstration Projects, Social and Political dimensions », in : MARKUSSON, N., SHACKLEY, S. et EVAR, B., *The Social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, London : Routledge, chap. Chapitre 13, p. 222–224.
- MARKUSSON, N., ISHII, A. et STEPHENS, J. (2012), « Learning in CCS Demonstration Projects, Social and political dimensions », in : *The Social Dynamics of Carbon Capture and Storage, Understanding CCS representations, Governance and Innovation*, sous la dir. de N. MARKUSSON, S. SHACKLEY et B. EVAR, earthscan, London : Routledge, chap. 13, p. 222–244.
- NERI O'NEILL, R. (2014), « Démontrer une promesse fragile. Genèse, Régime et Politisation de la démonstration des techniques de captage, de transport et de stockage du CO₂ (CTSC) en Europe », Thèse de doctorat, École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- SCOTTISH GOVERNMENT & SCOTTISH ENTREPRISE (2010), *CCS – A Roadmap for Scotland*, Rapport, Edimbourg : Scottish Government et Scottish Enterprise.
- SEEBERGER, F. et HUGONET, V. (2011), « Barriers and consequence analysis for subsurface containment in Barendrecht CO₂ storage », in : *Energy Procedia*, 10th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies 4, p. 4100–4108, ISSN : 1876-6102, DOI : 10.1016/j.egypro.2011.02.353, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211006321> (visité le 22/12/2014).
- SHACKLEY, S. et EVAR, B. (2012), « Up and Down with CCS », in : SHACKLEY, S., MARKUSSON, N. et EVAR, B., *The Social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, London : Routledge.

Travaux relatifs au Captage Transport et Stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine

- ADEME, éd. (2010), *Le Fonds Démonstrateur de recherche captage et stockage du CO₂*, La zone portuaire du Havre pionnière de la gestion industrielle du CO₂ en France?, (25 mai 2010), Le Havre.
- (2011), *Synthèse publique de projet démonstrateur sur le captage, stockage géologique et valorisation du CO₂*, synthèse, Agence de maîtrise de l'énergie.

- ADEME (2014), *Projet C2A2 Captage de CO₂ par amines avancées*, Synthèse publique, Angers : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, 20 p.
- BOUQUET, S. (2010), « Interferences in between multiple CO₂ injection sites into a multilayered aquifer at scale of sedimentary basins and at short to intermediate time scales », in : *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- Captage, Transport & Stockage du CO₂* (2012), plaquette de communication de la Chaire CTSC, Chaire CTSC.
- CTSC, C., éd. (2010), *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- éd. (2011b), *Séminaire des doctorants*, Chaire CTSC, Pau.
- éd. (2012), *Evaluation des doctorants*, (13 sept. 2012), Paris.
- DE VIGAN, S. (2012), « Stockage géologique du CO₂, considérations juridiques sur l'exploitation du sous-sol comme ressource », in : *Evaluation des doctorants*, (13 sept. 2012), sous la dir. de C. CTSC, Paris.
- GU, C. (2012), « Modélisation et optimisation des échanges de flux matière/énergie dans un parc éco-industriel », in : *Evaluation des doctorants*, (13 sept. 2012), sous la dir. de C. CTSC, Paris.
- HUMEZ, P. (2010), « Tracking and CO₂ leakage from deep saline to fresh groundwaters : development of sensitive monitoring techniques », in : *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- KVIEN, K. et al. (2013), « An integrated approach for risk assessment of CO₂ infrastructure in the COCATE project », in : *Energy Procedia* 37, p. 2932–2940.
- LANGLAIS, C. (2010), « Geological and mineralogical effects of the presence of oxygen on the caprock and reservoir rocks for CO₂ storage application », in : *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- MAMOUNE, A. (2010), « Creating an inductive model of industrial cluster development with optimized flows to reducing its environmental impacts », in : *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- MUSSET, Y. (2010), « Introducing Carbon Capture and Storage (CCS) operations into territorial performance measurement : the case of Le Havre Industrial cluster », in : *Second French-Norwegian students CCS seminar*, (14 déc. 2010), sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC et NTNU, Trondheim.
- OSSELIN, F. (2011), « Cristallisation des sels lors de l'injection de CO₂ supercritique : Quels effets mécaniques ? », in : *Séminaire des doctorants*, sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC, Pau.

- PACINI, C. (2012), « Etude de la réactivité d'hydrocarbures pétroliers en contexte d'injection de mélange de gaz (CO₂/O₂) dans des conditions de réservoirs : modélisation et expérimentation », in : *Evaluation des doctorants*, (13 sept. 2012), sous la dir. de C. CTSC, Paris.
- PIGEON, J. (2014), « Identifier les potentiels éléments de controverses d'un dispositif technique avant sa mise en place, L'exemple des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ (CTSC) dans la vallée de la Seine », in : *Systèmes énergétiques renouvelables en France et en Allemagne Synergies et divergences*, sous la dir. de G. CHRISTEN et al., Universités, Paris : Orizons, p. 187–205.
- ROUSSANALY, S., BUREAU-CAUCHOIS, G. et HUSEBYE, J. (2013), « Cost benchmark of CO₂ transport technologies for a group of various size industries », in : *International Journal of Greenhouse Gas Control* 12, p. 341–350.
- SAMADI, J. (2011), « Captage, Transport et stockage de CO₂ (CTSC) », in : *Séminaire des doctorants*, sous la dir. de C. CTSC, Chaire CTSC, Pau.
- SUHETT-HELMER, G. (2012), « Développement d'un modèle de propagation sous-critique des fissures dans le stockage géologique de CO₂ », in : *Evaluation des doctorants*, (13 sept. 2012), sous la dir. de C. CTSC, Paris.
- Tester une technologie de captage de CO₂* (2012), plaquette de communication, Le Havre : Centrale EDF du Havre.
- Tester une technologie de captage de CO₂* (2012), *Le respect de l'environnement de l'estuaire, un engagement quotidien*, plaquette de communication, Le Havre : Centrale EDF du Havre.
- ZHANG, X. et al. (2013), « Corrosion of Pipe Steel in CO₂ Containing Impurities and Possible Solutions », in : *Energy Procedia* 37, p. 3147–3159.

Colloques relatifs au Captage Transport et Stockage du CO₂ ayant eu lieu dans l'Axe-Seine

- ADEME et CO₂, C., eds. (2015), *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), Le Havre.
- ALBEROLA, E. (2015), « Dernières avancées de la réglementation CO₂ », in : *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), sous la dir. d'ADEME et C. CO₂, Le Havre.
- BALLIVET-TKATCHENKO, D. (2013), « Les carbonates organiques et la chaîne de valeur énergétique », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 75–76.
- BONNEVILLE, A. (2007), « Les enjeux scientifiques du stockage de CO₂ », in : *Charbon Propre : Mythe ou Réalité ?*, *Au cœur de l'équation énergie – climat le captage et stockage de CO₂*, Rencontres Internationales du Havre, sous la dir. de V. du HAVRE, p. 88–91, URL : <http://rih-lehavre.com/actes-rencontres-internationales-du-havre-developpement-durable-territoires-maritimes-normandie-76-27-14.asp>. (visité le 07/07/2015).

- CHOPIN, F. (2013), « Captage du CO₂ et stockage géologique visant à la production d'énergie : progrès technologiques envisagés, rendements et coûts escomptés », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 86–87.
- COPIN, D. (2013), « L'expérience de Lacq : principaux enseignements », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 87–88.
- (2015), « Capacité de stockage dans le Bassin Parisien : Projet ADEME France-Nord », in : *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), sous la dir. d'ADEME et C. CO₂, Le Havre.
- DÉVELOPPEMENT, L. H., éd. (2013), *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), Le Havre.
- GALE, J. (2015), « Nouvelle feuille de route CSC de l'AIE », in : *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), sous la dir. d'ADEME et C. CO₂, Le Havre.
- HILLS, C. (2013), « Le projet SAPICO Interreg : créer des matériaux de construction écologiques en ciment de carbonate afin de réduire la production de déchets et l'émission de CO₂ des petites et moyennes entreprises dans le secteur industriel. », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 71–73.
- LE THIEZ, P. (2007), « Les voies de captage du CO₂. », in : *Charbon Propre : Mythe ou Réalité ?*, Au cœur de l'équation énergie – climat le captage et stockage de CO₂, Rencontres Internationales du Havre, sous la dir. de V. du HAVRE, p. 36–40, URL : <http://rih-lehavre.com/actes-rencontres-internationales-du-havre-developpement-durable-territoires-maritimes-normandie-76-27-14.asp>. (visité le 07/07/2015).
- LEBAS, R. (2015), « Nouvelles actions européennes et nationales de soutien à la filière CSC », in : *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), sous la dir. d'ADEME et C. CO₂, Le Havre.
- LEE, S. (2013), « Aperçu général des système de captage de CO₂ », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 81–82.
- MIGNANI, G. (2013), « Utilisation du CO₂ en tant que matière première dans le secteur chimique : un point de vue industriel ! », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 74–75.

- MUNIER, G. (2007), « Le stockage géologique de CO₂, les avancées en R&D et la prévision pour un déploiement industriel. », in : *Charbon Propre : Mythe ou Réalité ?*, Au cœur de l'équation énergie – climat le captage et stockage de CO₂, Rencontres Internationales du Havre, sous la dir. de V. du HAVRE, p. 93–95, URL : <http://rih-lehavre.com/actes-rencontres-internationales-du-havre-developpement-durable-territoires-maritimes-normandie-76-27-14.asp>. (visité le 07/07/2015).
- (2013), « La gestion mutualisée du CO₂, une opportunité pour les territoires : les expériences VASCO et COCATE », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 83–84.
- PAELINCK, P. (2007), « Combustion propre et CO₂ », in : *Charbon Propre : Mythe ou Réalité ?*, Au cœur de l'équation énergie – climat le captage et stockage de CO₂, Rencontres Internationales du Havre, sous la dir. de V. du HAVRE, p. 46–50, URL : <http://rih-lehavre.com/actes-rencontres-internationales-du-havre-developpement-durable-territoires-maritimes-normandie-76-27-14.asp>. (visité le 07/07/2015).
- PIERRE, H. (2013), « Production, valorisation et stockage de l'Hydrogène le projet GRHYD », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 40–42.
- QUADRELLI, E. (2013), « De nouvelles solutions pour encourager le recours aux énergies renouvelables dans les infrastructures énergétiques actuellement en place », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 67–69.
- SAVARY, D. (2015), « Contribution du GT Val aux travaux du Club CO₂ pour la COP21 », in : *Colloque International CSCV : Dernières avancées, verrous et perspectives de la filière*, (5 mai 2015), sous la dir. d'ADEME et C. CO₂, Le Havre.
- VALENTIN, S. (2013), « Le stockage d'énergie à partir de méthanol », in : *Faire l'économie du CO₂, Pour un développement durable des activités et des territoires maritimes*, Les Rencontres Internationales du Havre, (12 sept. 2013), sous la dir. de L. H. DÉVELOPPEMENT, Le Havre, p. 42–43.

Aménagement du Territoire

- COLLETIS, G. et RYCHEN, F. (2004), « Entreprises et territoires : proximités et développement local », in : PÉCQUEUR, B. et ZIMMERMANN, J.-B., *Economie de proximités*, Paris : Lavoisier, chap. 8, p. 207–230.
- DARLY, S. et TORRE, A. (2008), « Conflits liés aux espaces agricoles et périmètres de gouvernance en Île-de-France, (résultats à partir d'analyses de la presse quotidienne régionale et d'enquêtes de terrain) », in : *Géocarrefour* 83.4, p. 307–319.
- DUPUY, G. (1991), *L'urbanisme des Réseaux : Théories et Méthodes*, Paris : Armand Colin.

- DZIEDZICKI, J.-M. (2004), « Au-delà du NIMBY : le conflit d'aménagement, expression de multiples revendications », in : MELÉ, P., LARRUE, C. et ROSENBERG, M., *Conflits et Territoires*, Tours : Presses Universitaires François Rabelais, p. 35–64, URL : <http://books.openedition.org/pufr/1829>.
- ELISSALDE-VIDEMONT, L. et HORELLOU, A. (2007), *Guide Méthodologique pour la modernisation de l'Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques, Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) continentales*, Guide Méthodologique, Museum National d'Histoire Naturelle-Service du Patrimoine Naturel.
- LOLIVE, J. (1997), « La montée en généralité pour sortir du Nimby. La mobilisation associative contre le TGV Méditerranée », in : *Politix* 10.39, p. 109–130.
- MERLIN, P. et CHOAY, F. (2000), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris : Puf.
- MICHEL, C. et LARDON, S. (2001), « L'accès aux espaces naturels : l'apport des chorèmes à la gestion des conflits d'usage », in : *Mappemonde* 62.2, URL : <http://www.mgm.fr/PUB/Mappemonde/M201/Lardon-Michel.pdf> (visité le 29/04/2015).
- O'HARE, M. (1977), « Not on My Block You Don't – Facilities Siting and the Strategic Importance of Compensation », in : *Public Policy* 25.4.
- PECQUEUR, B. (2005), « Les territoires créateurs de nouvelles ressources productives : le cas de l'agglomération grenobloise », in : *Géographie, économie, société* 7.3, p. 255–268, DOI : 10.3166/ges.7.255-268, URL : <http://ges.revuesonline.com/article.jsp?articleId%5C=7993> (visité le 23/12/2015).
- PRIEMUS, H. et ZONNEVELD, W. (2003), « What are corridors and what are the issues? Introduction to special issue : the governance of corridors », in : *Journal of Transport Geography* 11 (3), p. 167–177, URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000280> (visité le 29/04/2015).
- SENCÉBÉ, Y. et LEPICIER, D. (2007), « Migrations résidentielles de l'urbain vers le rural en France : différenciations sociales des profils de ségrégation spatiale », in : *EspacesTemps.net*, URL : <http://www.espacestemp.net/articles/migrations-residentielles-urbain-vers-rural-en-france/> (visité le 18/06/2015).
- SUBRA, P. (2006), « Ce que le débat public dit du territoire et de son aménagement », in : *Géocarrefour* 86.4, URL : <http://geocarrefour.revues.org/1659> (visité le 30/05/2015).
- (2014), *Géopolitique de l'Aménagement du Territoire*, Deuxième édition.
- WHEBELL, C. (1969), « Corridor : a Theory of Urban System », in : *Annals of the Association of American Geographers* 59 (1), p. 1–26.

Rapports & études d'Aménagement du Territoire

- GPMH (2009), *Projet d'extension des infrastructures portuaires et de prolongement du Grand Canal du Havre*, Dossier du Maître D'ouvrage, Grand Port Maritime du Havre.
- PNR BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE (2014), *Charte 2013-2015*, Document réglementaire, Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande.

- PNR DU VEXIN FRANÇAIS (2007), *Objectif 2019*, Document réglementaire, Parc Naturel Régional du Vexin Français.
- PORTS DE PARIS (2014), *Port Seine Métropole Ouest*, Dossier du Maître d’Ouvrage, Ports de Paris.
- RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE (2012a), *Ligne Nouvelle Paris Normandie : grand projet ferroviaire*, Synthèse du document du Maître d’Ouvrage, Réseau Ferré de France.
- (2012b), *Ligne Nouvelle Paris Normandie : grand projet ferroviaire*, Dossier du Maître d’ouvrage, Réseau Ferré de France.

Science Politique

- BORRAZ, O. (2008), *Les Politiques du risque*, Paris : Les Presses de SciencesPo.
- BRUGIDOU, M. (2008), *L’opinion et ses publics, Une approche pragmatiste de l’opinion publique*, Paris : Presses de SciencesPo.
- RADAELLI, C. (2000), « Logiques de pouvoir et récits dans les politiques publiques de l’Union Européenne », in : *Revue française de science politique* 50.2, p. 255–275.
- (2004), « Récits (Policy narrative) », in : BOUSSAGUET, L., *Dictionnaire des politiques publiques*, 4^e éd., Paris : Presses de Sciences Po, p. 548–554.
- RAWLS, J. (1987), *Théorie de la justice*, Paris : Seuil.
- STONE, D. (1989), « Causal Stories and the Formation of Policy Agendas », in : *Political Science Quarterly* 104.2, p. 281–300.

Références en Sciences humaines et sociales

- AUGÉ, M. (1992), *Non-Lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris : Seuil.
- BATESON, G. (1995), *Vers une écologie de l’esprit*, Paris : Seuil.
- BOLTANSKI, L. et THÉVENOT, L. (1991), *De la justification, les économies de la grandeur*, nrf essais, Paris : Gallimard.
- BOURDIEU, P. (1973), « L’opinion publique n’existe pas », in : *Les Temps modernes*. 318, p. 1292–1309.
- CASTELLS, M. (1996), *La société en réseaux, L’ère de l’information*, t. 1, Paris : Fayard.
- CHAMPAGNE, P. (1990), *Faire l’opinion : le nouveau jeu politique*, Paris : Editions de Minuit.
- CHATEAURAYNAUD, F. (2011), *Argumenter dans un champ de force : essai de balistique sociologique*, Paris : Pétra.
- CROZIER, M. et FRIEDBERG, E. (1977), *L’Acteur et le Système, Les contraintes de l’action collective*, Paris : Seuil.
- DURKHEIM, E. (1937), *Les règles de la méthode sociologique*, Paris : Puf.
- FOUCAULT, M. (1972), *L’ordre du discours*, Nrf, Paris : Gallimard.
- GAMSON, W. et MODIGLIANI, A. (1989), « Media Discourse and Public Opinion on Nuclear Power : A Constructionist Approach », in : *American Journal Of Sociology* 95.

- GITLIN, T. (1980), *The Whole World is Watching : Mass Media in the Making and Unmaking the New Left*, Los Angeles : University of California Press.
- GOFFMAN, E. (1991), *Les Cadres de l'expérience*, Paris : Editions de Minuit.
- GOUX, D. et MAURIN, E. (2012), *Les Nouvelles Classes Moyennes*, Paris : Seuil.
- Mobilité et Inégalités sociales* (2006), URL : https://www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/mobilite_et_inegalites_sociales_eric_le_breton.1462 (visité le 29/04/2015).
- RICOEUR, P. (1984), *Temps et Récit, La configuration dans le récit de fiction*, t. 2, Paris : Points Seuil.
- WEBER, M. (1917), « Essai sur le sens de la « neutralité axiologique » dans les sciences sociologiques et économiques », in : *Essais sur la théorie de la Science*, sous la dir. de L. classiques des sciences SOCIALES, URL : http://classiques.uqac.ca/classiques/Weber/essais%5C_theorie%5C_science/Essais%5C_science%5C_4.pdf.
- (1995), *Economie et Société*, Paris : Pocket.

Méthodologie

- BARDIN, L. (1996), *L'analyse de contenu*, Deuxième édition, Paris : Puf.
- BEAUD, S. et WEBER, F. (2010), *Guide de l'enquête de terrain*, quatrième édition, Grands Repères, Paris : La Découverte.
- BRUNET, R. (1980), « La composition des modèles dans l'analyse spatiale », in : *L'Espace géographique* 9.4, p. 253–265.
- (1986), « La carte-modèle et les chorèmes », in : *Mappemonde* 4, p. 2–6.
- ESCOFIER, B. et PAGÈS, J. (2008), *Analyses Factorielles simples et multiples*, 4^e éd., Sciences Sup, Dunod.
- GUMUCHIAN, H. et MAROIS, C. (2000), *Initiation à la recherche en géographie*, Paris : Anthropos.
- LARDON, S. et PIVETEAU, V. (2005), « Méthodologie de diagnostic pour le projet de territoire : une approche par les modèles spatiaux », in : *géocarrefour* 80.2, p. 75–90, URL : <http://geocarrefour.revues.org/980> (visité le 19/02/2015).
- LEBART, L. (1989), « Stratégies du traitement des données d'enquêtes », in : *La revue du MODULAD* 3, p. 21–29.
- OLIVIER DE SARDAN, J.-P. (1995), « La politique du terrain », in : *Enquête. Archives de la revue Enquête* 1, p. 71–109, DOI : 10.4000/enquete.263, URL : <http://enquete.revues.org/263> (visité le 02/12/2014).

Articles de presse

- « 51000 tonnes injectées dans le sous-sol de Lacq », *Ouest-France*, 13 nov. 2013.
- « A Lacq, on va enterrer le gaz carbonique », *Ouest-France*, 12 janv. 2010.
- QUINDROIT A., « Pollution : quatre usines haut-normandes dans le top 15 », *Paris-Normandie*,

25 janv. 2014.

AUBIN D., « Une deuxième centrale thermique au charbon au Port du Havre », *Les Echos*, 25 juill. 2006.

BERTRAND., « Entre l'agglomération rouennaise et la voiture électrique, c'est déjà une vieille histoire », *Paris-Normandie*, 13 juill. 2015.

BERTRAND M-N., « Six pieds sous terre, le carbone brouille encore », *L'Humanité*, 17 nov. 2011.

BRIGAUDEAU C., « Claye-Souilly. Véolia va stocker du CO₂ sous terre », *Le Parisien*, 18 mars 2008.

— « Environnement. Les déchets serviront à produire du carburant », *Le Parisien*, 25 juin 2008.

— « Les riverains s'opposent au stockage de CO₂ », *Le Parisien*, 27 juin 2008.

« C'est un prolongement des travaux du Grenelle de l'estuaire sur l'écologie industrielle », *Paris-Normandie*, 13 juin 2014.

« Climat : l'urgence d'une révolution économique », *Ouest-France*, 14 avr. 2014.

« Des centrales sur des charbons ardents. "Charbon propre Mythe ou réalité?" Là n'est pas la question pour le collectif qui refuse l'implantation au Havre de deux nouvelles centrales. » *Le Havre-Libre*, 10 mars 2007.

« Développement Durable, un constat alarmant. Des réponses locales ont été évoquées dans le cadre de la deuxième phase de l'agenda 21 », *Le Havre-Presses*, 12 juin 2008.

« Economie. Le président-directeur général d'EDF a confirmé hier aux salariés de la centrale thermique les grandes échéances à venir, notamment l'arrêt des tranches 1 et 2 », *Le Havre-Presses*, 19 sept. 2012.

« Energie. Installé sur la centrale EDF, le prototype vient de livrer ses premiers résultats *Paris-Normandie*, 16 juill. 2013.

« Environnement Innovation - Captage du CO₂, le Cocate est probant d'après les chercheurs » *Paris-Normandie*, 3 févr. 2012.

FREBOU C., « EDF pilote le captage du CO₂ », *Paris-Normandie*, 12 oct. 2013.

« Gravenchon, Air Liquide investit dans l'hydrogène décarboné », *Paris-Normandie*, 15 juin 2012.

« Gravenchon. Avec le soutien de la CVS et de la Région, Air Liquide investit dans une unité de captage et de liquéfaction de CO₂, selon une technologie innovante », *Le Progrès de Fécamp*, 28 juin 2012.

« Haro sur l'implantation des centrales à charbon », *Le Havre-Libre*, 15 déc. 2006.

HAUGUEL F., « Capter et réutiliser le CO₂ », *Le Havre-Libre*, 18 juill. 2011.

— « De nouvelles implantations industrielles, des projets en voie de finalisation, des perspectives économiques à long terme », *Paris-Normandie*, 15 oct. 2013.

— « Industrie. Sédibex, une société de traitement de déchets industriels dangereux expérimente au Havre un système de captage de gaz carbonique », *Paris-Normandie*, 28 juin 2011.

— « Industries et matière grise. Economie. Un vaste programme de recherche dans le domaine de l'efficacité énergétique vient d'être lancé sur la zone industrielle », *Paris-Normandie*, 24 juin 2014.

- « Le Havre. EDF et Alstom ont inauguré au coeur de la centrale thermique la première unité de captage de CO₂ en postcombustion », *Havre Dimanche*, 13 oct. 2013.
- « L'industrie se met au vert. Innovation. L'institut de recherche PS2E, la communauté de l'agglomération havraise, Haropa Port du Havre lancent un programme d'éco-parc industriel intelligent », *Paris-Normandie*, 1 juill. 2014.
- « Nouvelle ère pour l'industrie », *Paris-Normandie*, 14 sept. 2013.
- KEMPF H., « Enfouir pour mille ans le gaz carbonique, ce n'est pas si simple », *Le Monde*, 21 avr. 2012.
- « La crise freine les projets de captage et de stockage du carbone en profondeur », *Le Monde*, 8 oct. 2011.
- « La centrale thermique joue sans doute son avenir sur ce dossier », *Paris-Normandie*, 18 mai 2013.
- LACHAUX P., « Charbon : Dominique Voynet plaide pour la qualité », *Le Havre-Libre*, 22 mars 2007.
- « La Zone Industriale-Portuaire du Havre pourrait devenir un laboratoire à ciel ouvert pour le jeune institut de recherche Paris Saclay Efficacité Energétique, alias PS2E », *Paris-Normandie*, 30 août 2013.
- « Le captage attendra », *Paris-Normandie*, 1 mars 2013.
- « Le Havre combat le CO₂ . Pollution. La zone industrialo-portuaire se trouve à la pointe de la recherche européenne pour la baisse des rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère », *Paris-Normandie*, 27 mai 2010.
- LE HIR P., « L'Europe veut accélérer l'enfouissement du CO₂ », *Le Monde*, 4 avr. 2013.
- LEMARCHAND A., « Centrale thermique du Havre : Endesa dévoile son projet », *Le Havre-Libre*, 9 mars 2007.
- « Faut-il avoir peur du charbon ? Le projet de construction de centrales thermiques au Havre cristallise l'opposition des écologistes. Ils dénoncent les dangers pour la santé », *Le Havre-Libre*, 8 mars 2007.
- « Les chances d'Ulcoss à Florange se réduisent », *Les Echos*, 16 juill. 2012.
- « Les élus du canton contre les au charbon », *Ouest-France* 7 mars 2007.
- « L'Institut Energie et Développement préconise de pérenniser la vocation du site », *Le Havre-Presse*, 20 nov. 2012.
- MARITON J., « Le projet Ulcos en péril à Florange », *L'Humanité*, 17 juill. 2012.
- MOUCHON F., « Environnement. L'enfouissement du CO₂ fait débat », *Le Parisien*, 12 janv. 2010.
- « Une énergie deux fois plus polluante que le gaz naturel », *Le Parisien*, 3 janv. 2013.
- ORIOU X., « Vallée de la Seine : six mois pour bâtir des projets », *Ouest-France*, 14 déc. 2013.
- POIROT S., « Gros pollueur, le charbon a encore de l'avenir », *Ouest-France*, 21 déc. 2009.
- « Le stockage du CO₂ a du mal à faire son trou », *Ouest-France*, 13 nov. 2013.
- « Stocker le CO₂ dans les entrailles de la Terre », *Ouest-France*, 8 févr. 2007.
- « Poweo abandonne son projet de centrale au charbon au Havre », *Les Echos*, 9 déc. 2008.

- « Quand le génie havrais rencontre le génie de Saclay », *Paris-Normandie*, 27 juin 2014.
- SIRET S., « Centrales à charbon : les Verts broient du noir », *Le Havre-Libre*, 20 déc. 2006.
- « Deux nouvelles centrales au Havre. Le port autonome a donné hier son feu vert à une nouvelle centrale thermique au charbon. Après le projet de la SNET annoncé l'été dernier, Powéo édifiera une autre unité », *Le Havre-Libre*, 18 nov. 2006.
- « Dominique Voynet s'oppose au charbon », *Le Havre-Libre*, 21 mars 2007.
- « Le Charbon au secours des biocarburants », *Le Havre-Libre*, 31 août 2006.
- « Le charbon, enjeu électoral politique. Les deux projets de centrales à charbon au Havre font quasiment l'unanimité contre eux », *Le Progrès de Fécamp*, 18 janv. 2008.
- « Le CO₂ un gaz bien en Chaire. Economie. La région havraise se dote d'une chaire industrielle consacrée aux recherches sur le CO₂ », *Le Havre-Presse*, 1 juill. 2009.
- « Nouvelle ère pour le CO₂ - Le Havre Lance un projet de démonstrateur », *Paris-Normandie*, 2 juill. 2009.
- « Powéo promet du propre », *Le Havre-Libre*, 21 juin 2007.
- « Une nouvelle centrale thermique. La Snet, filiale d'Endesa, va investir entre 400 et 500 millions dans la construction d'une centrale à charbon. Elle sera située sur la zone industrialoportuaire du Havre », *Le Havre-Libre*, 30 août 2006.
- « Un projet de centrale solaire », *Le Havre-Libre*, 9 sept. 2009.
- « Un début de mobilisation pour trouver des solutions », *Le Parisien*, 29 janv. 2007.
- VALENTIN M., « Cette usine piège le gaz carbonique sous terre », *Le Parisien*, 2 nov. 2009.
- VERDO Y., « Stockage du CO₂ : faut-il encore y croire ? » *Les Echos*, 21 mai 2013.

Cahiers d'acteurs

Cahiers d'acteurs : Prolongement du Grand Canal le Havre-Tancarville.

Association pour la Défense des intérêts vitaux du Port du Havre (ADPH)., *Contribution de l'Association pour la Défense des intérêts vitaux du Port du Havre (ADPH)*, 2010.

Association des Usagers de la Plaine Alluviale de l'Estuaire de la Seine (AUPAES)., *Contribution de l'AUPAES*, 2009.

Bihan, Jean. Contribution de Jean Bihan, 2009.

Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie de Haute-Normandie., *Contribution de la Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie (CRCI) de Haute-Normandie*, 2010.

Comité des Armateurs Fluviaux., *Le Comité des Armateurs Fluviaux*, 2010.

Communauté de Communes de Saint Romain de Colbosc., *Contribution de La Communauté de Communes de St Romain de Colbosc*, 2010.

Écologie Pour Le Havre., *Contribution d'Écologie Pour Le Havre, Dans un monde qui change, mieux penser le devenir de la région et du port*, 2010.

GIBEAUX, Anne-Marie et al., *Optimiser les infrastructures existantes, dans une approche globale (coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance) : un projet en 8 points*, 2009.

HNNE., *Contribution de la Haute-Normandie Nature Environnement (HNNE)*, 2009.

Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) de Haute-Normandie., *Contribution de la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO)*, 2009.

LOGISEINE., *Contribution de LOGISEINE*, 2010.

Mahieu Transport., *Contribution de Mahieu Transport*, 2010.

Oxygène Estuaire., *Contribution d'Oxygène Estuaire. Repenser Aujourd'hui les projets d'hier, pour relever les défis de demain*, 2010.

Union Maritime et Portuaire., *Contribution de l'Union Maritime et Portuaire*, 2010.

Voies Navigables de France., *Contribution des Voies Navigables de France (VNF). La montée en puissance du mode fluvial*, 2010.

Cahiers d'acteurs : Port Seine Métropole Ouest.

Association Régionale pour le Développement des Infrastructures Economiques et de Sécurité., *Nécessité et contingence du report modal*, 2014.

Cercle pour l'Optimodalité en Europe., *Port Seine-Métropole Ouest, un projet résolument optimodal*, 2014.

Collectif pour la Protection des Riverains de l'A184 devenu A104., *Une infrastructure portuaire (PSMO) à taille humaine appliquant, très majoritairement, un report modal fluvial et ferré, dès son ouverture*, 2014.

Comité des Armateurs Fluviaux., *Port Seine Métropole Ouest : une plate-forme multimodale pour une logistique durable du transport de matériaux*, 2014.

Communauté d'Agglomération de Cergy-Pontoise., *Cahier d'acteur de la Communauté d'Agglo-*

mération de Cergy-Pontoise, 2014.

Conseil économique, social et environnemental d'Île-de-France. *Un port « nouvelle génération » nécessaire à l'Île-de-France pour l'emploi et l'environnement*, 2014.

Conseil Régional d'Île-de-France., *La région Île-de-France, actrice du report modal et du Développement durable du fret fluvial et portuaire*, 2014.

Construisons Ensemble un Andrésy Solidaire., *PSMO : une opportunité ou un leurre ? Oui au développement concerté et autolimité du territoire Non à la démesure et au gigantisme*, 2014.

Fédération Régionale des Travaux Publics d'Île-de-France., *Pour la croissance, l'emploi et l'environnement. Port Seine Métropole Ouest : un port « nouvelle génération » nécessaire à l'Île-de-France*, 2014.

Île-de-France Environnement., *PSMO, entre espoirs et craintes : pour un transport fluvial et ferroviaire, contre un mode routier totalitaire*, 2014.

Parti de Gauche., *PSMO ou l'aménagement de la plaine d'Achères*, 2014.

Société du Grand Paris., *Le Grand Paris Express : un nouveau métro automatique au service des habitants et du développement économique de la Région Île-de-France*, 2014.

Ville d'Achères., *D'un objet de cent hectares à un projet de territoire : la recherche de l'intérêt général comme condition de réalisation de Port Seine Métropole Ouest*, 2014.

Ville d'Andrésy., *Cahier d'acteur de la ville d'Andresy*, 2014.

Ville de Conflans-Sainte-Honorine., *Port Seine-Métropole Ouest, une opportunité économique, environnelentale et fluviale, qui doit garantir la préservation du territoire conflanais et la qualité de vie de ses habitants*, 2014.

Voies Navigables de France., *Le développement de la voie d'eau : un enjeu essentiel pour Voies navigables de France*, 2014.

Cahiers d'acteurs : Ligne Nouvelle Paris-Normandie

ARDIES Val d'Oise., *La LNPN dope Eole mais limite ses propres performances. Il manque la Grande Vitesse et une étape à Cergy-Pontoise*, 2011.

ARDIES Yvelines., *Les entreprises et les habitants des Yvelines attendent la LNPN*, 2011.

Association de défense de la vallée de la Paquine., *La LNPN , un projet inadapté au contexte économique actuel et des scénarii A et C qui impactent de manière irréversible une vallée dotée d'un biotope exceptionnel*, 2011.

Association des usagers de la Gare de Bernay., *BERNAY au coeur de l'ouest de l'Eure*, 2011.

Association Elan Normandie et EDEN., *La LNPN une nécessité pour le développement économique et l'attractivité du territoire normand*, 2011.

Association le Pays d'Auge., *Un Pays d'Auge modernisé Mais un Pays d'Auge préservé*, 2011.

Association Naturellement Nanterre., *Réaliser simultanément le prolongement d'EOLE et l'indispensable amélioration des liaisons ferroviaires entre Paris et la Normandie sans retarder la construction du Grand Paris Express*, 2011.

Association pour la défense de la ligne ferroviaire, Caen, et Saint Lô Rennes., *Contribution de l'ADPCR en faveur du projet de ligne nouvelle Paris-Normandie*, 2011.

Association pour la promotion de la ligne nouvelle Paris Normandie., *La LNPN : une chance historique pour le développement de l'axe Seine-Normandie*, 2011.

Caen la Mer., *La LNPN : une priorité pour renforcer l'accessibilité et le rayonnement métropolitain de Caen la mer*, 2011.

Caisse des dépôts., *Au service du développement économique durable de la vallée de la Seine et de la façade maritime du Grand Paris*, 2011.

Calvados Stratégie, Orne développement., *Fret ferroviaire : la Rocade Ouest de l'Ile-de-France pour le développement de l'Axe Seine*, 2011.

CCI de Normandie., *La LNPN, un investissement pour l'avenir des entreprises et des territoires normands*, 2011.

CCI de Paris., *La ligne nouvelle Paris-Normandie, une infrastructure stratégique pour le Grand Paris et son ouverture maritime*, 2011.

CCI Val d'Oise Yvelines., *LNPN, projet vital de l'axe Seine*, 2011.

Centre Havrais d'Etudes Techniques Commerciales., *Oui à la Ligne Nouvelle Paris Normandie*, 2011.

CESER Basse-Normandie., *La LNPN : une véritable opportunité pour la Basse-Normandie*, 2011.

CESER Haute-Normandie., *Une ligne nouvelle qui trouve son sens dans le cadre du développement de l'Axe Seine*, 2011.

CESER Ile-de-France., *Le CESER Île-de-France Favorable au projet de LNPN*, 2011.

CGT. ,*Développer le transport ferroviaire, marchandises et voyageurs Développer et rénover l'existant : une priorité*, 2011.

Chambre commerce Industrie et MEDEF de l'Eure., *La LNPN, l'avenir du train en Normandie, un nouveau souffle pour le développement de l'Eure*, 2011.

Chambre d'Agriculture de la Manche., *LNPN : un outil au service des usagers et un facteur déterminant de développement durable du territoire normand*, 2011.

Chambre d'Agriculture de l'Eure., *La LNPN : un projet stratégique pour le développement économique régional mais consommateur d'espaces agricoles*, 2011.

Chambre d'Agriculture du Calvados., *La Ligne Nouvelle Paris Normandie : un projet stratégique pour le développement des territoires calvadosien et normand*, 2011.

Chambre de commerce, club du parc de la vatine, et Union Portuaire de Rouen., *La LNPN une exigence et une opportunité pour le territoire normand!*, 2011.

Chambre de Commerce Ile-de-France., *La ligne Paris-Normandie : un projet indispensable au développement économique des régions de l'Axe Seine*, 2011.

Chambre de Métiers et d'artisanat de l'Eure., *Le scénario B : un projet stratégique et un élément fédérateur des acteurs de l'Eure*, 2011.

Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie., *La LNPN, artère principale du Grand Paris, projet majeur d'aménagement et de développement des territoires normands*, 2011.

Collectif citoyen et Républicain Bienvenue en Normandie., *La Ligne Nouvelle Paris Normandie, ou la grande vitesse de proximité au service d'une « région douce », un enjeu régional, national et européen*, 2011.

Collectif de douze géographes universitaires normands., *Pour la mise en réseau des trois grandes agglomérations normandes avec l'Ile-de-France*, 2011.

Collectif d'environnement dans la boucle de Montesson, et (CADEB)., *Les propositions du Collectif d'environnement le Cadeb pour la Ligne Nouvelle Paris Normandie*, 2011.

Collectivités de l'Axe-Seine., *Un projet global d'amélioration de l'offre*, 2011.

Comité de Liaison Interconsulaire Normandie (CLIC)., *Le monde économique normand favorable au projet de LNPN*, 2011.

Comité des élus de l'Estuaire., *Un projet prioritaire qui offre de nouvelles perspectives d'intérêt national*, 2011.

Comité d'expansion économique du Val d'Oise., *Pour une gare Cergy-Confluence sur la ligne nouvelle Paris- Normandie (LNPN)*, 2011.

Communauté d'agglomération Amiens Métropole, et Syndicat Mixte grand amiénois., *Amiens Métropole et le pays du Grand Amiénois soutiennent le projet de ligne nouvelle Paris-Normandie*, 2011.

Communauté d'Agglomération de Cergy Pontoise., *La LNPN : une desserte ferroviaire indispensable et urgente*, 2011.

Communauté d'Agglomération de Mantes en Yvelines., *La LNPN nécessaire à la réussite de l'aménagement et du développement économique durable du « Grand Paris fluviomaritime »*, 2011.

Communauté de communes Côte Fleurie., *La ligne nouvelle Paris-Normandie : un enjeu économique pour un territoire de renommée internationale*, 2011.

Communauté de Communes de Fécamp., *La LNPN, un facteur de dynamisme pour le bassin fécaminois*, 2011.

Communauté de Communes des Boucles de la Seine., *LNPN un chemin vers le désenclavement de la Boucle*, 2011.

Communauté de Communes du canton de Beuzeville., *Au coeur de l'Estuaire, Beuzeville*, 2011.

Communautés de communes : Caux vallée de Seine, cœur de caux, et Canton de valmont, Cœur de Caux, région et ville d'Yvetot., *Refondre la mobilité ferroviaire des territoires périurbains de la vallée de la Seine jusqu'à la mer*, 2011.

Communauté Urbaine de Cherbourg., *L'opportunité du débat public de la Ligne Nouvelle Paris-Normandie*, 2011.

Confluence Seine Oise., *La création de la gare LNPN Confluence : un enjeu de transport et d'aménagement du territoire*, 2011.

Conseil de développement Caen la mer Caen Métropole., *La LNPN, un projet stratégique pour le développement de la grande agglomération caennaise*, 2011.

Conseil économique social et d'environnement du Grand, et Evreux Agglomération., *La Ligne Nouvelle Paris-Normandie : un rendez-vous historique pour la Normandie !*, 2011.

Conseil Général de l'Eure., *L'Eure, maillon stratégique du développement de l'axe Seine*, 2011.

Conseil général des Yvelines., *Les gares de Mantes et de Confluence, pierres angulaires du développement d'un territoire stratégique sur l'Axe Seine*, 2011.

Conseil général du Calvados., *Un projet global de territoire pour une ligne nouvelle qui profite vraiment à toute la Normandie*, 2011.

Conseil Général du Val d'Oise., *Oui, à une gare TGV sur le territoire de la Confluence Seine-Oise*, 2011.

Conseil Régional de Basse Normandie., *Plate-forme commune des acteurs bas-normands en faveur d'une ligne nouvelle Paris-Normandie*, 2011. CRITT Transport et logistique., *LNPN : une chance pour l'innovation dans la filière logistique et transports*, 2011.

Ecologie pour Le Havre (EPLH)., *Des solutions réalistes, ni ruineuses, ni impactantes, pour répondre aux vrais besoins*, 2011.

Elus communistes Haute-Normandie., *Une LNPN au service des territoires et de leurs habitants*, 2011.

Eure Normandie Plus., *Les entreprises se mobilisent pour le scénario B (via Evreux)*, 2011.

Europe Ecologie les Vert Eure Seine., *Des trains pour les déplacements du quotidien*, 2011.

Europe Ecologie les Verts., *Pour un train du quotidien, solution à l'urgence sociale et environnementale*, 2011.

Fédération des Clubs logistiques de Basse Normandie., *La Ligne Nouvelle Paris Normandie : acte fondateur d'une ambition nationale*, 2011.

Fédération du Nouveau Centre 76., *La LNPN : une grande ambition pour la Normandie*, 2011.

Fédération régionale des syndicats d'exploitants Agricoles, et Haute-Normandie., *Projet LNPN, l'agriculture n'est pas à brader*, 2011.

FNAUT Haute-Normandie., *Pour un « Métro Seine », plutôt qu'une ligne de type TGV en Normandie*, 2011.

Génération Vernon., *Vernon : pôle majeur de l'Axe-Seine*, 2011.

Grand Evreux Agglomération., *Le X à Évreux : fédérer autour d'un projet pragmatique et ambitieux*, 2011.

Grand Port Maritime de Rouen., *La LNPN, une réelle opportunité de développement pour les Ports de l'Axe Seine*, 2011.

Grand Port Maritime du Havre (GPMH)., *Des capacités en plus sur le réseau ferré existant pour les ports de l'Axe Seine*, 2011.

Groupe Socialiste au conseil régional de Basse-Normandie., *La LNPN, un projet ferroviaire innovant au service des usagers et des territoires*, 2011.

Groupe Socialiste au conseil régional d'Ile-de-France., *La Ligne Nouvelle Paris Normandie (LNPN) au service d'une meilleure desserte du Nord Ouest francilien et du développement de ce territoire*, 2011.

Groupe UMP Centriste Basse Normandie., *La LNPN, clé de voûte d'une Normandie qui offre un avenir à ses habitants*, 2011.

Haute-Normandie Nature Environnement (HNNE)., *Pour faire vraiment place à l'avenir, un maillage ferroviaire qui s'accorde à la transition écologique*, 2011.

Les entreprises de la région havraise., *Les acteurs économiques havrais mobilisés pour la LNPN, La Ligne Nouvelle Paris-Normandie formidable accélérateur du renforcement et de la diversification de l'économie havrais*, 2011.

Logistique Seine Normandie, Club Logistique et Gestion, et Du Havre, Club logistique et perspective Rouen., *La LNPN : une évidence qui ne peut plus être ajournée!*, 2011.

MEDEF Ile-de-France., *Une Ligne Nouvelle Paris-Normandie à la mesure des enjeux stratégiques de l'axe Seine*, 2011.

MEDEF Le Havre Rouen Dieppe, Calvados. *Une voie décisive pour l'économie de l'espace normand*, 2011.

Mouvement Normand et Organisation normande de défense de l'environnement., *Pour une Ligne Nouvelle Paris-Normandie, axe majeur d'un Plan Ferroviaire Normand structurant l'aménagement du territoire de la Normandie et du Bassin Parisien*, 2011.

NPA Haute-Normandie., *Non à la ligne à grande vitesse Paris-Le Havre!*, 2011.

Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine, et Normande., *Le développement du territoire du Parc comme enjeu, la préservation et la mise en valeur de son patrimoine comme objectif*, 2011.

Parti socialiste Caen., *Une ligne nouvelle Paris- Normandie pour écrire Caen en CAPITALES*, 2011.

Pays d'Auge Expansion., *Importance et urgence stratégiques nationales du projet de LNPN*, 2011.

Port Normands associés Caen-Cherbourg., *Fret ferroviaire et tourisme, leviers de développement des Ports Normands Associés*, 2011.

Ports de Paris., *Port Seine Métropole, un projet de plateforme trimodale pour une croissance verte*, 2011.

Saint-Lô Agglomération., *Saint-Lô Agglomération signataire de la plate-forme commune des acteurs bas-normands en faveur d'une Ligne Nouvelle Paris-Normandie*, 2011.

Seine Aval., *Avec la LNPN, Seine Aval un atout pour l'Axe Seine*, 2011.

Syndicat des Transport de la Région Île-de-France (STIF)., *Un projet ferroviaire qui s'inscrit dans un système de transports collectifs en mutation*, 2011.

Syndicat Mixte du SCOT du Pays d'Auge., *La LNPN, une locomotive pour le développement durable du Territoire*, 2011.

Syndicat Mixte du Pays Dieppois., *La Ligne Nouvelle Paris-Normandie doit participer au désenclavement du Pays Dieppois – Terroir de Caux*, 2011.

Union des industries Chimiques., *Un projet décisif pour l'attractivité régionale, l'implantation d'investissements nouveaux et la compétitivité des industries chimiques*, 2011.

Union pour la région normande. *Scénario C : solution normande et ambition maritime*, 2011.

Véolia-Transdev., *Un nouvel espace de mobilités ouvert par la LNPN*, 2011.

Vernon Défis., *12 Milliards pour le prestige d'une mégapole*, 2011.

Vernon Train de Vie., *Le point de vue des usagers de Vernon*, 2011.

Ville de Bernay., *La LGV, un enjeu vital pour Bernay*, 2011.

Ville de Dieppe et CCI., *Le bassin dieppois et la Ligne Nouvelle Paris Normandie*, 2011.

Ville de Lisieux et Communauté de commune Lisieux., *Au coeur de la Normandie, la Ville de Lisieux et la Communauté de Communes Lisieux Pays d'Auge croient au projet de LNPN*, 2011.

Ville du Havre., *Le Havre, La Vallée de la Seine et le Grand Paris*, 2011.

Table des matières

Introduction Générale	9
I les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ : fonctionnement d'un système sociotechnique	41
Introduction de la première partie	43
1 Le CTSC comme modalité de réponse à la problématique du réchauffement climatique : genèse et fonctionnement d'un dispositif technique.	47
1.1 Introduction	47
1.2 Le CTSC une solution pour concilier dépendance des sociétés aux énergies fossiles et réduction des émissions de gaz à effet de serre.	47
1.2.1 L'effet de serre et ses contraintes sociales : un problème de cinétique globale.	47
1.2.2 Comment, capter, transporter et stocker du CO ₂ ?	48
1.2.3 Quelle diffusion de cette option technologique pour traiter la question du réchauffement climatique?	52
1.3 Premières expérimentations du CTSC et transformation de ce dispositif technique.	53
1.3.1 Stocker le CO ₂ dans l'océan : une solution originelle contestée.	53
1.3.2 <i>Sleipner</i> : premier projet de stockage géologique de CO ₂ en mer.	56
1.3.3 Stocker le CO ₂ « à l'intérieur des terres », une tentative délicate?	58
1.4 Conclusion	61
2 Utilisation effective ou projetée du CTSC : quelles attentes techniques pour ce dispositif en Europe du Nord ?	65
2.1 Introduction	65
2.2 Les technologies de captage, transport et stockage du CO ₂ en Norvège : un système technique idéal et consensuel?	67
2.2.1 Perceptions des problématiques environnementales par la population nor- végienne et dépendance de l'économie aux hydrocarbures.	69
2.2.2 Développement des technologies de CTSC en Norvège : quels instruments politiques mobilisés?	70

2.2.3	Un dispositif technique dont l'utilisation est contestée par d'autres protagonistes.	73
2.2.4	Le CTSC en Norvège : un dispositif technique existant soulevant des attentes sociotechniques divergentes.	76
2.3	Les technologies CTSC au Royaume-Uni : instrument d'une production d'électricité décarbonée et révélateur de tensions politiques.	78
2.3.1	Le Royaume-Uni : un état fortement dépendant des énergies fossiles pour sa production d'énergie au contexte géologique favorable.	79
2.3.2	Quelle stratégie du gouvernement britannique pour déployer le CTSC?	81
2.3.3	Le CTSC en Écosse : source de tensions entre Édimbourg et Westminster.	83
2.3.4	Les technologies de captage, transport et stockage du CO ₂ au Royaume-Uni : une configuration géologique favorable, une stratégie maladroite et des tensions politiques.	90
2.4	Conclusion	92

Conclusion de la première partie **94**

II L'« L'Axe-Seine » : un espace géographique pertinent pour implanter les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ ? **99**

Introduction de la deuxième partie **101**

3 Quelles dynamiques spatiales dans l'espace Axe-Seine ? **105**

3.1	Introduction	105
3.2	Ouverture vers la mer et proximité de l'agglomération parisienne : Quelles voies de développement envisagées pour la Basse-Seine dans les années 1970?	106
3.2.1	Structure socio-spatiale de la Basse-Seine en 1971 : un bref aperçu.	107
3.2.2	Quelle philosophie du Schéma d'aménagement de la Basse-Seine?	107
3.2.3	Le corridor Basse-Seine : un territoire?	109
3.3	Quelle actualisation dans l'aménagement de cet espace : Du grand Paris à l'Axe-Seine.	113
3.3.1	Les origines de la réflexion sur l'Axe-Seine	113
3.3.2	Le Grand Paris « Métropole de l'après Kyoto »	114
3.3.3	L'Axe-Seine : Actualisation du schéma Basse-Seine face à la problématique du réchauffement climatique?	119
3.4	Dynamiques locales engendrées par le projet Axe-Seine.	120
3.4.1	La gestion des flux, principal enjeu des recherches relatives à l'Axe-Seine.	120
3.4.2	Des réalisations illustrant une appropriation essentiellement économique de ce projet de territoire.	122
3.5	Quels profils d'émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'Axe-Seine?	123

3.5.1	Quelles caractéristiques des émissions de gaz à effet de serre dans l’Axe- Seine?	125
3.5.2	Les émissions de gaz à effet de serre dans l’Axe-Seine une problématique multisectorielle : synthèse des premières observations.	131
3.6	Les émissions de CO ₂ dans l’Axe-Seine : une problématique pour quels secteurs d’activité économique?	132
3.6.1	L’industrie du pétrole et du gaz, l’énergie et le traitement des déchets : trois principaux secteurs de CO ₂ dans l’Axe-Seine.	133
3.6.2	Basse-Normandie : des émissions de CO ₂ principalement issues des in- dustries minérales et de l’Agro-alimentaire.	134
3.6.3	L’industrie du pétrole et du gaz : principale source d’émissions de CO ₂ de Haute-Normandie.	135
3.6.4	La production d’énergie et le traitement des déchets : principaux secteurs émetteurs de CO ₂ en Île-de-France.	136
3.6.5	Quelle répartition spatiale des sites compatibles avec l’utilisation des te- chologies de CTSC?	137
3.6.6	Les sites émetteurs de CO ₂ compatibles avec l’utilisation des technologies de CTSC essentiellement localisés en Haute-Normandie.	141
3.7	Résoudre la problématique des émissions de gaz à effet de serre dans l’industrie : quelles orientations retenues dans les différentes régions de l’Axe-Seine?	141
3.8	Conclusion : L’Axe-Seine un territoire potentiellement favorable au captage de CO ₂	144

4 L’espace et ses usages : quels enjeux dans le territoire de l’Axe-Seine au regard d’une potentielle implantation des technologies de CTSC? 147

4.1	Introduction	147
4.2	Structure socio-spatiale de l’Axe-Seine et perception des technologies de CTSC par les populations : indicateur d’une implantation favorable ou conflictuelle des technologies de CTSC.	149
4.2.1	Quelle structure socio-spatiale dans l’Axe-Seine?	149
4.2.2	Le périurbain un espace favorisant la conflictualité des projets d’aména- gement : essai d’identification des espaces périurbains dans l’Axe-Seine.	152
4.2.3	Quelles perceptions de l’idée d’une implantation des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine?	155
4.3	Les zones naturelles protégées, appellations d’origines contrôlées (AOC) et pro- tégées (AOP) : des types d’espace porteurs d’enjeux potentiellement contradic- toires avec la mise en place des technologies de CTSC.	164
4.3.1	Appellations d’origine protégée, appellations d’origine contrôlée : facteurs potentiels d’opposition au CTSC dans l’Axe-Seine?	164
4.3.2	Les zones naturelles protégées : l’Axe-Seine un territoire au patrimoine naturel exceptionnel	166

4.4	Les débats publics dans l’Axe-Seine : révélateurs d’enjeux territoriaux.	170
4.4.1	Le débat public : une procédure davantage utilisée en Haute-Normandie et en Île-de-France.	171
4.4.2	Le prolongement du Grand Canal du Havre, le Port Seine Métropole, la Ligne Nouvelle Paris-Normandie : trois projets participant à la construction de l’Axe-Seine.	173
4.4.3	L’environnement, le cadre de vie et la pertinence d’un projet en termes de développement local : trois enjeux décisifs dans l’éventuelle implantation des technologies de CTSC.	189
4.5	Conclusion	190

Conclusion de la deuxième partie **192**

III Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans « l’Axe-Seine » : quels imaginaires techniques associés à un dispositif en devenir ? **197**

Introduction de la troisième partie **199**

5 Le CTSC dans l’Axe-Seine : Conditions d’apparition et premières attentes relatives à un projet technique. **203**

5.1	Introduction	203
5.2	Entre informations générales relatives aux projets de CTSC en cours et contestations de projets localisés dans l’estuaire de la Seine : récits relatifs aux technologies de CTSC dans la presse quotidienne régionale de Basse-Normandie. . .	204
5.3	Enjeux économiques et projet de démonstration contesté : les technologies de CTSC dans la presse francilienne.	206
5.4	Les technologies de CTSC dans l’estuaire de la Seine : un dispositif technique garant du « charbon propre » ?	209
5.4.1	Le charbon : énergie de substitution économiquement pertinente ?	211
5.4.2	Les technologies de CTSC : clés de la réussite du charbon propre ?	211
5.4.3	Le « charbon propre » : une alternative dénoncée par les associations et les membres du parti écologiste.	213
5.4.4	Le « Charbon propre Mythe ou Réalité » : mise en question des attentes techniques annoncées par les promoteurs des projets de centrale à « charbon propre ».	215
5.5	De l’estuaire à l’Axe-Seine : construction d’un espace pertinent de développement des technologies CTSC.	220
5.5.1	Capter et stocker le CO ₂ de la ZIP de l’estuaire de la Seine : un enjeu européen.	220

5.5.2	La chaire CTSC : stabilisation de l’Axe-Seine comme espace de développement de ce dispositif technique et identification des problématiques relatives à l’utilisation de ces technologies.	229
5.5.3	Démontrer le captage du CO ₂ pour répondre à quels enjeux?	234
5.6	Conclusion : Les récits relatifs aux technologies de CTSC dans l’Axe-Seine : entre projets au service du développement durable d’un territoire et instrument favorable aux seules industries fortement émettrices de gaz à effet de serre.	238

6 2012-2015 : vers une transformation des promesses techno-scientifiques relatives aux technologies de CTSC ? 241

6.1	Introduction	241
6.2	2012-2013 : les technologies de CTSC entre avenir prometteur pour l’estuaire de la Seine et incertitudes à l’échelle internationale.	242
6.2.1	Les technologies de CTSC dans l’estuaire de la Seine : un outil au service du développement du territoire.	243
6.2.2	Les technologies de CTSC dans la presse francilienne : des incertitudes grandissantes quant à la faisabilité du dispositif technique.	247
6.3	Entre facteur d’attractivité pour le territoire et interrogations sur la faisabilité : perceptions des technologies de CTSC par les parties prenantes de l’Axe-Seine?	249
6.4	L’Axe-Seine un territoire industrialisé investi dans des actions de réduction des impacts environnementaux.	249
6.5	Pertinence et limites des technologies de CTSC dans l’Axe-Seine.	252
6.5.1	Les technologies de CTSC : un dispositif technique favorisant la dépendance des sociétés aux énergies fossiles?	252
6.5.2	Un dispositif technique vecteur d’attractivité à long terme pour l’estuaire de la Seine	254
6.5.3	Les technologies de CTSC : un système technique à définir et à démontrer.	256
6.5.4	Valoriser le CO ₂ : une stratégie de développement pour les technologies de CTSC?	262
6.5.5	Les technologies de CTSC : entre dispositif technique incertain et opportunité de développement local à venir.	266
6.6	2013-2015 : Du stockage géologique du CO ₂ à une valorisation.	267
6.6.1	Le NER 300 : un programme de financement des démonstrateurs de CTSC peu efficace?	267
6.6.2	Valoriser le CO ₂ : facteur clé pour réintégrer cette dimension dans l’économie?	270
6.7	Entre persistance et transformation : récits relatifs aux technologies de CTSC pour la période 2014-2015.	275
6.7.1	Les technologies de CTSC : un dispositif techniquement abouti décisif pour réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre.	276

6.7.2	Du CSC au CSCV : vers un dispositif technique associé à l'écologie industrielle et la chimie verte?	277
6.7.3	Stocker du CO ₂ dans l'Axe-Seine : une option technologique scientifiquement invalidée	279
6.7.4	Capter, Transporter et Valoriser le CO ₂ : quand les promesses technologiques font écho aux imaginaires sociotechniques.	279
6.8	Conclusion : La valorisation du CO ₂ , une modalité d'intégration du territoire dans le réseau socio-technique du CTSC pour pérenniser son développement. . .	283

Conclusion de la troisième partie **285**

Conclusion Générale **288**

Résumé/Abstract

Les technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) dans l'Axe-Seine : description des futurs possibles d'un dispositif technique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'idée de capter transporter et stocker du CO₂ pour résoudre le problème du changement climatique a émergé à la fin des années 1970, dans l'esprit du physicien Marchetti (Marchetti 1977). Selon ce chercheur, capter le CO₂ issu des industries pour le stocker géologiquement permettrait de stabiliser la concentration de CO₂ dans l'atmosphère et ainsi réduire les impacts des activités anthropiques sur le réchauffement climatique.

Les technologies – Captage, Transport et Stockage du CO₂ – permettant de concrétiser ce projet se sont stabilisées au cours des années 1980. Cependant, cette solution technique reste actuellement peu diffusée. Dans l'Axe-Seine (du Havre à Paris) une utilisation de ce dispositif technique est envisagée depuis 2006, mais seuls quatre démonstrateurs de captage du CO₂ sont actuellement en fonctionnement. Par ailleurs, ce territoire fait également l'objet d'un projet d'aménagement dont la finalité est de transformer la vallée de la Seine en Métropole de l'après Kyoto (Grumbach 2008). Cette thèse analyse tout d'abord le fonctionnement des technologies de CTSC dans une perspective de sociologie des sciences et des techniques et les promesses technoscientifiques initiales associées à ce dispositif technique. Ensuite, cette recherche examine les dynamiques socio-spatiales de la vallée de la Seine concernant l'environnement.

Enfin, cette thèse par une exploration des récits relatifs aux technologies de CTSC par les promoteurs de ce dispositif technique et des parties prenantes locales, identifie les hybridations potentielles entre ce dispositif technique et les dynamiques socio-spatiales de l'Axe-Seine. Ainsi est-il possible de décrire les futurs possibles des technologies dans l'Axe-Seine. Par ailleurs, dans cette recherche nous questionnons également la place des sciences sociales au côté des sciences de la vie et de la matière dans la dynamique de l'innovation technologique.

Mot clés : Captage, Transport et Stockage du CO₂; Sociologie des Sciences et des Techniques; Axe-Seine; énergie; environnement.

Implementing Carbon Capture and Storage (CCS) in the Seine Waterway Axis: describing potential Futures of a global warming mitigation Technology.

Idea of Capturing Transport and Store CO₂ from industrial facilities in order to reduce global warming appeared at the end of the 1970's in the work of a physician, Marchetti. According to him, capture and store CO₂ from industrial facilities could contribute to a stabilisation of CO₂ atmospheric concentration and then limit the impacts of human activities.

During the 1980's Carbon Capture and Storage Technology (CCS) which could enable such a project became reliable. But worldwide such technical option remain yet seldom used. From 2006, Local Stakeholders of the Seine Waterway Axis territory were willing to implement CCS at an industrial scale. But only four demonstration projects of CO₂ capture are actually operated. Besides Stakeholders of the Seine Waterway Axis manage to transform this industrial territory into the Post Kyoto metropolis.

In this Phd thesis we first analyse initial technoscientific promises related to Carbon Capture and Storage in using Science and Technology Studies theoretical framework. Then we focus on the Seine Waterway Axis territorial dynamics regarding sustainable development. Finally, we focus on narratives related to Carbon Capture and Storage in the Seine Waterway Axis in order to identify hybridations between CCS implementations and territorial dynamics. These cross analysis will enable us to describe potential future of CCS implementation in the Seine Waterway Axis. On an academic level, this Phd thesis also question the role of Social Sciences in technological innovation process.

Keywords: Carbon Capture and Storage; Science and Technology Studies (STS); environment; energy; Seine Waterway Axis.