



HAL
open science

Qu'attend-t-on des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) ? : description de l'avenir potentiel d'un dispositif de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'“ Axe-Seine ”.

Jonas Pigeon

► To cite this version:

Jonas Pigeon. Qu'attend-t-on des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) ? : description de l'avenir potentiel d'un dispositif de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'“ Axe-Seine ”.. Sciences sociales et transitions énergétiques, May 2015, Grenoble, France. hal-02471703

HAL Id: hal-02471703

<https://hal.science/hal-02471703v1>

Submitted on 9 Feb 2020

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.

Qu'attend-t-on des technologies de Captage, Transport et Stockage du CO₂ (CTSC) ? : description de l'avenir potentiel d'un dispositif de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'« Axe-Seine ».

Jonas Pigeon, Doctorant Aménagement de l'espace

UMR 6266 IDEES/Le Havre.

Université du Havre

Introduction

Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ permettent de capter le CO₂ issu des industries, et de le transporter jusqu'à des réservoirs géologiques afin de le stocker. Ainsi, comme l'affirment le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) (2005) ou l'Union Européenne, serait-il possible de réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre. Selon ces institutions, les technologies de CTSC faciliteraient la transition d'une société carbonée à une société décarbonée (GIEC, 2005). Pour ces institutions, le stockage géologique de CO₂ donne en effet suffisamment de temps aux acteurs politiques et économiques pour organiser une société décarbonée.

L'Axe-Seine qui s'étend du Havre à Paris, comme l'ensemble des territoires français et européens, est confrontée à la problématique de réduction des émissions de gaz à effet de serre¹. Cet espace se caractérise toutefois par une forte densité d'émissions de CO₂ issues du secteur industriel. De fait, les technologies de captage, transport et le stockage de CO₂ semblent un outil pertinent pour répondre à la problématique du réchauffement climatique dans un tel territoire. Ainsi en 2007, les acteurs de l'énergie mais aussi les acteurs de l'estuaire de la Seine ont porté une attention particulière à ce dispositif technique². Un projet de réseau à grande échelle était d'ailleurs envisagé (Le Thiez, 2009). Toutefois pour le moment seuls quelques pilotes de démonstrations ont été mis en place dans l'Axe-Seine. Dans cette contribution, nous nous interrogerons sur l'avenir possible de ce dispositif technique dans ce territoire. Nous mobiliserons deux approches : la chorématique (Brunet 1980, 1986 ; Lardon Pivetau 2002) qui propose une forme de modélisation graphique de l'espace anthropisé. Dans cette approche, les dynamiques spatiales fondamentales sont représentées par des formes simples, les chorèmes (Brunet 1980, 1986). Dans cet article, la chorématique permettra de modéliser les dynamiques spatiales de l'Axe-Seine concernant les émissions de CO₂, et les conflits d'usage susceptibles d'être soulevés par ce dispositif technique.

Nous mobiliserons également le concept d'attentes relatives à la technique (*Technological expectations*), développé par Borup et al. (2006). Pour ces chercheurs les représentations d'une technique, des besoins et des attentes auxquelles elle peut répondre ont une dimension performative. Ainsi, les modalités d'utilisations du CTSC envisagées dans l'Axe-Seine sont susceptibles d'être influencées par ces « attentes » relatives à la technique. Cependant, celles-ci sont susceptibles d'évoluer au fil du projet à la fois pour ses promoteurs, mais aussi pour les représentants des

1 Depuis 2010 les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants sont obligées de concevoir un plan climat énergie territoire (PCET) qui est une déclinaison à l'échelle locale des objectifs nationaux

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Plan-climat-energie-territorial.html>. Consulté le 24 mars 2015.

2 Un colloque sur ces technologies a été organisé en 2007 au Havre <http://www.rih-lehavre.com/upload/RIH-ACTES-2007-FR.pdf> Consulté le 24 mars 2015.

territoires susceptibles d'accueillir de telles infrastructures. Par ailleurs, les dynamiques spatiales sont également susceptibles d'avoir une incidence sur les attentes relatives aux technologies de CTSC. Des usages de l'espace destinés à l'habitat ou aux loisirs auront probablement une influence sur des attentes en termes de sécurité du dispositif, ou de préservation du paysage.

Dans cet article, nous décrirons tout d'abord les dynamiques spatiales de l'Axe-Seine relatives aux émissions de CO₂, aux usages de l'espace, et aux conflits d'usage. Cette schématisation de l'Axe-Seine permettra de mettre à jour à la fois des zones industrialisées et fortement émettrices de CO₂ dans lesquelles les technologies de CTSC s'avéreraient pertinentes, mais aussi les zones en tensions socio-spatiales. En nous référant aux tensions voire aux conflits³ autour de projets d'aménagement actuels ou passés nous espérons en dégager les principales causes. Nous nous référons ici à la fois à des conflits antérieurs étudiés par d'autres chercheurs, dans l'espace de l'Axe-Seine (Torre et al., 2006 ; Darly et Torre, 2008), ainsi qu'à l'exploitation d'une base de données sur les projets nuisibles pour l'environnement constituée par France Nature Environnement (FNE)⁴. Bien que réductrice, car recensant essentiellement les projets dans lesquels interviennent les associations membres de France Nature Environnement, cette carte esquissera les usages de l'espace actuellement en tension dans l'Axe-Seine et les acteurs impliqués dans ces débats.

Ensuite, nous reviendrons dans cet article sur les « attentes techniques » relatives aux technologies de captage transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine. Nous nous appuyerons dans un premier temps sur des articles de la presse locale, des actes de colloques, mais aussi des rapports d'études. Nous retracerons ainsi la genèse de ce projet technique et les attentes techniques qui y étaient associées. Dans un second temps, nous reviendrons sur les attentes actuelles relatives à ce dispositif technique en nous appuyant sur les entretiens que nous avons réalisés pour cette recherche.

Dans la dernière partie de notre propos, nous confronterons les dynamiques spatiales aux attentes techniques relatives aux technologies de CTSC. Les premières permettront d'identifier les zones de tensions sur les usages de l'espace liés à la mise en place d'aménagements, et les secondes d'identifier des attentes relatives à ces technologies et leurs transformations dans le temps. Ainsi proposerons-nous un avenir possible pour ce dispositif technique dans l'Axe-Seine.

1. Émissions de gaz à effet de serre et usages de l'espace en conflits : quelles dynamiques spatiales de l'Axe-Seine ?

1.1 L'Axe-Seine : un espace aux profils d'émission de gaz à effet serre diversifiés

Dans une perspective d'aménagement du territoire, utiliser la terminologie Axe-Seine revient à considérer la basse vallée de la Seine dans son unicité. Cette idée d'aménager l'espace de façon cohérente le long du corridor séquanien est relativement ancienne. En 1971, un Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) fixait les grandes orientations pour l'aménagement de cet espace. En 2008, l'idée d'aménager la basse vallée de la Seine a été réactualisée par le succès de l'équipe Grumbach à un concours relatif au futur de la métropole parisienne. Cette équipe proposait d'étendre la métropole parisienne le long de la vallée de la Seine, jusqu'au Havre afin de la connecter aux flux mondiaux. Pour les auteurs de ce projet toutes les métropoles mondiales possèdent un port (Grumbach, 2009). Par ailleurs, l'équipe Grumbach souhaitait également

3 Nous différencions ici comme Torre et al. Tensions et conflit. Selon ces chercheurs, il existe un conflit lorsqu'il y a engagement d'une des parties contre les autres. Cette engagement se traduit à la fois par l'organisation de manifestation, la soumission pétitions et le recours au tribunal administratif.

4 <http://www.fne.asso.fr/fr/nos-actions/sivens/dautres-sivens/la-carte-des-projets-nuisibles.html> consulté le 22 mars 2015.

constituer à cette échelle spatiale la « métropole de l'après Kyoto » : une métropole mondiale, minimisant ses impacts sur l'environnement. Ainsi l'équipe Grumbach envisage-t-elle de développer les mobilités douces, l'agriculture urbaine, ou encore l'écologie industrielle (Grumbach 2009). Mais qu'en est-il des émissions de gaz à effet de serre dans l'Axe-Seine ?

Pour caractériser les émissions de gaz à effet de serre (GES) des régions de l'Axe-Seine, référons-nous aux Schéma Régionaux Climat Air Énergie (SRCAE) des régions Basse-Normandie, Haute-Normandie et Île-de-France. Ces schémas fixent des orientations stratégiques mais non prescriptives, dans les domaines de l'énergie et du climat aux horizons 2020 et 2050. Ils sont devenus obligatoires en 2011 suite à la loi Grenelle 2 (articles 68, 69 et 70). L'état des lieux des émissions de GES issu de ces schémas, ainsi que les caractéristiques d'occupation des sols issues de la base Corine Landcover2006 permettent la modélisation graphique suivante.

Sources d'émissions de gaz à effet de serre dans l'Axe-Seine

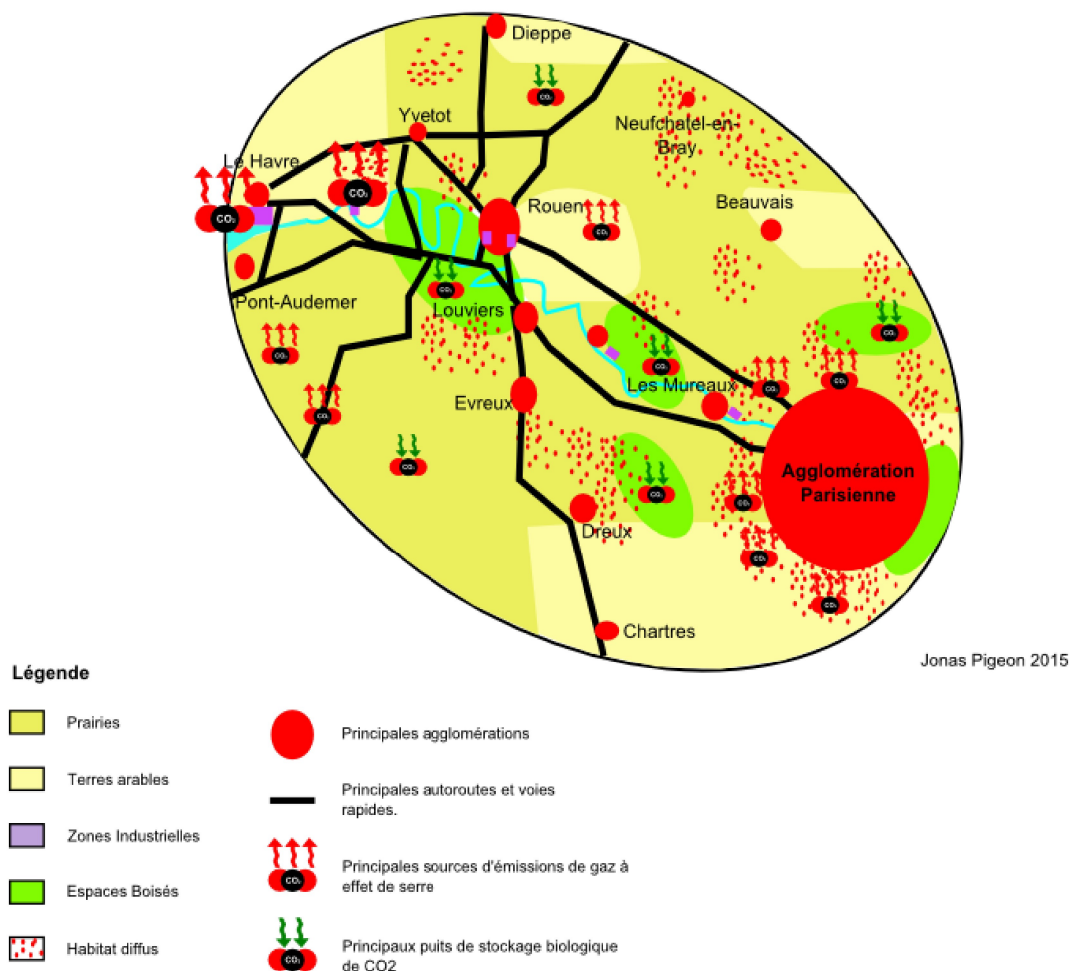


Figure 1 : Principales sources d'émission de CO2 dans l'Axe-Seine (Pigeon 2015)

Cette représentation graphique montre qu'en Basse-Normandie, les émissions régionales de gaz à

effet de serre sont majoritairement issues du secteur agricole. Ces dernières représentent 47 % du total des émissions régionales (SRCAE Basse-Normandie, pp.33). Les prairies et les forêts jouent également dans une moindre mesure, un rôle de puits de carbone stockant biologiquement les gaz à effet de serre. En Haute-Normandie, la majorité des émissions de gaz à effet de serre régionale se concentre dans le secteur industriel (SRCAE Haute-Normandie). Ce secteur représente 63 % des émissions totales de GES de la région (SRCAE Haute-Normandie, pp.51). Enfin en Île-de-France, le secteur résidentiel représente plus d'un tiers (33 %) des émissions régionales de gaz à effet de serre (SRCAE Île-de-France, pp.51). En revanche, la part des GES émis dans les trois régions pour le secteur du transport est comparable (32 % en Île-de-France, contre 20 % et 14 % en Basse et Haute Normandie).

Ces premières données montrent que la problématique des émissions de gaz à effet de serre issues du secteur industriel, est essentiellement une problématique concernant la Haute-Normandie. La finalité des technologies de CTSC est de capter ce type d'émissions. L'utilisation de ces dernières semble donc particulièrement pertinente en Haute-Normandie. Cependant, l'implantation de ces technologies dans l'Axe-Seine n'est-elle pas susceptible d'engendrer des conflits d'usage de l'espace ?

1.2 Protection du milieu naturel dans l'estuaire et concurrence des usages du sol en Île-de-France : quels types de conflits d'usage dans l'Axe-Seine ?

Pour définir les conflits d'usage, référons-nous à la définition donnée par le groupe d'experts ayant rédigé le rapport du Commissariat au Plan (Guérin 2005). Ils définissent cette notion ainsi :

« Les conflits d'usage mettent aux prises des individus entre eux ou des individus et un groupe plus large. Ils peuvent être provoqués par la coexistence dans un même lieu d'activités identiques ou différentes ou par des projets d'implantation de ces activités. Ils ont souvent pour cause immédiate la concurrence pour l'utilisation d'une ressource, l'accès à cette ressource ou à une voie de communication (chemin, sentier) et enfin l'altération de la qualité de la ressource par la pollution ou destruction (air, eau, diversité biologique, cadre de vie, paysage) par différentes nuisances (sonores, olfactives, visuelles). On constate l'existence d'un conflit à partir du moment où l'opposition entre les parties se manifeste sous forme quelconque telles que les plaintes orales, plaintes écrites, altercation physiques, pétitions, campagnes de presse et publications diverses, la constitution ou le rattachement à un groupe de pression, des actes de malveillance, les manifestations ou l'assignation en justice (...) » (Op.cit., pp.14).

Cette définition illustre la diversité des activités qui peuvent faire l'objet de conflit d'usage. De plus, ces experts mais aussi des chercheurs comme Torre et al. (2006) soulignent que les territoires ruraux et périurbains sont davantage les lieux d'expression de cette conflictualité. Ils expliquent ce phénomène par la multifonctionnalité de ces espaces (Op.cit., pp.416). La structuration de l'Axe-Seine évoquée au paragraphe précédent illustre la présence d'espaces périurbains, de fait potentiellement réceptacles de conflits d'usage. Pour caractériser les usages en conflits nous mobiliserons à la fois sur des recherches précédentes ayant pour objet des conflits d'usage dans cet espace, ainsi qu'une base de données proposée par France-Nature Environnement⁵ (FNE) relative aux projets nuisibles pour l'environnement. Cette seconde source ne concerne que les projets dans lesquels sont impliquées des associations du réseau FNE et ayant une dimension environnementale. De fait, d'autres usages en conflit ne sont pas considérés. Toutefois, cette focalisation sur les dimensions environnementales représente également un angle d'approche pertinent pour notre réflexion. Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ soulèveront potentiellement

5 <http://www.fne.asso.fr/fr/nos-actions/sivens/dautres-sivens/la-carte-des-projets-nuisibles.html>. Consulté le 01 avril 2015.

des questionnements de cette nature. Identifier en amont des aires spatiales où la préservation des qualités environnementales est revendiquée semble décisif pour anticiper l'éventuelle implantation des technologies de CTSC. Le schéma chorématique proposé ici représente les différents usages en conflit dans l'Axe-Seine. Les chorèmes utilisés pour illustrer ces conflits sont inspirés des travaux de Michel et Lardon (2001) relatifs aux conflits d'usage en milieu rural.

Les conflits d'usage dans l'Axe-Seine

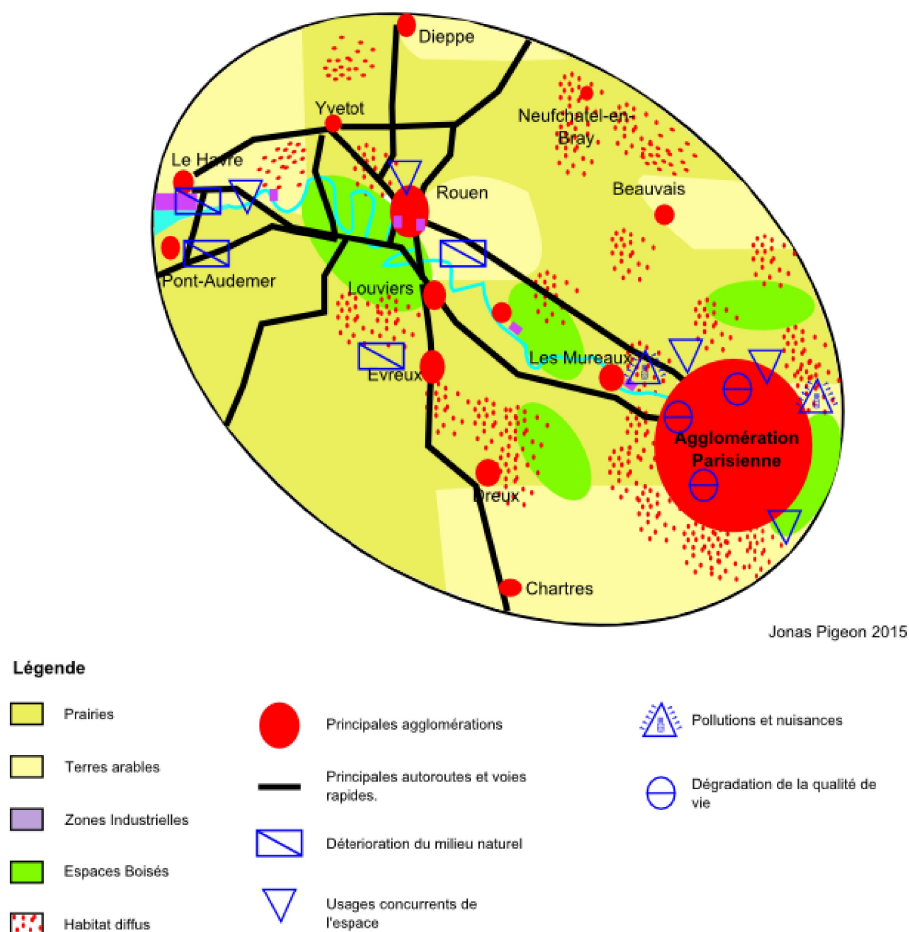


Figure 2 : Types de conflits d'usage dans l'Axe-Seine (Pigeon 2015).

Cette représentation graphique illustre tout d'abord l'importance de la protection du milieu naturel dans l'estuaire de la Seine. Torre et al. (2006, pp. 432-434) soulignent notamment que sur la rive nord de l'estuaire, les infrastructures portuaires, les industries, la réserve naturelle, ainsi que l'agriculture et la chasse rentrent en conflits. Selon eux, les nuisances des activités industrielles sur l'espace naturel, mais aussi les oppositions entre chasseurs et écologistes sur les zones relevant d'un espace à protéger engendrent ces conflits. La base de données de France-Nature-Environnement (FNE) complète ce propos en faisant référence au projet de prolongement du grand canal, et à un projet de prolongement de l'Autoroute A132. Ce projet a pour objectif de mieux desservir Deauville et Trouville. Toutefois, il menace des espèces naturelles vivant dans les marais de la Touques⁶. Dans ces deux zones, la protection du milieu naturel est à l'origine des différents conflits.

Dans la zone médiane de l'Axe-Seine (Rouen-Evreux), la base de données de FNE fait état de trois

⁶ <http://www.lepaysdauge.fr/2014/11/22/la-consultation-publique-pour-l%E2%80%99autoroute-se-terminer-dimanche/>. Consulté le 6 avril 2014.

projets nuisibles pour l'environnement. Deux d'entre eux concernent des infrastructures autoroutières et le troisième, l'achat d'un terrain par un groupe commercial sur un espace agricole. Les projets autoroutiers sont respectivement le contournement est de Rouen et la déviation sud d'Évreux. Ces deux aménagements sont justifiés par la nécessité de décongestionner ces agglomérations et de favoriser l'attractivité des zones d'activités situées en périphérie de ces dernières⁷. Cependant, ces aménagements autoroutiers sont contestés par les associations écologistes car ils menacent des espèces naturelles animales et végétales exceptionnelles. Par ailleurs, l'achat d'un terrain agricole par un groupe commercial relève d'un conflit sur l'utilisation de l'espace. L'association s'opposant à ce projet revendique l'utilité et la nécessité d'une agriculture à proximité des zones urbanisées. L'opposition à ce projet se caractérise par une occupation de la ferme qui devait initialement être détruite, et la remise en culture de ces terrains selon des principes agricoles alternatifs⁸.

En Île-de-France ce schéma illustre plusieurs types de conflits d'usage : ceux relatifs à un maintien de la qualité de vie principalement concentrés au cœur de l'agglomération, ceux relatifs à la transformation des usages de l'espace et enfin, ceux relatifs aux menaces sanitaires. La volonté de maintenir la qualité de vie dans l'agglomération parisienne est principalement exprimée par la nécessité de conserver des espaces verts, ou des espaces non urbanisés. France-Nature-Environnement fait notamment référence à la préservation d'un réservoir d'eau non potable dans le XV^{ème} arrondissement de Paris⁹, et à la préservation d'un bois dans le XVIII^{ème} arrondissement.

Les conflits relatifs à la transformation des usages de l'espace menacent principalement des zones agricoles. Ces aménagements s'inscrivent dans la perspective de l'étalement urbain de l'agglomération parisienne (Darly, 2008), et réduisent la surface des terrains agricoles de qualité. FNE fait référence à trois projets de ce type : le projet de la ZAC des Bordes à Montesson, la construction d'un complexe de loisirs à Gonesse, et l'aménagement du plateau de Saclay¹⁰. Selon Darly (2008, pp.311), les conflits relatifs aux usages agricoles en Île-de-France sont principalement localisés dans les Yvelines (47,4 %) et en Seine et Marne (24,4 %).

Enfin, les aménagements contestés pour des raisons sanitaires, France-Nature-Environnement évoque deux projets : le projet de carrière de gypse sur un ancien site du commissariat à l'énergie atomique (CEA) et le projet du pont d'Achères. L'opposition au projet de carrière de gypse porte principalement sur l'absence d'une dépollution totale du site envisagé. Ce dernier servant précédemment aux expérimentations relatives à la bombe atomique, le taux de radioactivité y est supérieur aux normes en vigueur. Par conséquent, l'exploitation d'une carrière entraînerait la dispersion de cette radioactivité¹¹. La construction d'un pont à Achères est quant à elle contestée car elle entraînerait une hausse du trafic routier. De plus, ce dernier engendrerait davantage de pollution et donc potentiellement, des problèmes sanitaires pour les riverains¹².

Cette succincte description de la conflictualité spatiale soulève plusieurs questions concernant

7 <http://www.liaisona28a13.com/les-objetsifs/>. Consulté le 2 avril 2015.

<http://www.deviation-evreux.fr/les-benefices-attendus/>. Consulté le 2 avril 2015.

8 <http://www.lafermedesbouillons.fr/pourquoi-une-occupation/>. Consulté le 6 avril 2015.

9 <https://respirationparis15.wordpress.com/>. Consulté le 3 avril 2015.

10 <http://www.cadeb.org/wp-content/uploads/2014/09/zac-de-la-borde-a-montesson-communique-de-presse-septembre-2014-def.pdf>. Consulté le 3 avril 2015.

http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/03/26/europa-city-ou-l-art-de-construire-des-pistes-de-ski-en-banlieue-parisienne_1851319_3244.html. Consulté le 3 avril 2015.

<http://www.colos.info/>. Consulté le 3 avril 2015.

11 <http://sauvons.dhuis.fr/>. Consulté le 3 avril 2015.

12 <http://www.non-pont-acheres.org/>. Consulté le 3 avril 2015.

l'implantation de technologies de captage, transport et stockage du CO₂. Nous imaginons en effet que les impacts de ces technologies sur les espaces naturels seront questionnés. De même, ces infrastructures entraîneront probablement des conflits si elles s'implantent dans les zones périurbaines franciliennes, où les tensions liées à la multifonctionnalité des espaces sont déjà exacerbées (Darly 2008, pp.308-309).

Cette première partie relative aux dynamiques spatiales de l'Axe-Seine illustre plusieurs phénomènes permettant d'appréhender l'éventuelle implantation d'un dispositif de CTSC. D'une part, les émissions de gaz à effet de serre issus des activités industrielles sont essentiellement localisées dans le territoire Haut-Normand. D'autre part, la dynamique des conflits d'usage dans cet espace souligne une sensibilité à la protection du milieu naturel à la fois dans l'estuaire, mais aussi dans la zone médiane de l'Axe-Seine. Par ailleurs, nous avons observé une plus grande conflictualité, vis-à-vis des usages concurrents d'un même espace en Île-de-France, particulièrement en ce qui concerne l'agriculture. L'éventuelle mise en place des technologies de CTSC devra donc concilier ou se verra opposer ces différents usages de l'espace. Pour mieux comprendre les potentiels tensions ou conflits véhiculés par les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine, détaillons la genèse et l'évolution de ce projet.

2. Les technologies de Captage, Transports et Stockage du CO₂ : Quelles attentes techniques véhiculées par ce projet ?

2.1 « Le Charbon Propre » contexte d'apparition des technologies de CTSC dans les débats sur le développement durable dans l'Axe-Seine.

Les réflexions relatives aux technologies de CTSC dans l'Axe-Seine ont pour origine un projet d'implantation de deux centrales à charbon utilisant ces technologies, dans la Zone Industriale-portuaire (ZIP) du Havre. Annoncés à l'été 2006, ces projets portés par ENDESA et POWEO ont engendré une controverse et n'ont finalement pas aboutis. La frise chronologique suivante établie à partir d'articles de la presse locale illustre le déroulement de ce conflit.

Chronologie de la controverse sur les centrales à charbon au Havre

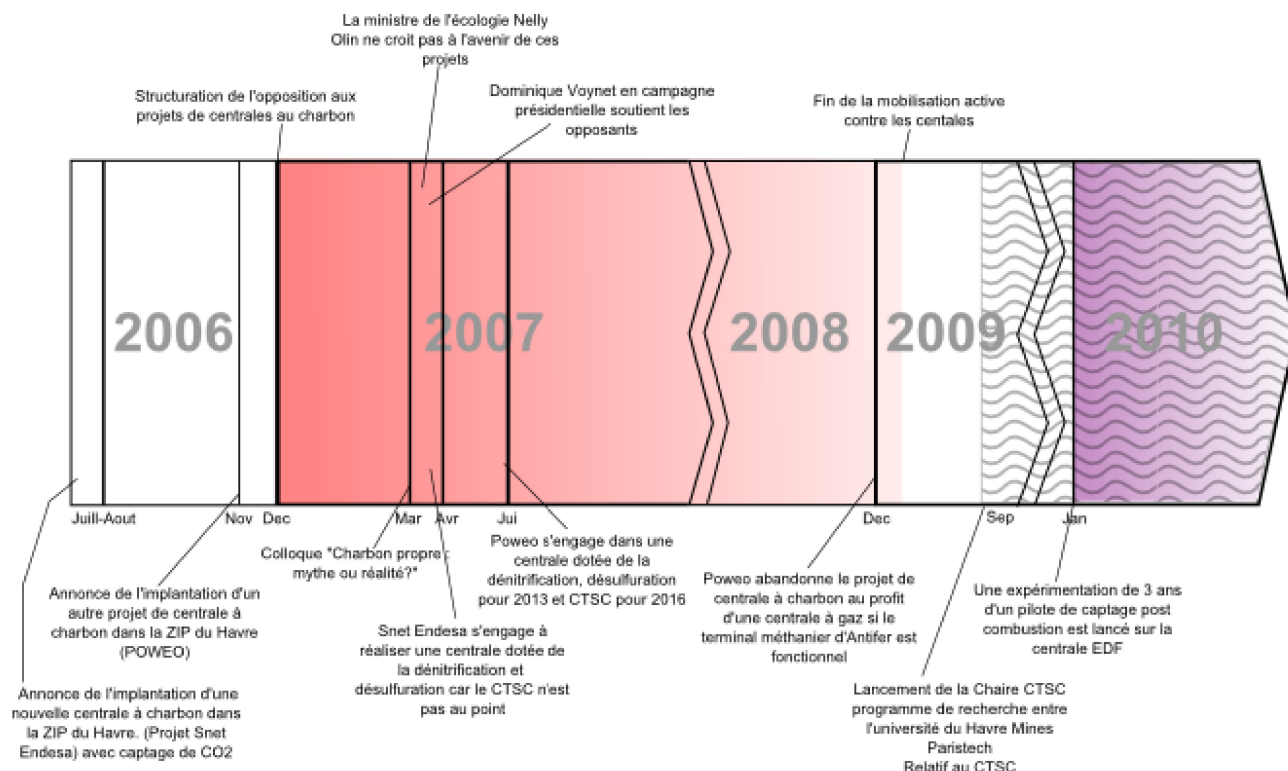


Figure 3 : Chronologie de la controverse sur les centrales à charbon au Havre (Pigeon 2015).

Les prises de positions marquantes de l'opposition à ces projets de centrales à charbon sont mentionnées au-dessus de cette frise chronologique et en dessous, les événements marquant la progression de ces projets. Cette représentation graphique montre également l'évolution des attentes relatives aux technologies de CTSC. Au début la controverse, la chronologie illustre une volonté affichée d'utiliser à court terme, ce dispositif technique à une échelle industrielle. Deux ans plus tard, elle se réduit à la mise en place d'une structure de recherche, et au déploiement d'un démonstrateur de captage sur la centrale existante de la ZIP du Havre. L'opposition des acteurs associatifs à ces projets portera à la fois sur les nuisances sanitaires, mais aussi sur l'inutilité de produire davantage d'énergie en Haute-Normandie¹³.

Attachons-nous maintenant à décrire le contexte général du charbon en 2006-2007, et les attentes relatives au CTSC véhiculées par les promoteurs de ces projets techniques. Nous adopterons une approche similaire à celle développée par Zittoun (2013) concernant la fabrique des politiques publiques. Ce chercheur analyse les discours des hommes politiques pour comprendre comment les solutions proposées par ces derniers répondent à des problématiques sociales, et deviennent des politiques publiques. Zittoun identifie trois moments de la fabrication des politiques publiques : la construction et la propagation des problèmes sociaux, la définition d'une solution, et la propagation de cette solution correspondant à la phase argumentative durant laquelle cette solution s'impose ou non, face à des solutions concurrentes. Examinons maintenant la problématique à laquelle souhaite répondre la mise en place des centrales à charbon dans la ZIP du Havre.

13 Le site du collectif contre les centrales à charbon documente abondamment les nuisances sanitaires liées aux industries et en particulier au charbon en Haute-Normandie. <http://2cn2c.free.fr/>. Consulté le 15 avril 2015.

2.1.1 Le charbon une énergie d'avenir au service de la transition énergétique ?

Pour justifier l'utilisation du charbon à une échelle globale, les protagonistes¹⁴ soutenant l'implantation des projets de centrales à charbon posent la problématique suivante : *Comment répondre à une hausse de la demande en énergie dans un contexte raréfaction du pétrole et du gaz, et de contraintes liées au réchauffement climatique ?*¹⁵

À partir de la presse locale et des actes d'un colloque sur le charbon propre (RIH 2007), résumons les arguments utilisés par les promoteurs de ces technologies pour appuyer le recours à l'utilisation du charbon comme solution à cette problématique :

- le charbon est une matière première abondante (réserves d'environ 200 ans) et géographiquement bien répartie,
- le charbon a un coût économique acceptable et il est facilement stockable,
- le charbon est une énergie flexible pouvant être utilisée instantanément comme réponse à une pointe de consommation électrique, à la différence de l'intermittence des énergies renouvelables,
- les techniques actuelles (désulfuration, dénitrification et dépolluage) permettent de traiter la plupart des émissions polluantes et d'utiliser le plus efficacement possible cette ressource,
- enfin, les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ permettraient à moyen terme, d'éliminer l'ensemble des inconvénients liés à cette ressource.

À l'échelle locale, l'implantation de ces deux nouvelles centrales à charbon utilisant le CTSC est justifiée à la fois par la tradition industrielle du territoire, apte à maîtriser ces technologies, mais aussi comme une opportunité de développement économique du territoire. Le président de la communauté d'agglomération du Havre souligne notamment que le charbon propre est potentiellement une activité créatrice d'emplois pour l'estuaire de la Seine (RIH 2007, pp.7).

Dans cette argumentation, le charbon est envisagé comme une énergie d'avenir car il apporte une réponse flexible à la demande d'énergie. À l'échelle de l'estuaire de la Seine, cette activité permettrait notamment de maintenir ou de développer l'emploi. Par ailleurs, les technologies actuelles et futures réduiront considérablement les impacts de cette énergie sur l'environnement. En 2006-2007, l'attention et les attentes portées aux technologies de captage, transport et stockage du CO₂ pour atteindre l'objectif du charbon propre sont donc très grandes.

2.1.2 Des technologies disponibles à court terme et efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

En 2007, les technologies de CTSC sont encore en phase de recherche et développement. Cependant, les propos du représentant de l'agence internationale de l'énergie lors du colloque sur le charbon propre illustrent les ambitions soulevées par ce dispositif technique (RIH 2007, pp.11-12). Selon lui, la réalisation de douze démonstrateurs d'échelle industrielle, soutenue par un programme européen, réduirait de 13 gigatonnes les émissions de CO₂ des secteurs de l'énergie et de l'industrie. Le coordonnateur des projets recherches européens sur le CTSC précise quant à lui que les

14 Respectivement le Grand Port Maritime du Havre, les industriels POWEO et ENDESA, mais aussi le président de l'agglomération du Havre, ou encore les experts du charbon intervenant lors des rencontres internationales du Havre en 2007.

15 Rappelons qu'en 2006, le pétrole atteint 50 euros le baril, seuil le plus haut depuis les années 1990.
<http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/bsweb/graph.asp?idbank=001565198>. Consulté le 14 avril 2015.

technologies de captage de CO₂ post-combustion seront à développer en priorité. Ces technologies ne nécessitent pas de modification des installations existantes car les fumées sont captées à la sortie du procédé industriel. Elles sont donc faciles à mettre en place. Pour les autres techniques de captage (précombustion et oxycombustion), les recherches sont selon lui prometteuses. La précombustion permet d'ôter le CO₂ des hydrocarbures avant la combustion. Cette technique ouvre notamment la voie vers l'utilisation de l'hydrogène dans de multiples activités. L'oxycombustion permettrait quant-à-elle de rendre le captage plus économique. La commercialisation de ces technologies est considérée par cet expert comme plus lointaine. Notons que POWEO envisage d'utiliser un captage de CO₂ Post-combustion sur sa centrale du Havre à partir de 2016 ou 2017 (Le Havre-Libre 21 06 2007).

Pour le stockage du CO₂, plusieurs types de réservoirs sont identifiés. Pour un expert de l'institut français du pétrole : les réservoirs d'hydrocarbures en fin d'exploitation, des aquifères salins situés à plus de 1000 mètres sous la surface du sol, ou les veines de charbon inexploitées sont adaptés au stockage de CO₂. Selon lui, le stockage dans des réservoirs d'hydrocarbures présente plusieurs avantages. Tout d'abord en tant que solvant, le CO₂ améliore la production des réservoirs en fin d'exploitation. Ensuite, y stocker du CO₂ ne poserait *a priori* aucun risque, car ils ont prouvé leur intégrité dans le stockage d'hydrocarbures. Enfin, ce type de réservoirs permettrait de stocker 45 % des émissions d'ici 2050 (RIH 2007, pp.80). Un autre expert d'une société de stockage de gaz naturel confirme la longue maîtrise de ces techniques. Toutefois, les effets, de l'acidité du CO₂ sur l'intégrité du réservoir et du puits demeurent peu connus (RIH 2007, pp.93-95). Selon lui, le stockage géologique de CO₂ devait être opérationnel à l'échelle industrielle d'ici 2014.

Ces propos d'experts sur le CTSC montrent l'importance des attentes vis-à-vis de ce dispositif technique pour résoudre la problématique de la hausse de la demande d'énergie, dans un contexte de réchauffement climatique. Le CTSC garantit ici la validité et la pérennité de la solution proposée face à cette problématique. Ces propos tenus en 2007 traduisent un enthousiasme technique (Shackley, Evar 2012) dans la résolution de cette problématique. Durant cette période, ces technologies représentaient une solution optimale pour répondre aux contraintes écologiques, tout en conservant le modèle socio-économique actuel (GIEC 2005).

Dans le contexte de l'Axe-Seine, l'implantation d'un dispositif de captage mutualisé de CO₂ était envisagée pour les zones industrialo-portuaires du Havre et de Port-Jérôme (Le Thiez 2009). Dans ce projet, le CO₂ devait être stocké dans les aquifères salins du bassin parisien ou dans ceux de la mer du nord. La prise de conscience des coûts et des délais de réalisation du CTSC, ainsi que l'opposition locale entraîneront cependant l'annulation des projets de centrales à charbon sur la ZIP du Havre. Les réflexions sur le CTSC se poursuivront dans un programme de recherche et par la mise en place d'un démonstrateur captage de CO₂ dès 2009 sur la centrale EDF. Deux études de faisabilité (technique et sociale) ont notamment été réalisées dès 2009 dans l'estuaire de la Seine (Le Thiez 2009 ; Gravé, Joly et al., 2009).

2.2 Les technologies de CTSC sans le charbon propre : une utilisation à définir.

L'abandon du projet de centrales à charbon dans la ZIP du Havre et plus globalement, la prise de conscience des coûts de réalisation des technologies de CTSC laissent ce dispositif technique sans application clairement définie. De plus, le contexte énergétique s'est lui aussi modifié. Les gaz et pétrole de schiste exploités massivement aux États-Unis à partir de 2009 ont pallié l'épuisement des réserves pétrolières, annoncé comme imminent. L'intérêt pour le charbon s'est donc affaibli. Les réglementations environnementales relatives aux émissions de CO₂ issues des industries se sont elles aussi révélées inefficaces pour favoriser l'utilisation de ces technologies. Le marché du CO₂ n'a pas permis, notamment en raison de la crise de 2008, l'élévation du prix de la tonne de CO₂ émise (Juan 2011, pp.75-77).

Cette évolution des contextes environnemental et énergétique transforme le couplage entre la problématique initiale (demande énergétique croissante et un contexte réglementaire contraignant) et la solution proposée par le CTSC. Les liens entre ces technologies et une problématique prioritaire pour l'agenda politique s'en trouvent donc distendus. En 2012, notre enquête par entretiens¹⁶ a révélé une autre utilisation envisagée pour ce dispositif technique : l'écologie industrielle. Le principe de l'écologie industrielle (ou d'économie circulaire) est de réduire la consommation de matières premières et donc les émissions issues des industries, en favorisant les échanges de coproduits entre les industries localisées à proximité les unes des autres. La plupart des parties prenantes rencontrées mettent en relation ce dispositif technique et l'écologie industrielle. Pour les parties prenantes de l'Axe-Seine, ce type de démarche représente aussi une modalité de réponse des territoires industriels aux problématiques environnementales.

Dans l'estuaire de la Seine, l'écologie industrielle fait l'objet de réflexion depuis 2007¹⁷. Par ailleurs, cette thématique est au cœur du projet Grumbach de construction de « la métropole de l'après Kyoto » pour l'Axe-Seine (Grumbach 2009). Toutefois, entre l'écologie industrielle et les technologies de CTSC des contradictions existent. Le principe de stockage du CO₂ semble contraire à la logique de valorisation des coproduits, fondement des démarches d'économie circulaire. Ainsi, le développement de ces technologies au service de l'écologie industrielle induirait une transformation de ce dispositif technique. La valorisation du CO₂ serait donc privilégiée par rapport au stockage géologique. Dans l'Axe-Seine, cette orientation a des applications concrètes. Une usine de traitement des déchets industriels de la ZIP du Havre capte son CO₂ depuis 2011 pour le valoriser auprès d'autres industriels¹⁸ et une autre unité de production d'hydrogène envisage également de capter son CO₂ pour le valoriser auprès des industries agro-alimentaires¹⁹.

3. Conclusion : Les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ dans l'Axe-Seine : un dispositif au service de l'écologie industrielle.

La vision de l'avenir associée aux technologies de CTSC est celle d'une société dépendante des énergies carbonées, palliant l'intermittence des énergies renouvelables. L'utilisation des technologies de CTSC permettrait donc la poursuite du modèle de société actuelle tout en réduisant considérablement les émissions de gaz à effet de serre (GIEC 2005). L'Axe-Seine et notamment l'estuaire, en tant que territoire industriel fortement émetteur de CO₂ est particulièrement concerné par ce problème. Les acteurs du territoire se sont donc mobilisés autour de ce dispositif technique. Cependant, les attentes ambitieuses relatives à ces technologies ont été déçues. La prise de conscience des coûts de réalisation de ces technologies, mais aussi l'évolution du contexte énergétique et des réglementations environnementales ont réduit l'espoir d'une utilisation rapide de ces technologies.

L'écologie industrielle, représentation concurrente de l'avenir des territoires industriels dans un contexte de limitations des impacts environnementaux, s'est substituée aux technologies de CTSC en haut de l'agenda des décideurs locaux. Dans cette perspective, ce dispositif technique devient un

16 Des représentants d'associations d'industrielles, des élus locaux et régionaux, ou encore des représentants d'associations écologistes.

17 La CCI du Havre met en place une commission sur ce sujet depuis 2007.

18 <http://www.latribune.fr/green-business/l-actualite/20110616trib000629778/une-unite-pilote-de-captage-du-co2-installee-a-rouen.html>. Consulté le 23 avril 2015.

19 <http://www.latribune.fr/green-business/l-actualite/20120924trib000721046/air-liquide-pose-la-premiere-pierre-d-une-filiere-hydrogene-francaise.html>. Consulté le 23 avril 2015.

instrument permettant l'échange d'un nouveau coproduit industriel, le CO₂, dont les utilisations restent à inventer²⁰. La substitution du stockage géologique comme finalité par la valorisation du CO₂ a plusieurs conséquences. Tout d'abord, les quantités de CO₂ captées seront probablement plus réduites et correspondront aux options de valorisation disponibles, ou aux nouvelles utilisations de ce gaz. Ensuite dans cette logique d'écologie industrielle, les émissions de CO₂ seront probablement réduites grâce à l'échange de coproduits entre les industries, réduisant ainsi les consommations d'énergie et donc les émissions de gaz à effet de serre. Enfin, l'argument en faveur de la valorisation du CO₂ limite également les oppositions potentielles vis-à-vis du stockage géologique. Dans l'Axe-Seine, le bassin parisien et notamment la région du Mantois sont potentiellement adaptés au stockage géologique de CO₂. Toutefois, ces territoires font l'objet d'une intense concurrence concernant les usages de l'espace. Ainsi, y implanter un stockage géologique de CO₂ serait donc probablement source de conflits.

Dans l'Axe-Seine, l'avenir potentiel des technologies de captage, transport et stockage du CO₂ relève donc *a priori* davantage de l'écologie industrielle. Comme instrument au service de cette ambition largement partagée dans ce territoire, les technologies de CTSC pourraient être développées de façon incrémentale, et ainsi donner lieu à long terme, à un renouveau de la chimie verte facteur d'attractivité pour le territoire.

Remerciements à Olivier Joly pour ses conseils et ses relectures attentives de cette contribution.

Bibliographie

- Borup M., Brown N. et al., (2006), « The Sociology of Expectations in Science and Technology », *Technology Analysis & Strategic Management*, vol.18, n°3/4, pp.285-298.
- Brunet R., (1980), « La composition des modèles dans l'analyse spatiale », *L'Espace géographique*, vol.9, n°4, pp.253-265.
- Brunet R., (1986), « La carte-modèle et les chorèmes », *Mappemonde*, n°4, pp.2-6.
- Darly S., Torre A., (2008), « Conflits liés aux espaces agricoles et périmètres de gouvernance en Île-de France », *Géocarrefour* [En ligne], Vol. 83/4, mis en ligne le 31 décembre 2011. URL : <http://geocarrefour.revues.org/index7065.html>. Consulté le 24 avril 2015.
- Hansson, A. (2012). « Colonizing the future », in : Markusson N., Shackley S., Evar B., *The social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, Londres, Routledge, pp. 7490.
- Juan S., (2011), *La transition écologique*, Toulouse, Eres.
- Lardon S., Piveteau V., (2005), « Méthodologie de diagnostic pour le projet de territoire : une approche par les modèles spatiaux », *Géocarrefour*, [En ligne], vol. 80/2 | 2005, mis en ligne le 01 janvier 2008, consulté le 24 avril 2015. URL : <http://geocarrefour.revues.org/980> ; DOI : 10.4000/geocarrefour.980.
- Michel C., Lardon S., (2001), « L'accès aux espaces naturel : l'apport des chorèmes à la gestion des conflits d'usage », *Mappemonde*, Vol.62, n°2, pp.2-5. Disponible en ligne : <http://www.mgm.fr/PUB/Mappemonde/M201/Lardon-Michel.pdf>. Consulté le 28 avril 2015.
- Shackley S., Evar B., (2012). « Up and down with CCS, the issue attention cycle and the political dynamics of decarbonisation » in : Markusson N., Shackley S., Evar B. *The Social Dynamics of Carbon Capture and Storage*, Londres, Routledge, pp.149-171.
- Torre A. et al. (2006), « Conflits et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains. Le

20 « C'est juste pour rappeler que le fameux CO₂, le grand méchant que l'on montre du doigt (...) même s'il y a des problèmes avec, est une matière extrêmement intéressante à partir de laquelle nous sommes en train de développer tout une nouvelle chimie.(...) Nous venons de rendre un rapport au Ministère du Plan d'Arabie Saoudite qui nous a demandé d'évaluer le potentiel des nouvelles valorisations du CO₂ comme outil de diversification de leur économie. Ils sont vraiment en train de préparer l'après pétrole avec des approches de ce genre. » Suren Erkman, spécialiste de l'écologie industrielle lors d'une conférence à Notre Dame de Gravenchon le 6 mai 2009.

cas de six zones géographiques françaises », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n°3, pp.415-453. Disponible en ligne URL : www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2006-3-page-415.htm. DOI : 10.3917/reru.063.0415. Consulté le 24 avril 2015.

Zittoun P., (2013), *La Fabrique des politiques publiques une approche pragmatique de l'action publique*, Paris, Presses de Sciences Po.

Rapports administratifs

Guerin M., (2005), *Horizons 2020 : Conflits d'usage dans les territoires, quel nouveau rôle pour l'État ?*, La Documentation française. Disponible en ligne : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/064000304.pdf>. Consulté le 24 avril 2015.

Gravé P., Joly O., et al., (2009), *Étude de l'acceptabilité sociale d'un pilote de Captage, Transport et Stockage (CTS) du CO₂ dans l'estuaire de la Seine*, IDEES/Cirtai pour Le Havre Développement et L'ADEME.

Grumbach A.,(2009), *Seine Métropole : Paris, Rouen, Le Havre, Établissement Public de la Maîtrise d'Ouvrage des travaux Culturel (EMOC)*. Disponible en ligne : <http://www.ateliergrandparis.fr/aigp/conseil/grumbach/GRUMACHlc02.pdf>. Consulté le 24 avril 2015.

Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC), (2005), *Piégeage et stockage du dioxyde de carbone. Résumé à l'intention des décideurs et résumé technique*. Disponible en ligne : https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_fr.pdf. Consulté le 24 avril 2015.

Le Thiez P., (2009), *Captage, Transport et Stockage du CO₂ : Étude de préféabilité d'une chaîne de CTS intégrée au Havre (résumé de l'étude)*, Géogreen pour Le Havre Développement.

Rencontres Internationales du Havre (RIH) (2007), *Charbon propre : mythe ou réalité. Au cœur de l'équation énergie-climat, le captage et stockage du CO₂*. Actes de colloque. Disponible en ligne : <http://www.rih-lehavre.com/upload/RIH-ACTES-2007-FR.pdf>. Consulté le 24 avril 2015.

Schéma Régional du Climat de l'Air et L'Énergie de L'Île-de-France, (SRCAE-IDF) 2012. Disponible en ligne : http://www.srcae-idf.fr/IMG/pdf/SRCAE_-_Ile-de-France_version_decembre_2012_vdefinitive_avec_couverture_-_v20-12-2012_cle0b1cdf.pdf. Consulté le 24 avril 2015.

Schéma Régional Climat Air Énergie de Haute-Normandie (SRCAE-HN), 2013. Disponible en ligne : http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Derniere_version_SRCAE_compile_cle717542.pdf. Consulté le 24 avril 2015.

Schéma Régional Climat Air Énergie Basse-Normandie (SRCAE-BN), 2013. Disponible en ligne : http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SRCAE_BasseNormandie_2_cle7689af.pdf. Consulté le 24 avril 2015.