

Risque et démonstration, la politique de capture et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) dans l'Union européenne

Rebeca Neri O'Neill et Alain Nadaï

Volume 12, numéro 1, mai 2012

Comprendre et maîtriser les risques techniques et environnementaux : aller au-delà du risque ?

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1015101ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Neri O'Neill, R. & Nadaï, A. (2012). Risque et démonstration, la politique de capture et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) dans l'Union européenne. *VertigO*, 12(1).

Résumé de l'article

La technologie de captage et de stockage du CO₂ regroupe plusieurs techniques industrielles visant à séparer (captage) le dioxyde de carbone de ses sources industrielles et énergétiques, à le transporter vers un lieu de stockage et à l'isoler de l'atmosphère sur le long terme. Cette technologie a été imaginée au cours des années 1970 par des chercheurs et des industriels et faite de quelques applications dans le monde. La dernière décennie a consacré l'émergence d'une politique du CCS dans l'Union Européenne. La Commission européenne s'est engagée, en partenariat avec des acteurs industriels, dans une démarche de « démonstration » du CCS, articulée autour du développement de 10 démonstrateurs à grande échelle d'ici à 2015. Ce processus a été jalonné d'intenses débats et de conflits locaux, notamment en ce qui concerne les risques liés aux fuites de CO₂ à court terme (acidification de milieux de surface ou de nappes souterraines) ou à long terme (manque d'efficacité dans la lutte contre le changement climatique). Ces débats ont aussi porté sur le coût élevé et la pertinence (technologie « bout de chaîne ») de l'option CCS par rapport à des actions de maîtrise de la demande d'énergie ou au développement d'énergies non carbonées. Notre article analyse l'articulation entre démonstration et définition du risque en retraçant, au fil de l'émergence de la politique européenne du CCS et de sa constitution en « politique de démonstration », les modalités au travers desquelles les protagonistes de ce processus mobilisent des cadres normatifs, stabilisés ou émergents, sur les risques.

Rebeca Neri O'Neill et Alain Nadaï

Risque et démonstration, la politique de capture et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) dans l'Union européenne

Introduction

- 1 La technologie de captage et de stockage du CO₂ souvent appelée « CCS¹ » regroupe plusieurs techniques industrielles visant à séparer (captage) le dioxyde de carbone de ses sources industrielles et énergétiques, à le transporter vers un lieu de stockage et à l'isoler de l'atmosphère sur le long terme (GIEC, 2005a). Elle s'applique exclusivement aux secteurs industriel et énergétique. Elle permettrait à réduire les émissions de CO₂ dans l'atmosphère tout en prorogeant la possibilité d'utiliser des énergies fossiles durant la transition vers les énergies renouvelables.
- 2 Il existe encore peu de projets CCS dans le monde (6 projets d'échelle industrielle, 5 pilotes). Le CCS existe aujourd'hui à différents stades de maturité allant de la recherche en laboratoire, à des prototypes et formes commerciales (cf. Tableau 1, tableau des techniques). Pour les promoteurs du CCS, la nécessité de développer cette technologie se fonde sur les risques liés au changement climatique et les prévisions d'épuisement des ressources fossiles au niveau mondial (AIE, 2002).

Tableau 1. Les techniques de technologie de captage et de stockage du CO₂

Les systèmes de captage de CO ₂		
Post-combustion	Pré-combustion	Oxy-combustion
Constitue le système de capture le plus développé à l'état commercial et le plus étudié. La combustion de matières fossiles génère une fumée qui mélange différents gaz, principalement de l'azote. Avec l'aide notamment d'un solvant liquide, on capture du CO₂ diffus dans le courant gazeux de la post-combustion. Les efforts de recherche se concentrent dans la performance des solvants, vu que le procédé technique est déjà complètement développé.	Ce procédé est le moins étudié. Il demande un système de gazéification de la matière fossile. L'objectif est de capturer le CO₂ avant la combustion de la matière fossile, pour cela on parle de décarbonisation. Dans un premier réacteur, on transforme le combustible en gaz de synthèse. Il en sort un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H₂), envoyés dans un deuxième réacteur, appelé de reconversion. On opère à une réaction entre le monoxyde de carbone et la vapeur, pour obtenir plus d'hydrogène et du CO₂, destiné au stockage. À ce stade, il y a la séparation de deux composants.	Ce système, ayant déjà beaucoup d'études et de projets, pourrait avoir l'avantage d'être très performant en termes de volume de captage de CO₂, supérieur à 90 %. Dans la pratique, des questions techniques se posent, notamment sur la pureté du CO₂ obtenu, ou sur le contrôle d'opérations hautement réactionnelles. Le principe est de réaliser la combustion de la matière primaire avec de l'oxygène pur au moins à 95 %. L'obtention de l'oxygène pur est une étape particulièrement coûteuse. Les efforts se concentrent dans l'utilisation de la boucle chimique afin de produire de l'oxygène à bas coût.

Les options techniques du stockage du CO₂

Méthodes et lieux de stockage		État actuel des recherches
Géologique	Dans les puits de pétrole et gaz (en état d'exploitation ou abandonné)	Opérationnel. Couplage avec des techniques d'extraction du pétrole (EOR).
	Dans des aquifères salins	En étude et opérationnel : formations géologiques peu connues, mais compte avec le projet industriel de Sleipner.
	Dans les mines de charbon inexploitées	En étude, peu de projets. Peu avoir couplage avec techniques d'extraction du méthane
Océanique	Dans l'océan par dilution (fertilisation des océans)	Option nulle pour le (CCS)
	Dans l'océan par formation de lac	Option interdite en Europe. Problème d'acidification de l'eau.
Carbonates, minérale	Par réaction et transformation en carbonates minéraux	Option en étude R&D.

Source : GIEC, 2005a.

- 3 Cette technologie a été imaginée au cours des années 1970 par des chercheurs et des industriels principalement venus du secteur de l'énergie (Marchetti, 1976). Elle a depuis bénéficié d'un soutien croissant au niveau international. Dans l'Union européenne (UE), la dernière décennie a consacré l'émergence d'une politique du CCS (UE, 2009a), doublé d'un positionnement progressif de la technologie au cœur de la politique énergie-climat. Au fil de ce processus, la Commission européenne s'est engagée, en partenariat avec des acteurs industriels, dans

une démarche de « démonstration » du CCS, articulée autour du développement de 10 démonstrateurs à grande échelle d'ici à 2015. Le processus européen se caractérise ainsi par la rapidité d'émergence d'un cadre institutionnel dédié et l'importance des moyens politiques, économiques et réglementaires mis en œuvre.

- 4 Ce processus a été jalonné d'intenses débats et de conflits locaux, notamment en ce qui concerne les risques liés aux fuites de CO₂ à court terme (acidification de milieux de surface ou de nappes souterraines) ou à long terme (manque d'efficacité dans la lutte contre le changement climatique). Ces débats ont aussi porté sur le coût élevé et la pertinence (technologie « bout de chaîne ») de l'option CCS par rapport à des actions de maîtrise de la demande d'énergie ou au développement d'énergies non carbonées.
- 5 Le CCS vient en cela rejoindre d'autres technologies touchant au sous-sol et tout aussi vivement dénoncées par des associations environnementales, telles que le stockage de déchets nucléaires (Barthe, 2006) et très récemment, l'extraction des gaz de schiste (FR, 2011). Il s'en distingue néanmoins, à notre sens, par le déplacement d'un certain nombre d'incertitudes dans un registre argumentatif spécifique articulé autour de la notion de « démonstration technologique ».
- 6 Notre article propose d'analyser l'articulation entre démonstration et définition du risque en retraçant, au fil de l'émergence de la politique européenne du CCS et de sa constitution en « politique de démonstration », les modalités au travers desquelles les protagonistes de ce processus mobilisent des cadres normatifs, stabilisés ou émergents, sur les risques. La première partie de cet article présente le cadre et le matériel à la base de notre analyse. La seconde partie analyse le processus d'émergence de la politique CCS dans l'UE et sa trajectoire argumentative. Elle s'appuie sur une analyse de moyenne période (1976-2010) et sur une enquête de l'activité d'un réseau d'acteurs impliqués dans le développement du CCS : la « European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants » (ZEP). La troisième partie discute sur cette base la relation de définition du risque associé au CCS dans l'UE.

Risque, démonstration et trajectoire argumentative

Démonstration et relation : définition du risque

- 7 L'émergence et la démonstration du CCS dans l'UE ne peuvent être comprises en dehors de la problématique de création de risques nouveaux. Le risque est bien souvent constitué comme un attribut décisif de la technologie. Il en oriente le développement en favorisant les trajectoires suspectées les plus avantageuses (réduction des risques, optimisation coût-bénéfice, selon les cas). Néanmoins, la constitution de cet attribut est prise dans les rais de la dynamique d'innovation. Le passage à ce qu'il est courant d'appeler le démonstrateur technologique peut-être crucial de ce point de vue. Dans le cas du CCS, « démontrer » exige de mettre en pression des réservoirs géologiques pour en tester la réaction : il est nécessaire d'injecter de grandes quantités de CO₂. L'échelle, d'emblée industrielle, de cette expérimentation impose un plan d'épreuve qui dimensionne la performance technologique tout autant que l'ampleur des risques qui lui sont potentiellement associés. Le plaidoyer technologique, déjà reconnu comme une dimension du processus d'innovation (Hekkert et al. 2007), semble acquérir dans ce contexte de démonstration un rôle d'autant plus constitutif.
- 8 Notre article s'appuie sur une caractérisation de la démonstration comme processus sociologique (Rosental, 2003a) : la démonstration articule ostentation et preuve, selon des degrés variables, tout en jouant sur la frontière entre montrer et cacher (« dé-montrer ») afin de constituer un objet comme réalité partagée. Nous utilisons cette approche afin d'analyser l'articulation entre la démonstration du CCS dans l'UE et la « relation de définition » du risque (Beck, 1992). Le sociologue Ulrich Beck désigne par ce terme le processus de définition et la répartition des risques, dans un contexte de remise en question des savoirs scientifiques.
- 9 Depuis les années 90, la technologie du CCS, et tout particulièrement la technique de stockage géologique du CO₂, a été soumise à un processus continu d'expertise et d'évaluation de risques. Les risques qui lui sont aujourd'hui associés combinent l'immatérialité de définitions avec une matérialité fabriquée par les experts, les gouvernements et l'industrie au fil des tentatives de démonstration de cette technologie (modèles, références à des analogues, expérimentations,

mesures, etc.). Cette construction des risques est inséparable des controverses qui accompagnent les tentatives de démonstration sur site au niveau local. La relation de définition du risque est donc un processus complexe. Les risques jugés faibles par les développeurs de projets peuvent être redéfinis au travers de collectifs locaux ou globaux qui se dotent de compétences juridiques et scientifiques pour ce faire. Dans ce contexte, le travail d'argumentation que déploient les acteurs autour des risques devient décisif.

Trajectoire argumentative et ethnographie d'une démonstration

- 10 Afin de suivre cette relation de définition des risques du CCS dans l'UE, nous développons une analyse à deux niveaux. Le processus d'émergence de la politique européenne du CCS est, d'une part, analysé sur le long cours, depuis l'émergence du concept du CCS en sciences dans les années 70 jusqu'à l'adoption d'un cadre réglementaire européen en 2009. Cette analyse est conduite en suivant la trajectoire argumentative du CCS, définie comme : « [...] *le chemin parcouru par un argument ou un ensemble d'arguments à travers une série d'épreuves dans lesquelles se définit, à travers des controverses ou des polémiques, sa portée dans des arènes publiques, de sorte qu'il pourra, le cas échéant, être repris par des acteurs qui n'ont pas participé à sa genèse* » (Chateauraynaud, 2011). Au-delà de leur contenu linguistique, les arguments ont une existence sociologique. Ils se consolident au fil du temps, gagnent en résistance ou en fragilité, en fonction de cadres de légitimité associés aux arènes dans lesquelles ils se déploient. Ces cadres leur confèrent une force, une portée, au sens d'une capacité à circuler au-delà des arènes dans lesquelles ils émergent (Chateauraynaud, 2004).
- 11 Nous suivons donc les modalités au travers desquelles le concept du CCS est progressivement associé à un référentiel et une échelle industrielle qui permettent de le légitimer comme solution potentielle à la réduction des émissions de CO₂ pour, dans un second temps, l'inscrire au cœur de la politique énergie-climat de l'UE. Le CCS bénéficie ainsi d'une légitimation et d'un cadrage politique qui mettent sa finalité comme ses risques en perspective par rapport au dossier énergie-climat. Ce travail d'assemblage de la technologie dans l'arène politique et réglementaire européenne permet son passage progressif en quelques années du statut d'hypothèse à celui de solution technologique dans le dossier énergie-climat. Cette affirmation du CCS au rang de solution technologique s'accompagne d'un basculement dans le registre de la démonstration, destinée à asseoir le bien-fondé de la solution préconisée.
- 12 La formulation et la construction du risque, qui accompagne ce basculement, se déplacent aussi. Elles passent d'une logique de mise en représentation des risques (p.ex. observation/suivi, catégorisation, évaluation) en tant qu'attribut potentiel de la technologie, à une démarche de gestion qui conçoit le risque comme une variable d'orientation du déploiement technologique. On assiste donc à un retournement en quelque sorte analogue en matière d'approche du risque. Avec l'affirmation du CCS au rang de solution technologique, le risque devient une variable d'orientation de sa propre construction.
- 13 Afin de saisir ces déplacements et la manière dont ils sont promus, cet article s'appuie aussi sur l'observation ethnographique de l'activité récente de la European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants ZEP. La sociologie de la démonstration (Rosental, 2003b) constitue une perspective intéressante pour conduire notre analyse à ce niveau. La démonstration vise à constituer un objet comme réalité partagée. Rosental la décrit (en sciences cognitives) comme un processus reposant sur une économie sélective et imparfaite de l'accès à l'objet et à sa mise en représentation (Rosental, 2003b). Elle procède notamment en resserrant cet accès sur un nombre limité d'acteurs (p. ex. passage des forums internet aux revues disciplinaires dans le cas de la démonstration du théorème d'Elkan en mathématique) et en évoluant vers des reformulations offrant une flexibilité interprétative² favorable à un « accord apparent ». La « dé-monstration », comme la nomme Rosental, procède ainsi d'un jeu entre montrer et cacher (p.ex. sélection de pas logiques dans les démos mathématiques, mise au second plan des incertitudes de résolution dans les « démos » de programmes spatiaux) destiné à « faire apparaître », « mettre en avant », « rendre évident » un objet, le bon fonctionnement d'un dispositif ou la faisabilité d'un projet. Ce constat appelle une attention renouvelée aux pratiques d'ellipse, de sélection, d'approximation et de mise en représentation de l'objet qui permettent

à un collectif même hétérogène d'acteurs, tels que celui de la ZEP, de construire des visions partagées (et partageables) d'un objet.

- 14 Le matériel qui est à la base de notre analyse est constitué de textes réglementaires et documents publics sur la politique de la CCS dans l'Union européenne; d'une quarantaine de comptes-rendus des réunions internes à la ZEP depuis 2005 (année de sa création), d'entretiens avec des membres de la Commission européenne et de la ZEP, et d'un suivi de réunions et de conférence associées à l'activité de cette dernière.

La politique CCS dans l'UE : du concept à la solution, une trajectoire argumentative

- 15 La construction de la politique CCS s'articule étroitement à trois processus politiques dans l'Union européenne. Le premier est le développement de *l'Europe de la Recherche*. Il va de la formulation du Pacte de Croissance et d'Emploi (1993) à l'adoption du Traité de Constitution européenne (UE, 2004c) en passant par le Conseil extraordinaire de mars 2000. Ce dernier consacre la Stratégie dite de Lisbonne (UE, 2000a) qui renouvelle la manière d'organiser la recherche et l'innovation, dans son soutien aussi bien que dans ses modalités. La mise en place d'un espace européen de la recherche (ERA) (UE, 2000b) et l'articulation du développement technologique européen à des partenariats public-privé en constituent des objectifs centraux. À partir de 2004, la Commission (DG Recherche) promeut la mise en place de « plateformes technologiques » (PTE) animées par des représentants de l'industrie et de la recherche, de manière à « aligner la recherche en Europe sur le besoin de l'industrie » (UE, 2004a). Une quarantaine de plateformes sont ainsi constituées de manière à élaborer, chacune sur une technologie, un « agenda stratégique de recherche » (SRA) qui vise à lever les barrières (législatives, économiques, techniques) au développement technologique. Cet ensemble s'accompagne de la mise en place de Programmes Cadres de financement de la Recherche et Développement (PCRD) (ou « Framework Programmes » [FP]).

Tableau 2. Les projets de recherche sur le stockage géologique financés par les programmes-cadre successifs et la politique démonstrateurs (FP= Framework Program)

FP3 (1993-1995)	JOULE Project ' The underground disposal of carbon dioxide ' sur la faisabilité du concept
FP4 (1994-1998)	• SACS (aquifer storage, Sleipner, Norway)
FP5 (1998-2002)	• capture: AZEP, GRACE • aquifers: SACS2, CO2STORE • hydrocarbon reservoirs: WEYBURN, NGCAS • coal seams: RECOPO, ICBM • natural analogues: NASCENT • Source-sink scenarios in Europe : GESTCO • Thematic network : CO2NET, CO2NET
FP6 (2002-2006)	• Capture: ENCAP, ISCC, CLC GAS POWER, CACHET • Storage: CO2GeoNet, CO2ReMoVe, EU GeoCapacity, GRASP • Capture and Storage: CASTOR, CO2SINK • Hydrogen production: DYNAMIS (HYPOGEN PHASE 1) • Steel sector: ULCOS • International collaboration : InCA- CO ₂ , INTAS
European demonstration projects and field laboratories	• Sleipner (Norway): 1 Mt/y since 1996 • Snohvit (Norway): 0.75Mt/y starting 2007 • K12B (Netherlands): 100 Kt (2004-2006) • Ketzin (Germany): 60 Kt over a few years, starting 2007 • Esbjerg (Denemark): CASTOR capture pilot plant, 8 Kt/y since 2006 • Montmiral CO ₂ field (France): natural analogue onshore • Lateral (IT), Ciampino (IT), Auvergne (FR), Laarhee see (DE), Gulf of Trieste (IT), Aegean sea (IT): natural seepage areas (terrestrial, lacustrine and marine)

Source : Extraits tirés de la présentation pour le Workshop on Confidence Building in the long-term effectiveness of CCS, Tokyo, Japan, Jan. 24-25, 2007- European Efforts towards CCS and Confidence Building- Isabelle Czernichowski-Lauriol BRGM, Orléans, France CO₂.

- 16 Ces programmes constituent la matrice d'émergence de pratiques de démonstration, qui se diffusent au sein de la Commission et sont institutionnalisées en 2003 dans le cadre du Traité de Constitution européenne (Rosental, 2011). La « démonstration » acquiert à partir de là une place

centrale dans la mission des plateformes technologiques et dans la définition des programmes-cadres successifs³. Ce faisant, elle devient pratique et symbole d'une Europe de recherche technologique en même temps qu'un mode de communication auprès pouvoir politique sur les programmes de recherche. Dès 2004, et surtout en 2005 dans le cas de la ZEP et du CCS, son opérationnalisation au travers des plateformes technologiques en fait une finalité pour ces plateformes : elle contribue à ériger la démonstration technologique en objectif politique dans le champ du CCS.

- 17 Le second processus concerne les *développements internationaux autour de la technologie CCS, en lien avec la montée progressive de l'enjeu climatique* (c.-à-d. protocole de Kyoto [ONU, 1998], engagements européens et rapports d'évaluation successifs du Groupement Intergouvernemental d'Experts sur le Changement climatique [GIEC]). Ces développements internationaux comprennent les premiers succès industriels du CCS (Sleipner 1995, Weyburn 2000), mais aussi l'émergence des premiers débats et oppositions à la technologie. D'abord locales, ces oppositions à propos du projet Hawaï (1997-2002) sont suivies d'une prise de position plus générique, notamment par Greenpeace à l'occasion d'une tentative de déplacement de ce projet vers la Norvège. Ces développements ouvrent sur l'abandon du stockage océanique, mais valent aussi à la technologie de retenir l'intérêt du GIEC dès 2002 et de faire l'objet d'un Rapport Spécial (SRCCS) en 2005 (GIEC, 2005a). Ce dernier constitue un pas décisif dans la légitimation du stockage géologique.
- 18 Enfin, le troisième processus est relatif à *l'émergence et à la mise en application de la politique Energie Climat de l'UE*. Il va des premières communications sur l'Europe de l'énergie dans les années 1980 (UE, 1986), aux Livres Vert puis Blanc sur les énergies renouvelables dans les années 1990 (UE, 1996b, 1997a), puis aux enjeux de sécurité énergétique (UE, 2000c). Ces développements s'articulent à partir des années 2000 aux réflexions relatives aux engagements européens sur la lutte contre le changement climatique (UE, 2000d) pour constituer une approche intégrée des enjeux énergie-climat, progressivement traduite en programme d'action technologique (UE, 2001a, 2005a, 2005 b, 2006 b). En 2007, ces éléments nourrissent une préfiguration du futur paquet énergie-climat (UE, 2007a, 2007 b, 2007c) ainsi que la déclinaison d'un plan d'action technologique permettant de soutenir la réduction souhaitée des émissions de CO₂ (UE, 2007d). Cette préfiguration débouche au cours de l'année 2008 sur l'élaboration du Paquet énergie-climat, adopté par la Commission en 2008, puis par le Conseil en 2009. Ce paquet comprend la Directive sur le stockage géologique du CO₂ comme une de ses trois directives⁴ (UE, 2008a; UE, 2009a).
- 19 L'articulation entre ces trois processus voit donc le CCS passer du statut de notion scientifique ayant connu quelques applications (1970-1996) à celui de technologie industrielle (1996-2002), inscrite comme possible solution aux enjeux énergie-climat dans l'UE (2003-2005), et dont il s'agit de démontrer le bien-fondé par son inscription au cœur de la politique énergie-climat (2005-2008). Le CCS devient dès lors un champ d'application de la démonstration technologique qui est au cœur de l'Europe de la recherche (2008-2010). Au fil de ces déplacements, la technologie du CCS est sujette à des redéfinitions. Celles-ci sont opérées au travers d'un travail argumentatif et d'assemblage qui associe le CCS à des référentiels successifs. Le périmètre de la technologie s'en trouve remanié, notamment en ce qui concerne le collectif qui la porte et le statut conféré aux désaccords sur sa portée et son développement. Enfin, les modalités de cadrage des enjeux de risques qui sont associés à ces assemblages successifs et le rôle conféré au risque évoluent aussi. Ces dimensions et le travail argumentatif qui les sous-tend peuvent être analysés plus en détail en périodisant l'émergence de cette politique de démonstration.

L'émergence du concept scientifique (1970-1996)

- 20 Au milieu des années 1970, le physicien C. Marchetti propose dans un article intitulé « *On Geoengineering and the CO₂ problem* » (Marchetti, 1976) de capter et d'éliminer le CO₂ d'origine industrielle en le dissolvant dans les océans ou en le stockant dans des formations géologiques. Cet article illustre une posture favorable au progrès technologique, défendue plus

largement avec son collègue et économiste William Nordhaus (Nordhaus, 1975), face aux thèses du Club de Rome sur la nécessaire décroissance.

- 21 Le concept de CCS sommeille avant de connaître un regain d'intérêt scientifique au début des années 1990. De premières expériences de stockage océanique sont conduites au Japon. L'AIE annonce plusieurs programmes de recherche sur les « *clean coal technologies* », permettant de consommer les énergies fossiles sans rejeter des gaz à effet de serre (GES). Le concept CCS, légitimé dans des cercles scientifiques, est rapidement pris en compte dans les programmes de recherche internationaux. La conférence de Rio (1992), celle de Kyoto (1997), la première conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP 1, Berlin, 1995) et l'intérêt de l'AIE au travers de la « Climate Technology Initiative » (CTI) constituent des facteurs décisifs de dissémination du concept et de son inscription dans les feuilles de route énergétiques.
- 22 En Europe, les financements pour la recherche deviennent significatifs à partir du milieu des années 1980, mais il faut attendre le troisième PCRD, en 1993, pour que le concept de CCS recueille un intérêt. L'approche des risques associés au CCS est alors abordée de manière très exploratoire, notamment au travers d'analogues naturels (eaux gazeuses, vulcanologie ...) : « *Dans le début des années 90, la question qui était posée (...) c'était de savoir si ça avait un sens déjà, tout bêtement, puisqu'à l'époque on parlait de zéro (...) On en était à dire si on met du CO₂ dans un réservoir on va faire un acide carbonique qui va baisser le ph et qui entraîne un certain nombre de conséquences sur le comportement de roches et de l'aquifère en présence. (...)* » (Entretien, chercheur, France, juin 2010). Les précédents tels que l'épisode du lac Nyos au Cameroun (1986), dont l'éruption de CO₂ avait causé plus de 1700 morts en 1986, constituent des épisodes marquants.
- 23 Au cours de cette période (1990 – 1996), les représentations du risque sont essentiellement développées dans des arènes scientifiques restreintes. Un début de polarisation des positions ne s'en dessine pas moins au sein de ces arènes. La revue « Energy Conversion and Management » et les conférences IEAGHG accueillent à partir de 1992 des analyses prudentes, mais plutôt favorables au CCS, alors que la critique contre le CCS est principalement portée par des biologistes marins « engagés » au sein d'un collectif créé en 1992 au Royaume-Uni : le « Scientists for Global Responsibility » (SGR). Les analyses ont un caractère encore très exploratoire. Elles procèdent de calculs et de raisonnements de principe à partir d'analogues, de conditions de milieu et de propriétés physico-chimiques plutôt génériques du dioxyde de carbone. L'enjeu est de catégoriser les risques potentiels. Ces analyses soulignent les fortes incertitudes quant à l'impact environnemental du stockage océanique (acidification, mortalité de faune) autour des points d'injection (Auerbach et al 1996) ou à grande profondeur (formation de lac de CO₂ au niveau des sédiments) (Harrison et al 1995). Elles pointent aussi les enjeux de sécurité du stockage à long terme (Riemer, 1996). Elles défendent un recours au stockage océanique dans les seuls cas où aucune alternative ne semble praticable (Debaar, 1992). Le précédent du Lac Nyos est constitutif de cette phase, car les raisons qui ont conduit à cette éruption sont encore mal connues et font l'objet d'hypothèses (par ex. sismicité/volcanisme pouvant entraîner un changement de phase liquide/gaz du CO₂, Matthews, 1996; Harrison et al 1995).
- 24 Dans ce contexte, ce sont de premiers projets de développement commercial en lien avec l'extraction de gaz ou de pétrole qui vont susciter l'attention des industriels.

L'association à un référentiel industriel (Sleipner, Weyburn, Hawaï) (1996-2002)

- 25 Au cours de l'année 1996, la compagnie Statoil initie un projet de captage/stockage de CO₂ sur un site d'extraction de méthane en mer du Nord (Sleipner, Norvège). Le principe en est d'extraire par captage le CO₂ inclus dans le méthane, de manière à purifier ce dernier pour pouvoir l'injecter dans les réseaux de pipeline. Le gouvernement Norvégien ayant introduit en 1991 une taxation offshore des émissions de CO₂, Statoil avait décidé de réinjecter en profondeur, au niveau d'un aquifère salin offshore (Utsira) situé au-dessus du gisement de méthane, le CO₂ ainsi extrait (un million de tonnes de CO₂/an). Le projet SACS (« Saline Aquifer CO₂

Storage ») est un projet de recherche et développement qui vient se greffer sur Sleipner à partir de 1998. Il est financé par les industriels du secteur énergétique, l'Union européenne et des fonds nationaux. Il permet à Statoil de suivre et de modéliser le comportement du réservoir, sur les plans géochimique et géophysique, ainsi que de développer des recherches sur les coûts de ce suivi : « (...) Statoil partait avec une connaissance des pétroliers qui font de l'EOR [Enhanced Oil Recovery ou en français, RAP- Récupération assistée du pétrole]. Quand ils ont démarré cette opération, la Commission européenne a décidé de [...] financer des programmes de recherche, pour accompagner les opérations de Statoil (...) Ce n'est pas Statoil qui est venu chercher les gens, c'est la Commission européenne qui a dit, voilà une vraie opportunité pour commencer à travailler sérieusement sur le CCS » (Entretien, chercheur, juin 2010). En tant que première application industrielle, Sleipner marque un tournant dans la trajectoire du CCS. Le pouvoir politique voit dans ce projet un terrain, à la fois site et laboratoire, pour accompagner l'intégration du CCS à un référentiel industriel. Il en va de même d'autres projets industriels qui le suivent de près, tels que Weyburn (Canada/USA-200), conduits par des pétroliers et entretenant une relation directe ou indirecte avec la pratique de l'EOR. Cette pratique consiste à injecter un liquide ou un gaz dans un puits de manière à en augmenter le rendement (mise en pression, réduction de la viscosité du pétrole). L'injection de CO₂ (CO₂-EOR) a été pratiquée depuis une quarantaine d'années par les pétroliers pour des raisons purement économiques. Ce savoir-faire constitue au cours de cette période un point d'appui sur lequel s'étaye l'action publique pour inscrire le CCS dans des savoir-faire et un référentiel industriels. Cette inscription constitue une avancée dans la démonstration de la faisabilité du CCS à grande échelle et la technologie commence à recueillir une attention au-delà des cercles scientifiques. En 2001, dans le cadre des Accords de Marrakech, la Convention des Nations Unies pour le Climat invite le GIEC à préparer une contribution technique sur le CCS pour la deuxième Conférence des parties.

26 La faisabilité du CCS n'est pas pour autant une question résolue. Certaines expérimentations, comme la première expérience de stockage océanique à Hawaï (1997-2001), se déroulent sur un terrain hautement politisé et conflictuel. En décembre 1997, les services du Ministère de l'énergie nord-américain (Department of Energy - DoE) signent avec le Japon et la Norvège un accord de collaboration sur un projet de stockage océanique, visant à en explorer la faisabilité technique et les impacts environnementaux. Le projet suscite des réactions croissantes. En mars 1999, Greenpeace publie un article qui, au-delà du projet d'Hawaï, questionne les fondements du stockage océanique dans des termes qui pourraient tout aussi bien s'appliquer au CCS dans son ensemble : « *Le stockage du dioxyde de carbone dans l'océan soulève des questions éthiques très profondes, notamment parce que cette stratégie implique probablement un état d'équilibre plus défavorable pour les générations futures que celui qui résulterait de l'acceptation de la logique carbone ou de la simple poursuite des tendances actuelles.* ». (Greenpeace Technical Research Laboratories, 1999)

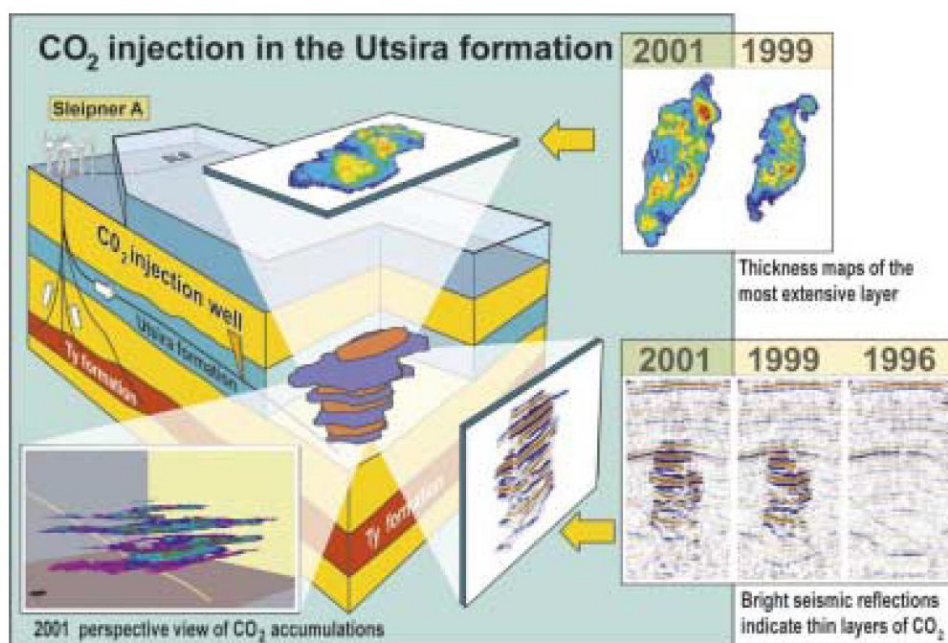
27 En 2001, un avocat d'Hawaï crée la « *Coalition Against CO₂ dumping* ». Ce collectif regroupe des pêcheurs, des porte-parole de l'environnement, des riverains et des activistes de Greenpeace. Ces opposants mettent en cause le caractère scientifique du projet d'Hawaï en pointant des intérêts financiers. La contestation va cependant au-delà du projet lui-même. Elle questionne le bien-fondé de la technologie CCS du fait de ses risques pour l'environnement et la santé : le précédent du lac Nyos est évoqué. Elle remet aussi en cause l'option politique incarnée par le projet d'Hawaï, à savoir le développement d'une technologie en lien avec les énergies fossiles. Les opposants défendent la nécessité de financer le développement des énergies dites renouvelables. Après avoir mis à jour des procédures d'autorisation incomplètes, ils obtiennent l'annulation du projet. L'expérience prend fin à Hawaï, mais les développeurs tentent d'en déplacer la réalisation vers la Norvège, pays d'accueil de Sleipner et d'adoption d'une taxe carbone. La Norwegian Pollution Control Authority (SFT) autorise le développement du projet, mais l'opposition suit le projet au travers de Greenpeace. L'association se saisit de la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR) pour pointer l'illégalité d'un tel projet en Norvège. L'aval du ministre norvégien de l'Environnement, en août 2002, entérine la dimension controversée du stockage océanique : « *La possibilité d'un usage futur de l'océan comme un lieu de stockage pour le CO₂ est controversée. Ce stockage*

n'est peut-être pas en accord avec les règles internationales actuelles relatives à la protection de l'environnement marin et le ministère de l'Environnement doit donc rejeter la demande. » (ministre de l'Environnement, Børge Brende, Press release, 22 août 2002). Cet aval signe aussi une montée en généralité de la contestation initiée à Hawaï et un déplacement du débat sur le CCS. La contre-argumentation portée par Greenpeace ne vise plus uniquement tel ou tel projet de CCS mais pointe les risques potentiellement associés aux « technologies du charbon propre ». Elle porte sur le bien-fondé de ces technologies en affirmant la possibilité de réaliser les nécessaires réductions d'émissions de GES au travers d'une maîtrise de la demande d'énergie et du développement des énergies renouvelables.

28 Le débat prend des allures de controverses sociotechniques (Callon, 1981). Il mêle des aspects techno-scientifiques, sociaux, économiques, politiques, etc. Il fait l'objet de plusieurs options concernant les trajectoires de réduction des émissions de GES (avec ou sans CCS). Ces options sont portées par des groupes sociaux en cours de différenciation (le CCS n'a pas convaincu certains porte-paroles environnementaux) et mobilisés en faveur d'intérêts distincts (prorogation ou non d'une économie carbonée). Cette controverse est encore peu structurée. Si Greenpeace a pris des positions par ses engagements sur le CCS, ce n'est pas le cas de toutes les associations environnementales. Par ailleurs, les visions du futur qui soutiennent l'affirmation des différentes options pour réduire les émissions de GES (avec ou sans CCS) n'ont au début des années 2000 pas reçu de validation. Les premières perspectives à l'échelle internationale qui prennent en compte une hypothèse de développement du CCS datent de 2002 (World Energy Outlook : AIE, 2002).

29 Au cours de cette deuxième période (1996 – 2002), les premiers résultats du projet SACS permettent de visualiser et de suivre la « plume » de CO₂ dans l'aquifère salin d'Ustira (Figure 1).

Figure 1. Représentation de la plume de CO₂ injecté dans l'aquifère salin d'Ustira



Source : Torp et Gale, 2002, p. 2.

30 Ces images spectaculaires circulent largement dans la communauté scientifique et industrielle. Surtout, elles permettent aux scientifiques et aux industriels d'affirmer la possibilité de suivre, même en basse pression (c.-à-d. alors que les volumes injectés ne sont pas encore importants), le comportement du CO₂ au sein du réservoir et donc de contrôler les risques de fuite : « *Le grand succès des projets SACS/SACS2 a été la démonstration que des données classiques sur de laps de temps sismiques peuvent être un outil de surveillance efficace pour le CO₂ injecté dans un aquifère salin [...] La forte sensibilité de ce signal sismique à une accumulation relativement faible de CO₂ justifie notre confiance dans le fait que toute fuite importante dans les roches successives de couverture aurait été détectée* » (Torp et Gale, 2002). Au travers de SACS et de

partenariats public-privé, Statoil ouvre ses données. Ceci permet aux chercheurs de commencer à articuler les modélisations à des mesures et à un suivi *in situ*. Sleipner constitue donc un plan d'épreuve, de validation et de légitimation des résultats des modèles : « *L'objectif du projet SACS2 est de développer un consensus sur les résultats du suivi ainsi que sur la validité des modèles et des outils disponibles.* » (Torp et al., 2002).

31 Plus globalement, les controverses sur les risques passent au cours de cette période du cercle scientifique à des cercles plus larges, comprenant des partenariats articulés, de par leurs financements (IEA, PCRD), à des processus politiques émergents. C'est aussi la période où des associations (Hawaï, Greenpeace) s'emparent de la thématique du risque pour la mettre en débat sur un mode activiste, mais aussi très référencé scientifiquement (Greenpeace Research Laboratories, 1999 sur le stockage océanique).

32 La résultante de cette période est donc une production scientifique et un intérêt croissant sur le CCS au niveau international. Les premiers financements internationaux permettent d'associer le CCS à un référentiel industriel au travers de développements sur site et à grande échelle. Le passage par ces expériences concrètes sur site nourrit une politisation locale, puis globale, des enjeux et l'émergence d'une controverse sur le bien-fondé du CCS par rapport aux enjeux énergie-climat. Si elle amplifie les doutes sur la pertinence du stockage océanique, elle semble renforcer dans le même temps l'intérêt du stockage géologique. Les représentations du risque semblent d'ailleurs décisives dans ce tournant : la visualisation de la plume de CO₂ (projet SACS) permet d'affirmer la faisabilité d'un suivi du gaz dans le sous-sol et donc d'une maîtrise des risques de fuite. En offrant la possibilité d'articuler les modélisations à un suivi sur site, elle consacre l'entrée du CCS dans la gestion de risque. D'attribut de la technologie, le risque (de fuite) en devient une variable. Gérable, potentiellement maîtrisable, il ouvre la voie à une légitimation du CCS comme solution à l'enjeu-climat énergie.

Le CCS, solution conditionnelle à l'enjeu énergie-climat (2002 -2005)

33 De 2002 à 2005, le processus de rédaction d'un rapport spécial du GIEC sur le CCS est illustratif d'une période au cours de laquelle les premières expériences industrielles, la mise en réseau et la production scientifique des années passées motivent un intérêt pour le CCS de la part des instances internationales, au-delà de l'AIE. Ceci contribue à asseoir cette technologie au rang de possible solution à l'enjeu énergie-climat.

34 Alors que le CCS avait reçu peu d'attention dans son troisième rapport d'évaluation (2001), le GIEC acte au printemps 2002 de l'importance de cette technologie : il décide d'organiser un atelier de réflexion sur l'opportunité d'un rapport spécial. Comme l'indiquent les responsables du GIEC à l'occasion de cet atelier qui rassemble 70 scientifiques : « *La capture et le stockage du CO₂ est de plus en plus considérée comme une option possible d'atténuation du changement climatique. Cependant, sa mise en œuvre est le plus souvent encore au stade de la recherche ou des essais. Afin de fournir aux décideurs une base solide qui permette d'envisager la mise en œuvre de cette technologie, il est nécessaire de mieux connaître les enjeux qui lui sont associés.* » (GIEC, 2002). L'atelier débouche sur un papier de cadrage qui synthétise les acquis et les lacunes en matière de connaissance scientifique. L'une des conclusions porte sur les modélisations ayant incorporé, depuis la fin des années 1990, les technologies CCS dans leur représentation des trajectoires énergétiques du futur. Si elles attestent d'un potentiel significatif du CCS à contribuer à des réductions des émissions de CO₂, des désaccords subsistent sur les rythmes, la distribution régionale et les coûts des scénarios de déploiement. Ces désaccords renvoient, selon les termes du compte rendu de cet atelier, à des incertitudes sur la technologie et le contexte institutionnel dans lequel elle sera déployée. Alors que ce constat légitime un doute sur la pertinence du CCS, les enjeux de la controverse naissante ne sont pas évoqués ni non plus la dimension sociale du CCS. Bien au contraire, les incertitudes sur les trajectoires et configurations technologiques à venir sont saisies pour justifier le passage au développement de démonstrateurs : « *Il n'existe pas de substitut aux données empiriques expérimentales. Certaines des connaissances requises nécessitent le développement de démonstrateurs de systèmes intégrés de capture et de stockage bien conçus et réalisés à une échelle pertinente* » (GIEC, 2002). La version finale du papier de cadrage insiste sur la nécessité d'un rapport

spécial de manière à prendre en compte les avancées réalisées depuis la fin des années 1990. À la différence de la première version, elle comporte aussi des mentions explicites aux « risques et enjeux environnementaux » ainsi qu'aux « enjeux de droit et acceptabilité publique » du stockage géologique (GIEC, 2003).

35 Le rapport final (SRCCS), publié en 2005, marque une étape décisive dans la légitimation du CCS au rang des possibles solutions aux enjeux énergie-climat : « (...) ils [le GIEC] reconnaissent que ça [le CCS] pouvait faire partie du panel de technologies de réduction, chose qui n'existait pas jusqu'alors (...) j'ai senti au niveau des conférences et des papiers présentés (...) tout le monde faisait (...) référence à ce rapport-là » (entretien chercheur, novembre 2010). Le SRCCS opère un certain nombre de synthèses qui ordonnent les connaissances acquises et réduisent les marges d'incertitudes sur des questions jusqu'alors ouvertes. Ainsi en va-t-il d'aspects tels que le degré de maturité des différentes options technologiques, la faisabilité économique du CCS, sa contribution potentielle à la réduction des émissions de GES ou ses risques environnementaux. Sur l'ensemble de ces points, le rapport différencie clairement stockage géologique et stockage océanique. Alors que le premier est qualifié « d'économiquement réalisable dans des conditions précises pour les champs de pétrole et de gaz naturel et les formations salines » (GIEC, 2005b), le stockage océanique « et ses incidences écologiques en sont encore à l'étape de la recherche » (p 6). Le potentiel économique⁵ du stockage est évalué à « 15 à 55 % des activités cumulatives mondiales d'atténuation » d'ici à 2100 dans les scénarios de stabilisation (à savoir, teneur de l'atmosphère en gaz à effet de serre entre 450 et 750 ppm CO₂) (p11). Ce potentiel est essentiellement associé au stockage géologique en dépit des incertitudes sur la localisation des réservoirs. L'efficacité des deux types de stockage est aussi contrastée, toujours au profit du stockage géologique.

36 En amont de ce point sur l'état des connaissances, ce sont surtout les termes de la controverse naissante sur le bien-fondé du CCS que ce rapport tente de nouer dans une affirmation liminaire soutenant l'intérêt du développement de cette technologie : « Comme l'indique le troisième rapport d'évaluation du GIEC, les solutions techniques connues permettraient d'atteindre une vaste gamme de niveaux de stabilisation de l'atmosphère, mais leur mise en œuvre exigerait des transformations socioéconomiques et institutionnelles. Dans ce contexte, la présence du CCS dans l'ensemble des options pourrait faciliter la réalisation des objectifs de stabilisation » (GIEC, 2005b). En d'autres termes, l'état de l'art réalisé par le SRCCS converge avec des positions et analyses jusqu'alors portées par Greenpeace en ce qui concerne le stockage océanique (Greenpeace Technical Research Laboratories, 1999). Cependant, alors que Greenpeace défend l'idée que seule une radicalité des choix politiques - développement des énergies renouvelables et maîtrise de la demande d'énergie - pourrait permettre les transformations socioéconomiques et institutionnelles nécessaires à une trajectoire non carbonée, ces mêmes transformations sont invoquées par le SRCCS pour justifier l'intérêt du CCS dans une stratégie énergétique qui se donne le temps de ces transformations afin de stabiliser les émissions de GES. Greenpeace, qui a contribué au cadrage (Greenpeace, 2003) et à la rédaction de ce rapport en partage en partie les conclusions, mais pas la lecture. À la sortie du rapport, l'association se saisit des conditions de réalisation du CCS (horizon temporel de moyen terme, encadrement du prix du carbone, nécessité de démonstrateurs, etc.) qui y sont énoncées pour retourner à son tour, dans un communiqué, la démonstration du rapport SRCCS : « Il reste encore beaucoup trop de questions sur les risques environnementaux, la sécurité et les coûts pour que le CCS puisse être développé à une échelle qui le rende économiquement viable [...] Il ne sera pas prêt à temps pour fournir les énormes réductions d'émissions dont nous avons besoin pour éviter un changement climatique catastrophique. » (Greenpeace, 2005). En suscitant ainsi des lectures à fronts renversés, la légitimation opérée par le rapport SRCCS joue dans son propre camp. Elle permet aux promoteurs du CCS d'affirmer la pertinence du passage aux démonstrateurs sur site et à grande échelle, censés autoriser une réduction des incertitudes sur les coûts et les risques du CCS, sans pour autant susciter l'adhésion du camp adverse : « Gagner l'adhésion du public pour le stockage du CO₂ sera une condition préalable essentielle au succès de la technologie CCS. Le financement et la construction de projets démonstrateurs de stockage, incluant des projets de récupération assistée du pétrole (RAP) et de stockage du

CO₂ qui permettent de suivre ce stockage et les éventuelles fuites sur le long terme, doivent bénéficier d'une plus grande priorité. » (AIE, 2004).

37 Au cours de cette troisième période (2002 - 2005), l'analyse des risques porte de manière significative sur les risques de fuite. Les modélisations se complexifient pour prendre en compte la géochimie et l'hétérogénéité des réservoirs de stockage géologique : « *Même pour le stockage géologique, la fuite ne peut pas être exclue et elle est susceptible de dépendre fortement des caractéristiques locales des réservoirs* » (Haugan 2004). Au-delà de la simple expansion des modélisations et de leur complexification, l'articulation au plan d'épreuve constitué par le suivi des premiers stockages sur site constitue un changement radical, puisqu'il permet d'en valider/invalidier les résultats. Le risque de fuite est aussi traduit en termes économiques et articulé à des modèles visant à mesurer la valeur et la contribution du stockage du CO₂ (p. ex. évaluation d'un stockage temporaire dans un contexte de prix du carbone, Herzog et al., 2003), ainsi que la sensibilité de cette valeur au seuil de fuite (p. ex. Ha-Duong et Keith, 2003). Le risque de fuite entre donc dans un processus relativement explicite de construction sociale, de traduction économique et de normalisation. La sortie du rapport SRCCS, en 2005, constitue un moment important. Ce rapport dégage en effet, sur la base des modélisations et analyses d'analogues existantes, des seuils d'efficacité du stockage géologique (99 % très probables à 100 ans et probable à 1000 ans dans le résumé) et cadre le champ du débat pour leur normalisation: « *Les questions concernent non seulement le temps durant lequel le CO₂ restera stocké, mais aussi les quantités acceptables de fuite lente et continue issue du stockage. Toutes les études suggèrent que si le CCS devient acceptable en tant que mesure d'atténuation, il doit s'accompagner de la mise en place d'un seuil de quantité de fuites* » (GIEC 2005b). Le passage, initié au cours de la phase précédente, d'une logique d'identification/catégorisation des risques à une logique de gestion de risques, se trouve donc confirmé et prolongé. La traduction du risque (taux de fuite) en des termes agrégés, économiques et sociétaux (coût, bénéfice, balance coût/bénéfice), met à disposition du pouvoir politique des catégories dont il peut se saisir pour argumenter le bien-fondé du CCS dans la lutte contre le changement climatique, comme l'expliquera rétrospectivement la Commission Européenne : « *Il existe, en fait, un large consensus scientifique, très bien exprimé dans le rapport spécial du GIEC sur le CCS, que pour les sites correctement sélectionnés, gérés et mis hors service (déclassées), le risque de fuite, et a fortiori de conséquences irréversibles, est en réalité faible* » (UE, 2008a).

L'inscription du CCS au cœur de la politique énergie-climat (2005-2008)

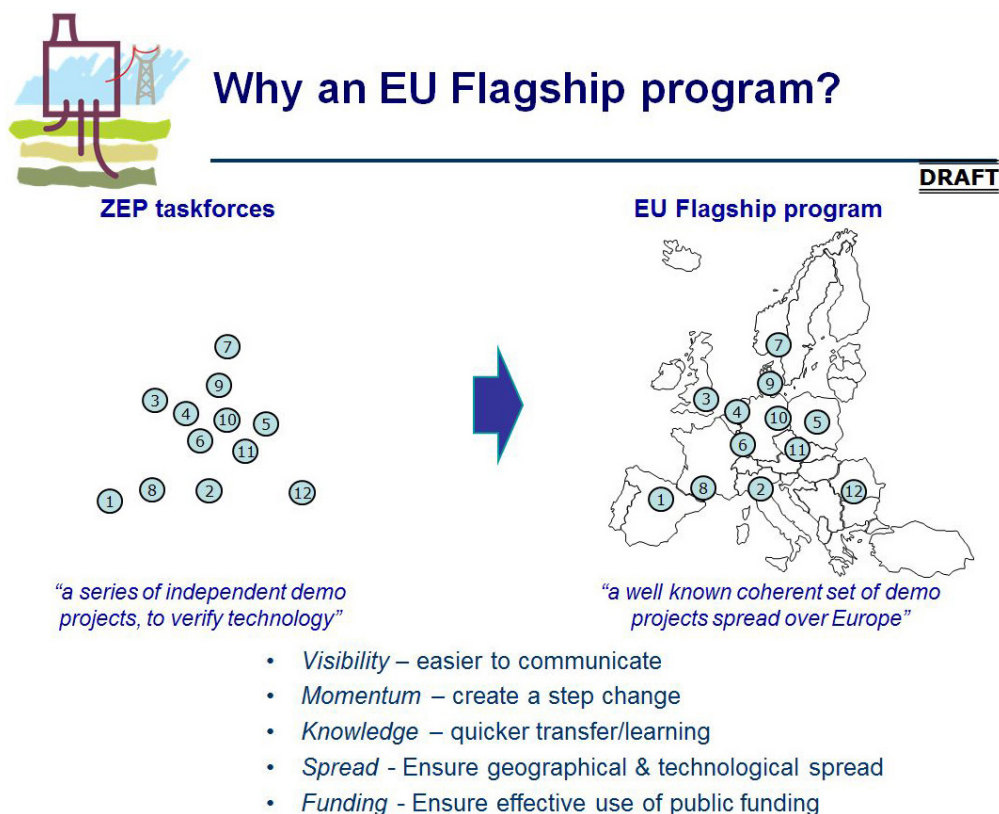
38 Dans l'UE, l'année 2005 constitue un tournant marqué par la création de la ZEP et de plusieurs groupes de travail sur le CCS dans le cadre de l'élaboration de la stratégie énergie-climat. La ZEP joue un rôle important dans l'inscription du CCS au cœur de cette stratégie et de la politique du même nom.

39 La composition de la ZEP rassemble rapidement une quarantaine de membres d'origines diverses : industrie pétrolière, producteurs d'électricité, équipementiers, banques d'investissement, centres de recherche et une association environnementale (Bellona). Elle est financée environ pour moitié par des compagnies privées et pour l'autre moitié par l'Union européenne. Comme les autres plateformes technologiques (PTE) sa mission est d'aider la Commission à cadrer les enjeux de recherche et développement (RTD) et à en fixer les priorités de budgétaires, en rassemblant les parties prenantes du CCS autour d'une vision commune et d'un agenda stratégique (SRA) (UE, 2004a). Des représentants de la Commission sont en dialogue permanent avec certains membres de la ZEP et assistent à ses réunions officielles. L'organisation interne de la plateforme est hiérarchique et structurée autour d'une division du travail. Dès le départ, un noyau de cinq personnes structure la plateforme en trois entités : le « conseil stratégique » (« Advisory Council ») fixe les orientations stratégiques de la ZEP; le « groupe de pilotage » (« Executive group ») pilote la mise en œuvre de ces décisions stratégiques; enfin, le « groupe gouvernemental » (« Governmental group ») assure un suivi et une interface avec les États membres. Chacun de ces groupes est épaulé, au gré des enjeux, par des sous-groupes, appelés « Task force ».

- 40 À son origine, les membres de la ZEP définissent la plateforme comme une instance de conseil en direction de la Commission. Ils sont soucieux de la représentativité de la ZEP en terme d'expertise et de sa distinction par rapport aux traditionnels « groupes d'intérêts » (lobbyistes) bruxellois (ETP-ZEP, 2006c). De fait, la technologie du CCS ne peut être attribuée à une base industrielle sectorielle constituée, au sens traditionnel des groupes d'intérêts bruxellois. Elle regroupe une constellation d'acteurs dont les intérêts vis-à-vis du développement de la technologie sont affirmés, mais hétérogènes.
- 41 Au cours de la première année, la ZEP se consacre à l'élaboration d'un « Agenda Stratégique de Recherche (SRA) » (ETP-ZEP, 2006a) et de Déploiement (SDD) (ETP-ZEP, 2006b). Cet agenda définit les besoins de recherche de manière à orienter les politiques. Il met en avant la nécessité de réduire les risques et les coûts de la technologie afin de l'amener à maturité commerciale. Il préconise un soutien à la « démonstration » de concepts technologiques connus ainsi qu'à la R&D sur de nouveaux concepts pour une seconde génération technologique. Ces recommandations s'appuient sur un ensemble d'argumentations chiffrées relatives à la nécessité du maintien des énergies fossiles et à l'apport du CTSC dans un contexte de lutte contre le changement climatique. Fin 2006, une fois le SRA finalisé, la ZEP est équipée d'une vision et d'un message clair; elle entre dans une phase beaucoup plus proactive vis-à-vis des enjeux européens. Ce changement se traduit dans l'évolution de son mode d'action comme dans le contenu et la visée de cette action.
- 42 La mention du CCS est apparue dans les textes de préfiguration du deuxième programme sur le changement climatique (UE, 2005a). Ce programme a mis en place un groupe de travail sur le CCS qui s'est réuni au cours de l'année 2006 afin de rédiger un rapport à partir duquel la Commission envisage d'élaborer une communication sur le CCS (UE, UE, 2005c, 2006c). La nécessité de soutenir des démonstrations sur site y est évoquée sans plus de détails, mais le « programme phare » (« Flagship Program »), tel qu'il est appelé au sein de la ZEP, devient le motif récurrent des réunions de la ZEP au cours de l'année 2007. Son objectif vise le développement, d'ici à 2015, de « démonstrateurs » à grande échelle en Europe, afin de préparer la maturité commerciale de la technologie à l'horizon 2020. Dès le début 2007, les services de la Commission officialisent ce programme dans une communication sur le devenir des énergies fossiles (UE, 2007b : 6) qui reçoit l'aval politique du Conseil européen en mars 2007. Au même moment, une petite « taskforce » temporaire dédiée à ce programme est créée au sein de la ZEP, en sus d'une autre déjà intitulée « Demonstration and Implementation » (TDI) dont les travaux portent sur la mise en œuvre du programme démonstrateurs. Dans les discussions, sur le périmètre à donner à ce programme, la Commission insiste sur sa dimension publique et stratégique. Il doit, selon elle, être resserré autour de quelques options stratégiques en termes technologiques et d'acceptabilité publique. La Commission exprime ce faisant la dimension adressée, à la fois ostentatoire et probatoire, de la démonstration à l'œuvre : *« M. [X] a indiqué que la simple mise en forme des activités déjà envisagées n'était pas la voie à suivre. Le Programme Phare (Flagship Programme) devrait être un ensemble cohérent d'activités qui puisse avoir un impact, être convaincant/emporter l'acceptation du public, représenter une vision globale et aborder les dimensions de recherche nécessaires [...] il a souligné l'importance de se concentrer sur le cœur de la technologie et de ne pas essayer d'en démontrer toutes les options. Parallèlement, il a indiqué ne pas voir où l'acceptation du public était actuellement abordée. »* (ETP-ZEP, 2007a). L'accent est mis sur la nécessité d'une coordination à haut niveau de cette taskforce, en contact étroit avec la Commission. Cette dernière prévoit de s'aider du programme démonstrateur élaboré par la TDI pour sélectionner de premiers projets, dès l'automne 2007, sur la base d'un appel partenariats public-privés. Le programme phare définit donc des options permettant de sélectionner (définition de blocs techniques et les critères de sélection), soutenir (explorer et définir les modes de financement), développer (cartographier les barrières réglementaires, s'assurer de l'existence/mettre en place les infrastructures de transports et/ou de stockage nécessaires) et valoriser (gestion des connaissances, nécessaires aux projets et/ou acquises autour d'eux) ces projets démonstrateurs. L'ampleur de la tâche justifie l'organisation de la TDI en six sous-groupes, chacun dédié à un des enjeux juste mentionnés (ETP-ZEP, 2007g).

43 La spécification de ce programme de démonstrateurs est emblématique du travail d'assemblage technique et politique développé par la ZEP. Comme l'expriment si bien les schémas explicatifs présents à l'occasion de la deuxième réunion de la TDI (Cf. Figure 3), la démonstration requiert une catégorisation permettant d'ordonner une multiplicité technologique en même temps que la construction de critères de représentativité qui autorisent à la réduire (tri) pour la rendre visible. La gestion des connaissances autour de ce programme doit de plus permettre de faire circuler les expériences entre projets et de construire la diversité des démonstrateurs comme objet de connaissance unifié. Le CCS devient donc « un », non plus seulement dans son concept qui ne lui confère qu'une légitimité conditionnelle, mais au travers d'une unité recomposée qui embarque les singularités des sites, des déclinaisons technologiques et des intérêts qui le composent. Le « *momentum* » (Cf. Figure 2) évoqué à propos de ce programme atteste de la dimension dynamique et constructive de cette démonstration⁶. De fait, le choix des démonstrateurs, en conférant une réalité à certaines options plutôt qu'à d'autres, risque bien d'être décisif en termes d'avantages compétitifs. D'où les enjeux autour de ce choix.

Figure 2 « Why an EU Flagship program? »



Source : ETP-ZEP, 2007h : 6.

44 À l'automne 2007, une présentation détaillée du programme phare (modes de financement possibles, processus de sélection, blocs technologiques ...) avec évaluation du volume total de financement requis (10-17 Mrds €) (ETP-ZEP, 2007c) témoigne de tension sur l'implication à attendre de l'UE et des différents États Membres. S'il est rappelé que ceux qui soutiendront ce programme seront plus à même d'en avoir le contrôle, trois options sont néanmoins proposées au vote : « *Full European* » (approche dite « top-down » prescrite et soutenue par l'UE); « *National Option* » (initiative et soutien national); « *EU Pragmatic Option* » (cadre développé par la ZEP dans lequel sont positionnées les initiatives nationales et industrielles, soutien européen encourageant ces initiatives) (ETP-ZEP, 2007f). L'approche pragmatique est validée de manière unanime tout en actant des « *différences entre les états membres* » et de la nécessité pour la Commission de prendre la direction du processus en adoptant un cadre réglementaire pour le CCS (ETP-ZEP, 2007e). Cet accord est finalisé à un moment stratégique pour son inscription dans le paquet énergie-climat pour lequel les Conseils européens de l'automne 2007 et du printemps 2008 devraient être décisifs.

45 En décembre 2007, peu avant que la Commission européenne présente un mémo (UE, 2008b) pour la réalisation des objectifs fixés par le Conseil Européen (UE, 2008c), la ZEP discute d'une stratégie de « *lobbying* » vis-à-vis du paquet énergie-climat (ETP-ZEP 2007i). La procédure d'élaboration de la Directive CCS repose sur une codécision entre le Parlement et le Conseil des ministres. Le rapporteur parlementaire⁷, Y, en est un député très favorable au CCS qui assiste à plusieurs réunions des « *task forces* » de la ZEP. Cette dernière ne manque pas d'articuler sa stratégie aux actions de ce député : « *Les événements suivants relatifs au CCS pourraient être utilisés à des fins de lobbying : un atelier CCS de haut niveau organisé par la DG (Direction générale) Environnement et une audition publique sur le CCS au Parlement Européen, organisée par «Y» le 3 ou 4 mars 2008 [...]* » (idem : 4). Il y a donc, au-delà de l'activité initiale de conseil, stratégie commune entre la Commission et la ZEP, avec le soutien d'un parlementaire, afin d'orienter le contenu réglementaire. La plateforme se constitue peu à peu en collectif unifié autour d'une « *vision* », se dotant d'une stratégie, de modes de fonctionnement et d'objectifs propres afin de l'opérationnaliser. Le « *programme phare* » couronne une évolution qui fait de la plateforme une coalition engagée dans la promotion du programme de démonstrateurs.

46 Au final, si les modalités d'action de la ZEP évoluent au cours du processus, pour se faire plus proactives en matière réglementaire, le périmètre de ses positions reste attaché à la problématisation qui noue, sur le plan politique, l'action européenne dans le champ du changement climatique au développement de la CCS. Aussi la ZEP ne réussit-elle à attirer en son sein qu'une association de défense de l'environnement pour partager cette perspective (Bellona). Greenpeace, qui reste extérieure à la ZEP, demeure un acteur important du débat, mais n'est plus la seule association environnementale à se positionner vis-à-vis du CCS. De 2005 à 2008, plusieurs associations prennent position, individuellement ou au sein de collectifs : le Réseau Action Climat Europe (CAN, 2006); le World Wildlife Fund (WWF, 2006) ; le Réseau Action Climat France (RAC-F, 2007); France Nature Environnement (FNE, 2007). Une première prise de position réunit CAN-Greenpeace-WWF dans le cadre d'un séminaire de travail sur le second « *European Climate Change Programme* » (ECCP 2) en février 2006 (Climate Action Network Europe et al., 2006). Ces associations se retrouvent autour d'une position relativement ouverte à un développement du CCS en accompagnement d'une sortie progressive du charbon et du nucléaire, ainsi que d'une réduction des consommations d'énergies et d'un développement d'énergies « *propres* ». Le principe de cette position est que les objectifs de réduction des GES ne doivent pas reposer, ou à un degré très limité, sur le CCS, et que ce dernier ne doit pas détourner le soutien public des autres actions de réduction des GES. Cette position s'accompagne de propositions strictes quant au suivi et à la gestion des risques environnementaux et de fuite, à la responsabilité légale des développeurs vis-à-vis du stockage et aux pénalités financières en cas de fuites. Sept mois plus tard, à l'occasion de la première assemblée générale de la ZEP, les cartes semblent en partie rebattues puisque WWF appuie le développement du CCS suggérant même de le rendre obligatoire pour toute nouvelle centrale à énergie fossile dans l'UE et l'OCDE, modulo un cadre réglementaire très strict et en combinaison avec des efforts sur les autres moyens de réduire les GES. Greenpeace reprend, quant à elle, bon an mal an sa lecture de 2005 (par ex. immaturité de la technologie, risque de fuite, détournement par rapport à la transition énergétique ...) en insistant sur la nécessité d'expliquer au public les raisons qui justifient la nécessité du CCS (Greenpeace, 2006). Cette position sera rejointe par le CAN en 2006 (CAN, 2006), le RAC-F et la FNE en 2007 (RAC-F, 2007; FNE, 2007). Greenpeace International formalise cette position en 2008, au travers de la publication d'un rapport intitulé « *False hope* » : « *Le développement futur du captage et du stockage du CO₂ [...] a été largement soutenu par l'industrie du charbon pour justifier la construction de nouvelles centrales électriques au charbon. Cependant, la technologie n'a pas fait ses preuves et ne sera pas prête à temps pour sauver le climat.* » (Greenpeace, 2008). Si l'argument pointe aussi directement l'intérêt de l'industrie du charbon, c'est qu'il se fonde, chose nouvelle, sur la modélisation et donc la possibilité d'une trajectoire énergétique alternative au CCS. En 2007, Greenpeace a en effet publié avec le syndicat des énergies renouvelables un scénario énergétique, sans CCS et sans nucléaire, permettant une réduction de moitié des émissions de GES à 2050 (EREC-Greenpeace, 2007). Dès lors, seul

l'intérêt industriel dicte selon Greenpeace le choix du CCS. Étrangement, l'EOR (Enhanced Oil Recovery) qui un temps permit l'association du CCS à un référentiel industriel reste hors champ. La ZEP a décidé de le tenir hors-champ depuis la fin 2007, sans manquer d'en souligner les conséquences en termes d'articulation au marché des de CO₂: *« Il a été convenu que le CO₂-RAP (Recupération Assisté du Pétrole avec du CO₂) ne devait pas être inclus dans le champ d'application de la Directive stockage, car il était déjà réglementé autrement et qu'il ne se pratiquait pas à des fins de stockage du CO₂. Cependant, son exclusion du champ d'application de la Directive pourrait avoir l'effet d'empêcher les activités RAP d'être pleinement intégrées au système EU ETS (Emissions Trading Scheme ou Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre) bien que cela soit possible en ce qui concerne la surveillance et les exigences de déclaration »* (ETP-ZEP 2007i).

47 Lors du débat parlementaire autour du rapport du groupe CCS présidé par Y, la proposition de Directive recueille une majorité en faveur de son adoption. Le CCS et le programme démonstrateur se trouvent ainsi inscrits au cœur de la politique énergie-climat de l'UE, même si des voix explicitent les divergences qui demeurent :

48 *« M. le Président, le résultat de ce rapport est qu'il n'existe aucune restriction au développement continu de centrales électriques au charbon extrêmement polluantes [...] Je tiens à féliciter le rapporteur, néanmoins, sur l'introduction d'une période de responsabilité de 20 ans (temps pour qu'une compagnie privée transfère la responsabilité du site de stockage à l'État membre) et sur l'adoption d'un fond qui servira à financer la surveillance des sites fermés depuis 30 ans. Merci enfin au fonds conçu par le parlementaire Y, qui permettra aux compagnies pétrolières de bénéficier de mesures incitatives à la capture et au stockage du CO₂, afin qu'elles puissent utiliser et épuiser encore plus longtemps leurs gisements de pétrole. Shell sera satisfaite, l'environnement ne le sera pas. C'est pourquoi mon groupe votera « non ». »* (Dutch Deputy on behalf of the Verts/Alliance Libre européenne – ALE, 16 décembre 2008, Parlement Européen)⁸.

49 Au cours de cette période (2005 – 2008), l'inscription du CCS au cœur de la politique énergie-climat s'accompagne de la possibilité de faire entrer une partie de la technologie du CCS (captage, transport) dans des cadres d'évaluation et de gestion de risque déjà normés. C'est ce que la Commission appelle « l'approche conservatrice » dans son mémo de 2008 (UE, 2008a). Le risque associé au stockage, et notamment le risque de fuite, fait quant à lui l'objet d'un traitement spécifique au travers de la Directive de 2009 (UE, 2009a). À l'instar du cadrage suggéré par le rapport SRCCS, celle-ci en articule la construction aux procédures de choix des sites de stockage. Au-delà des enjeux, certes centraux, de réduction des coûts technologiques, les tensions sur la définition du programme démonstrateurs qui caractérisent cette période (quelles technologies, quels projets, qui valide le choix le choix des sites) doivent donc être regardées comme des enjeux liés à cette construction sociale du risque du CCS : le choix des sites et leur suivi seront décisifs dans la détermination du risque de fuite associé au CCS en tant que technologie générique.

La politique de démonstration du CCS (2008 – présent)

50 La Directive CCS (UE, 2009a) qui résulte de ce processus s'applique explicitement aux projets de démonstration du CCS (c.-à-d. capacité de stockage totale envisagée égale ou supérieure à 100 kilotonnes) et non de R&D. Elle exclut l'EOR mais l'inclut lorsque cette dernière *« [...] est associée au stockage géologique du CO₂ [...] sûr d'un point de vue environnemental »* (UE, 2009a). Elle instaure un cadre pour la mise en œuvre du CCS qui repose, selon les termes mêmes de la Commission, sur une approche dite « conservatrice ». Elle sépare le traitement réglementaire de la capture et du transport de celui du stockage. Les deux premiers sont renvoyés à des cadres réglementaires en place sur l'évaluation d'impact environnemental, le contrôle et la prévention des pollutions, et la responsabilité environnementale (UE 1985, 1996a et 2004b). Le stockage est quant à lui doté de son encadrement propre au moyen de la nouvelle directive. Cette « simplification » de la technologie, qui la renvoie à des catégories et des cadres réglementaires en vigueur, a pour but de simplifier son déploiement. Si elle entérine une distinction entre des techniques (capture, transport) jugées classiques (chimie industrielle, transport de gaz) et le stockage, à la fois atypique et moins mature, elle unifie aussi le traitement du CCS en

renvoyant l'ensemble de ces composantes à une logique d'évaluation d'impact et de gestion de risque : « *L'analyse d'impact est considérée comme le meilleur moyen de réglementer le captage, le transport et le stockage; et l'option appropriée pour créer une incitation au CCS* » (UE, 2008a). La possibilité de resserrer ainsi les enjeux du CCS autour de ce principe unificateur est justifiée sur la base d'un ensemble de travaux et projets de recherche, pour la plupart conduits depuis les années 2000 et soutenus par les programmes-cadre européens (UE, 2008a)⁹.

51 Ce cadrage expert permet d'affirmer que la technologie CCS peut avoir une balance coût-bénéfice positive pour l'UE si elle est bien développée, c'est-à-dire si l'on réduit ses risques (fuites, sismicité locale) au travers d'une sélection et d'un suivi appropriés des sites de stockage (UE, 2009a). Il fait ainsi écho aux conclusions du rapport SRCCS du GIEC, en renvoyant l'enjeu de politique énergétique et climatique (trajectoire carbonée vs décarbonée) dans le champ, plus maîtrisable, des procédures (choix des sites, gestion et suivi des projets). Le « site » et ses procédures d'autorisation deviennent un enjeu central. La Commission témoigne en la matière d'une volonté de suivre, si ce n'est de contrôler directement le choix des sites, au travers des attributions de permis. Des discussions tendues conduiront à un compromis par lequel elle se réserve un droit de supervision et de suivi des décisions des États membres. Reste que cette approche par les risques construit le « site » et sa « démonstration » essentiellement sur les plans scientifique et réglementaire. Elle laisse hors champ deux enjeux importants : la nécessité de financer les démonstrateurs et la montée en puissance des oppositions aux projets CCS, patente

52 L'enjeu du financement du programme démonstrateur devient central à partir de 2008. Un des rares points de consensus au sein de la ZEP porte certainement sur le risque commercial et financier pour les développeurs « *Si le CCS ne se fait pas, ce n'est pas pour une raison technologique, mais parce qu'il ne génère pas de revenus, il coûte de l'argent et consomme de l'énergie, pénalisant d'autant les centrales électriques sur le plan énergétique* » (entretien d'un membre de la ZEP, décembre 2010). Si les rapports et communications officiels sur le CCS dans l'arène européenne associent le plus souvent une promesse de baisse des coûts au développement des démonstrateurs, les discussions au sein de la ZEP témoignent d'une incertitude plus profonde en la matière. Comme l'exprime la TDI dès septembre 2007 devant le conseil stratégique, l'incertitude ne porte pas sur le rythme de descente le long d'une courbe de coûts qui serait anticipée, mais sur l'identification même de ces coûts : « *Il est important de comprendre que la promotion de la première vague de CCS dans les centrales ne produira pas une descente le long de la courbe d'apprentissage de la technologie. Il y a un certain nombre de difficultés pour appliquer au CCS l'analyse des coûts au moyen de ces courbes, principalement du fait de l'importance des investissements.* » (ETP-ZEP, 2007d). Aussi, en dépit des affichages et des promesses, le degré d'incertitude associé à la technologie semble inhabituel pour un engagement industriel sur des démonstrateurs à grande échelle. Cette incertitude est convoquée de manière récurrente lorsque des engagements fermes sont en jeu, qu'il s'agisse de discussion sur l'opportunité de rendre le CCS obligatoire ou sur un soutien public à la démonstration. Les services de la Commission ne cessent d'exprimer leurs réticences sur le financement public de démonstrateurs, bien différenciés des projets de recherche (cf. supra, mention de la directive CCS) et définis comme un stade de développement technologique où la prise de risque par les acteurs privés peut être envisageable. Mais surtout, la Commission sait que les industriels sont en position d'otages, au sens où ils ont besoin du CCS pour proroger leur activité dans un contexte de régulation croissante des émissions de GES. Ces derniers savent quant à eux que le CCS constitue pour l'UE une opportunité de sécuriser ses engagements en la matière. Au pied du mur, ils ne manquent pas de rappeler le rôle de la Commission dans l'accélération d'un tempo technologique (ETP-ZEP, 2008b). Alors que l'année 2007 avait été marquée par le travail de spécification du contenu de la directive CCS, au travers d'une collaboration constante entre les services de la Commission et les membres de la ZEP (par ex. statut de non-déchet pour le CO₂, transfert de responsabilité de la surveillance du site de stockage à l'État membre après un certain nombre d'années, mode d'inclusion de l'EOR), cette directive menace d'être une coquille vide si la question du financement n'est pas résolue.

- 53 Dès 2007, des membres de la ZEP avaient fait appel à un cabinet de conseil et d'investissement, le Climate Change Capital (CCC), afin de chiffrer le financement des 12 démonstrateurs (cf. supra). Un petit groupe de personnes, composé de plusieurs organisations, engage un travail de réflexion puis de lobbying, au travers de leurs organisations d'appartenance : « [...] *Pour créer de l'argent qui n'existe pas, vous devez être très créatif et nous travaillons en petits groupes, dont l'un d'entre eux a eu une idée brillante* » (entretien avec un membre de la ZEP, décembre 2010). L'idée en question consiste à mutualiser à l'ensemble de l'industrie le financement des démonstrateurs, au travers d'un amendement de la Directive sur le système de quotas CO₂ échangeables (ETS) (UE, 2009c), en cours de finalisation dans le cadre du paquet énergie-climat. Il s'agit de constituer un fonds démonstrateurs européen, le « NER300 » (New Entrant Reserve 300), en provisionnant 300 millions de quotas d'émissions de CO₂ (équival. 4,5 à 9 milliards d'euros pour un cours du CO₂ variant de 15 à 30 euros par tonne) afin de financer des démonstrateurs de captage et stockage du CO₂ (CCS) et d'énergies renouvelables innovantes, de taille commerciale. Ce groupe rencontre le rapporteur de la directive ETS, ainsi qu'un rapporteur de la directive CCS, qui adopte et défend vigoureusement l'idée, au point qu'il en est bientôt perçu comme l'auteur par la Commission : « *L'idée vient d'Y [...] il a réussi à obtenir une conclusion du Parlement [...] à la fin de la journée, ils ont obtenu 300 millions de quotas [...] au début c'était juste pour des projets de CCS, puis après [...] ils ont mis ensemble le CCS et les énergies renouvelables innovantes. C'est un compromis.* » (entretien avec un représentant de la DG Energie, décembre 2010). Une décision est adoptée par la Commission en février 2010, finalisée et publiée en novembre de la même année (UE, 2010a). Un appel à projets est publié dans la foulée, qui conduit à la sélection de 13 projets démonstrateurs. La ZEP reste très active dans ce processus au travers de propositions pour la mise œuvre de ce fonds (ETP-ZEP, 2009a).
- 54 Alors que le financement de la démonstration semble trouver une solution, plusieurs projets CCS en cours de développement rencontrent des oppositions locales (p. ex. Ketzin et Beeskow en Allemagne depuis 2009). Certains projets, même de grande échelle, vont jusqu'à être abandonnés (Claye-Soully, France en 2009; Barendrecht, Pays-Bas, fin 2010). À partir de l'année 2010, les oppositions et les risques du stockage géologique vont occuper une place croissante dans les discussions au sein de la ZEP. L'abord principal de ces questions se fait principalement au travers du mode de communication publique à privilégier. Si la ZEP a formalisé son approche de gestion des connaissances en segmentant les contenus et les publics, en lien avec sa réflexion sur le programme démonstrateur (ETP-ZEP, 2009 b), les événements de Barendrecht et du golfe du Mexique (marée noire) éclairent d'un nouveau jour ces enjeux aussi bien que les discussions : « *Le programme démonstrateur seul ne permettra pas d'obtenir l'acceptation du public ou la crédibilité auprès du public/« A » aimerait connaître des experts et des travaux de recherche fondamentale qui puisse contribuer à la compréhension de la crédibilité auprès du public/« B » a insisté sur l'importance des alliances entre l'industrie, la recherche, les associations non-gouvernementales et le gouvernement. Dans l'ère post-Barendrecht, ce point de vue semble fondamental pour obtenir l'acceptation du public vis-à-vis des projets de CCS dans le nord des Pays-Bas.* » (ETP-ZEP, 2010).
- 55 De fait, le cas Barendrecht marque un tournant dans les enjeux d'acceptabilité au cours de ces années. Le projet de Barendrecht, développé par un consortium d'entreprises, dont Royal Dutch Shell et NAM (compagnie nationale de gaz), a un temps constitué une première en Europe, du fait de son échelle et de sa localisation en secteur urbain dense, à proximité de Rotterdam. L'objectif du projet consistait à capturer le CO₂ d'une raffinerie (Pernis, Shell), soit environ 10 millions de tonnes/an, pour l'injecter et le stocker dans deux champs de gaz en fin de vie en dessous de la ville de Barendrecht. Shell préparait son projet depuis 2006. En 2007, les développeurs avaient publié une étude d'impact sur le stockage géologique, servant de base à une procédure d'évaluation d'impact (EIA) en préalable à une éventuelle approbation des autorités ministérielles et à une autorisation finale par les autorités locales. L'implication des autorités nationales voyant dans Barendrecht un champion national et un plan d'épreuve de l'engagement gouvernemental pour le CCS, finit par ne pas avoir raison d'une opposition locale qui va grandissant et se structure au fil des réunions publiques, à partir de la fin 2008. Si ce processus est marqué par le retournement des autorités locales au profit de cette opposition, et conduit à l'abandon du projet au début

de l'année 2010, il semble aussi très illustratif de l'évolution de la controverse sur le CCS sur cette période. En octobre 2009, alors que la municipalité de Barendrecht officialise son refus du projet, un collectif d'opposition est créé par des résidents de Barendrecht : il recueille de nombreuses adhésions, organise des démonstrations publiques (pétition, site Internet), rassemble et met à disposition des informations visant à démontrer la fragilité de l'approche formelle de l'évaluation de risque associée au stockage du CO₂. Il documente des précédents en matière de prise en charge des risques à l'occasion de la construction d'infrastructures industrielles. Greenpeace, qui est déjà un acteur important du débat sur le CTSC au Pays bas, devient très actif dans ce processus. Lorsque l'opposition locale se renforce, il nourrit de ses arguments, notamment au travers de la presse locale, une politisation du débat au niveau local : risques de fuite, technologie non mature à court terme, coût très élevé dont le développement grèvera d'autant le soutien public aux énergies.

56 Désormais plus ou moins en dehors de l'arène européenne où s'opérationnalise la démonstration du CCS, la stratégie de Greenpeace se déplace vers les projets eux-mêmes. L'association politise ces derniers en rouvrant, au fil des processus locaux, les questions qu'elle juge trop précocement refermées au niveau européen. L'association ne quitte pas pour autant le terrain de la controverse. Elle continue à nourrir le débat sur le bien-fondé et les risques du CCS, comme le prouvent deux communiqués dans lesquels Greenpeace relaye, en 2009, puis interprète et commente (Greenpeace, 2009a et b), l'apparition de nappes d'eau chargées d'hydrocarbures à proximité des plateformes de Sleipner en mer du Nord.

57 Cette dernière période, qui s'ouvre à partir de 2008, atteste de la continuation de débats à visée normative sur le seuil de fuite acceptable socialement. Alors que l'IPCC se positionnait dans son rapport d'un point de vue de la lutte contre le changement climatique (« *valuable for the mitigation of climate change* »), sans pour autant expliciter les termes de cette norme, le débat académique se déplace dans le champ de l'économie. Il confronte une évaluation inter-temporelle (retour sur investissement du CCS en contexte de coût social des émissions de carbone; van der Zwaan et Gerlagh R, 2009) à une évaluation par les préférences de groupes d'acteurs (Ha-Duong et Loisel, 2009), sans dégager de prescriptions convergentes. Ce débat normatif se superpose au processus de mise en œuvre du programme démonstrateur et à ses enjeux. Un premier enjeu est la mise en place du NER 300 : il marque une étape essentielle dans la construction des risques associés au CCS puisque ce financement constitue, sur le plan économique, une mise en partage du risque CCS entre les industriels qui participent au dispositif ETS. Un second enjeu est constitué par les fuites sur le projet Sleipner. Leur constat ouvrent un questionnement quant à la possibilité de suivre les mouvements du CO₂ dans les formations géologiques et donc quant à la faisabilité même d'une construction d'un risque CCS faible, quel qu'en soit le seuil, au travers d'un programme démonstrateur.

58 La controverse sur le CCS reste donc ouverte. Si le cadre de démonstration se structure et se déploie à une vitesse plutôt inhabituelle pour les dynamiques réglementaires européennes, les collectifs d'opposition se ramifient aussi au niveau global comme local. Ils déplacent et étendent le contenu de leur argumentation en le faisant porter au cœur des justifications de la technologie, à savoir : son bien-fondé en matière de trajectoire énergétique (par ex. scénario Energy [R]evolution); ses risques et les symboles qui ont sous-tendu son association à un référentiel industriel (par ex., fuite sur le site de Sleipner publicisée par Greenpeace). En chemin, c'est aussi le risque qui est déplacé dans son statut comme dans sa représentation, attestant d'un constant travail de définition qui sert la démonstration technologique.

Démontrer le CCS, opérationnaliser le risque

59 La Figure 5 rassemble le résultat de notre analyse en articulant au fil des cinq périodes les étapes parcourues par la démonstration du CCS, la relation de définition du risque associé au CSC et la controverse à son sujet. On y voit que la démonstration opère le passage du concept scientifique à l'opérationnalisation d'un programme de démonstrateurs industriels, doté de procédures de développement (sélection de sites, normes d'évaluation d'impact, principes de partage des retours d'expérience) et d'un financement (NER 300). La démonstration passe par un travail d'association du CSC à un référentiel industriel (échelle, technicité, suivi, contrôle),

sa traduction en politique qui légitime le stockage géologique comme solution potentielle à l'enjeu climat énergie et institutionnalise son assemblage technique et politique en programme démonstrateur, opérationnalisé dans la dernière phase du processus.

60 Les transformations du risque qui jalonnent sa définition s'articulent étroitement aux avancées de la démonstration. Au cours de la première période (1970-1996) le risque est essentiellement un attribut de la technologie, soumis à exploration et catégorisation sur la base de connaissances d'analogues et de premières modélisations. Ces connaissances sont essentiellement fondées sur des données physico-chimiques et restent peu articulées à des mises en situation de la technologie. La deuxième période (1996-2002) permet le passage du statut d'attribut de la technologie à celui de variable observable, passage qui fonde un double tournant. Sur le plan scientifique, il permet d'articuler les modélisations à un suivi du gaz CO₂ en sous-sol et donc de les doter d'un plan de validation empirique. Sur le plan politique, il permet d'envisager un suivi et donc une gestion des impacts et des risques associés au stockage géologique du CO₂, ouvrant ainsi la voie à une légitimation de la technologie comme potentiellement à faible risque. La troisième période (2002-2005), opère cette légitimation au travers du rapport SRCCS du GIEC qui, prenant acte de la possibilité de suivi et de gestion, opère sa traduction en des termes congruents avec les catégories de politique publique telles que : le « taux de fuite (socialement acceptable) » ou la balance coût-bénéfice de la technologie. On retrouve ici, illustré sur un cas d'espèce, la mission de traduction de la science vers le politique qui est à l'origine de cette institution. Le risque CCS devient donc une variable de politique publique. L'identification, au cœur du rapport SRCSS, d'un potentiel de stockage significatif légitime le CCS en tant que solution conditionnelle (c'est-à-dire sous réserve de la bonne gestion du développement de cette technologie) à l'enjeu énergie climat. Cette légitimation contribue à institutionnaliser le travail d'assemblage technique et politique du programme démonstrateur qui se réalise dans la quatrième période (2005-2008). Les négociations au sein de la ZEP, entre la ZEP, la Commission et les États membres, puis avec le Parlement sont au cœur de cet assemblage : elles confèrent un périmètre technique et politique à la technologie. La dernière période porte sur l'opérationnalisation de ce risque « socio-technique ». Elle convoque d'une part des procédures et des normes d'évaluation et de gestion d'impact en place dans le corpus réglementaire européen (« approche conservatrice »). Elle élabore d'autre part un cadre *ad hoc* pour la gestion des risques associés au stockage géologique, sur la base du travail d'assemblage socio-technique de ce risque déjà réalisé dans les phases précédentes. Le NER prolonge ce travail d'assemblage en mutualisant ce risque socio-technique entre les industriels émetteurs de CO₂ (articulation au marché des droits carbone).

61 La controverse sur la technologie se déplace elle aussi, changeant à la fois d'arène et d'objet. Centrée sur la nature et l'ampleur des impacts respectifs des stockages géologiques et océaniques en première période, elle oppose en deuxième période une posture quasi éthique vis-à-vis du stockage océanique (Greenpeace, assoc. locales) à une logique de maîtrise d'impact autorisée par la visualisation de la plume de CO₂ sur le projet SACS. La préparation du rapport GIEC au cours des années 2002-2005 constitue une arène dans laquelle sont rassemblées les données scientifiques relatives à ces positions, qui s'en trouvent reformulées à la lumière d'une rationalité scientifique, et dans une visée de traduction politique. La tentative de formulation frontière (cf. supra note de bas de page 2) qui en émane, celle d'un stockage géologique comme solution potentielle et conditionnée au bon développement de la technologie, ne survit que partiellement à la fin du processus SRCCS. La disqualification du stockage océanique rassemble les parties, mais la potentialité du stockage géologique à soutenir une transition énergétique et climatique divise et multiplie les points de désaccords au cours des trois dernières périodes (cf. Figure 5, étoiles dans le tableau), et surtout à partir de 2005 : immaturité technologique en regard du tempo climatique, incertitudes sur les coûts présents et futurs du CCS, faisabilité de trajectoires énergétiques peu carbonées sans recours au CCS. Sur ces périodes, les associations environnementales se rassemblent, se divisent, se recomposent autour du CCS - Greenpeace jouant un rôle de chef de file du côté des opposants aux CCS et WWF du côté de son soutien. Cependant, la controverse ne trouve pour ainsi dire pas d'arènes pour se déployer et mettre en débat le cadrage et l'opérationnalisation du risque qui est à l'œuvre. Ainsi, le rapport « False

Hope » de Greenpeace, pourtant en partie basé sur un exercice modélisation en cours de reconnaissance par le GIEC¹⁰, reste sans réponse. De même, l'accent et la communication mis par Greenpeace sur les fuites sur le site de Sleipner en 2011. Dès lors, les seules arènes où semble pouvoir se déployer un débat sur le cadrage et la définition des risques sont les sites de déploiement des projets CCS; sites sur lesquels l'opérationnalisation de la démonstration a fait converger les enjeux en se fondant sur la notion de site à faible risque.

Conclusion

- 62 Le processus qui vient d'être analysé atteste d'un déplacement des enjeux et du statut du risque au fil d'un processus qui va de l'émergence du concept technologique de CCS à sa politique de démonstration. Ce passage est porteur d'un enjeu distributif potentiellement non négligeable en termes de risques. Comme le formulent si bien les parties en présence, le cadrage du CCS dans l'UE permet à des industriels de proroger une activité fondée sur des ressources fossiles en mutualisant les coûts comme les risques. Qui plus est, il permet potentiellement à certains d'entre eux de bénéficier de soutien au développement d'activités par ailleurs rentables (EOR). Dans le même temps, le CCS soulève, au travers des incertitudes liées à son mode de développement, des risques potentiels et nouveaux. D'où les forts enjeux autour de la définition du risque, c'est-à-dire d'un ensemble de tentatives de caractérisation (modélisation, analogues, etc.), de cadrage normatif (définition de seuils de fuite acceptables, procédures de choix de sites, affiliation à des normes de gestion de risque en place) et de traçage (mesures in situ, visualisations, etc.), qui s'accompagnent ici de la structuration d'une controverse en bonne et due forme.
- 63 De manière plus spécifique, l'analyse qui précède montre que le statut même du risque se déplace au fil de la volonté de démonstration du CCS et entretient une étroite relation avec deux registres, tels deux modes d'existence du risque. Le risque existe comme attribut de la technologie. En tant que tel, il est à révéler en l'identifiant et en le catégorisant au travers d'une logique de la représentation procédant d'inférences (caractéristiques physico-chimiques, analogues, modèles). Il semble alors investi d'une existence virtuelle, mais stable. Le risque existe aussi comme variable de la technologie, au double sens de ce terme. Il est un point d'appui pour l'action, une variable de commande du développement du CCS (choix des sites); il est aussi une variable au sens où il résulte (suivi des projets) des modalités prises par ce développement. Cette double existence du risque sert la démonstration du CCS en autorisant dans un même temps, à l'instar de ce que Rosental (2007) décrit pour les programmes spatiaux de la NASA, l'assertion sur le faible risque de cette technologie et le travail sur la construction de ce risque faible : l'assertion de l'existence de sites à faible risque, et la mise en place des procédures visant à sélectionner et suivre ces sites.
- 64 Dans le cas qui nous intéresse, cette démonstration fait, dès 2005 (rapport SRCCS), un pari sur le site à faible risque qui se trouve aujourd'hui doublement remis en question. L'avènement de ce site, essentiellement construit sur les plans scientifique et budgétaire, butte sur des publics qui ne comprennent pas ou ne partagent pas la construction du risque qui est à l'œuvre, tout en percevant les enjeux distributifs. Il bute aussi sur les formations géologiques et leur dynamique physico-chimique qui ne semblent peut-être pas se conformer aux inférences qui en ont été dérivées. Le travail du risque qui est ainsi au cœur de la démonstration du CCS dans l'UE semble, plutôt que de se refermer pour stabiliser la légitimité de cette technologie en tant que solution aux enjeux énergie-climat, travailler à peupler une controverse à son sujet (publics, Utsira). Celle-ci questionne en un certain sens l'alliance démonstrative qui est au cœur du rapprochement opéré par l'Europe de la Recherche entre la Commission, la recherche et l'industrie. Dans le cas du CCS, ce rapprochement est marqué du sceau de l'impératif climatique et structure un jeu d'intérêt bien compris qui pourrait s'accommoder d'une accélération du cycle de vie de la technologie, et donc d'une démonstration précoce qui n'est pas sans effet sur le régime de définition du risque qui est à l'œuvre.

Remerciements

- 65 Les auteurs remercient le CNRS, la Chaire CTSC des Mines de Paris, le réseau R2DS et l'EHESS pour leur soutien à cette recherche.

Bibliographie

- Agence International de l'Énergie (AIE), 2002, Energy Outlook, part 1, 332 p.
- Agence International de l'Énergie (AIE), 2004, Energy Outlook, 577 p.
- Auerbach, D., H. Herzog, E. Adams et J. Caulfield, 1996, Environmental Impacts of ocean disposal of CO₂, Massachusetts Institute of Technology Cambridge, *Energy*, 37, 95, pp. 999-1005.
- Barthe, Y., 2006, *Le pouvoir de l'indécision. La mise en politique de déchets nucléaires*. Ed. Economica, Coll. Études Politiques, Paris, 239 p.
- Beck, U., 1992, *Risk society. Toward a New Modernity*. Sage Publications, Londres, 260 p.
- Callon, M., 1981, Pour une sociologie des controverses technologique, *Fundamenta Scientiae*, 2, 3-4, pp.381-399.
- Chateauraynaud, F., 2004, Invention argumentative et débat public. Regard sociologique sur l'origine des bons arguments, *Cahiers d'économie politique*, l'Harmattan, 47, pp. 191-213.
- Chateauraynaud, F., 2011, Sociologie argumentative et dynamique des controverses : l'exemple de l'argument climatique dans la relance de l'énergie nucléaire en Europe, *A contrario*, 2, 6, pp. 131-150.
- Climate Action Network (CAN), 2006, Position Paper CO₂ Capture and Storage, Europe, octobre. 4 p.
- Climate Action Network Europe, Greenpeace, World Wide Fund For Nature (WWF), 2006, Carbon Dioxide Capture and Storage - State of Play : NGOs view, *European climate change programme (ECCP) CCS workshop*, 27 février.
- Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, 1992, Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin.
- DeBaar, H.J.W., 1992, Options for Enhancing the Storage of Carbon Dioxide in the Oceans –A Review, *Energy Conversion and Management*, 33, 5-8, pp. 635-642.
- European Renewable Energy Council (EREC), Greenpeace International, 2007, Energy [R]evolution. À Sustainable Global Energy Outlook, 212 p.
- EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS) - ZEP's Proposal, 2009a, Implementation of New Entrant Reserve funding – ZEP recommandations, Bruxelles, juin.
- EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS) - ZEP's Proposal, 2009b, EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS) - Maximizing the Benefits of Knowledge Sharing, octobre.
- EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS) - ZEP's Proposal, 2010, ZEP 23rd Advisory Council Meeting, Minutes of meeting, Bruxelles, juin.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants ,ETP-ZEP, 2006a, Strategic Research Agenda, November 24th, 49 p.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2006b, Strategic Deployment Document, Final report, 24 novembre, 43 p.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2006c, 9th Meeting of the Advisory Council Minutes of meeting, Bruxelles, 22 novembre, .
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007a, 10th Meeting of the Advisory Council Minutes of meeting, Bruxelles, 14 mars.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007c, 12th Meeting of the Advisory Council Minutes of meeting, Madrid, 5 septembre,.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007d, High level presentation Flagship program for the ZEP General Assembly – work in progress – Powerpoint presentation at the 12th Meeting of the Advisory Council, Madrid, 5 septembre.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007e, 13th Meeting of the Advisory Council Minutes of meeting, Rome, 16 novembre.
- European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007f , EU Flagship Programme - An Options Paper for The Way Forward - for discussion by ZEP Advisory Council, (Draft v6), 13th Advisory Council, 9 novembre.

European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007g, Kick off meeting ZEP D&I taskforce, The Hague, 2 mars.

European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007h, Outline of the Flagship program of the ZEP, powerpoint presented at the 2nd meeting of the Taskforce on Demonstration and Implementation, 29 mai.

European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2007i, Fifth meeting of ZEP Task Force on Policy and Regulations, Minutes, Brussels, 6 décembre.

European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2008a, EU Demonstration Programme for CO₂ Capture and Storage (CCS) - ZEP's Proposal, novembre, 33 p.

European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants, 2008b, 14th meeting of the Advisory Council Minutes of meeting, Bruxelles, 28 février.

FR, 2011, Loi n° 2011-835 du 13 juillet 2011 visant à interdire l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par fracturation hydraulique et à abroger les permis exclusifs de recherches comportant des projets ayant recours à cette technique, journal officiel, n°0162 du 14 juillet 2011 page 12217.

France Nature Environnement (FNE), 2007, Position de FNE sur la Capture du CO₂ et sa Séquestration (CCS), France Nature Environnement, décembre.

GIEC, 2005b, Piégeage et stockage du dioxyde de carbone. Résumé à l'intention des décideurs et Résumé technique, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, 58 p.

GIEC, 2002, Workshop on Carbon Dioxide Capture and Storage Proceedings - Regina, Canada, Published by ECN 18-21 November.

GIEC, 2003, Scoping paper - IPCC Special Report on carbon dioxide capture and storage, Final Version for IPCC Bureau and Plenary meeting, 17-21 février, Paris, France.

GIEC, 2005a, Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group III, Cambridge University Press, Cambridge University Press, Cambridge UK, 431 p.

Goerne, von G., 2006, Communication and Public Acceptance, WG5 / ETP-ZEP General Assembly, Powerpoint presentation by Greenpeace at the ETP ZEP General Assembly, 13 septembre.

Greenpeace, 2005, Limits of Carbon Capture and Storage in combating climate change, Press release, 25 septembre.

Greenpeace, 2008, False Hope : Why carbon capture and storage won't save the climate, Greenpeace International, Amsterdam. mai.

Greenpeace, 2009a, Dreams of Carbon Storage face a tough Reality Check, Press release, 27 mai.

Greenpeace, 2009b, Reality check on carbon storage - Recent developments in the Sleipner project and Utsira formation Catalysing an energy revolution, Report, Amsterdam, mai..

Greenpeace, 2011, Leakages in the Utsira formation and their consequences for CCS policy, Briefing [En ligne] URL: <http://static.greenpeace.org/int/pdf/081201BRUtsira.pdf>

Ha-Duong, M. et R. Loisel, 2009, Zero is the only acceptable leakage rate for geologically stored CO₂: an editorial comment, *Climatic Change*, 93, 3, pp. 311-317,.

Ha-Duong, M. et W. Keith David, 2003, Carbon storage: the economic efficiency of storing CO₂ in leaky reservoirs, *Clean Technology and Environmental Policy*, 5, 2-3, pp. 181-189.

Harrison, W.J., R.F. Wendlandt et E.D. Sloan, 1995, Geochemical interactions resulting from Carbon Dioxide disposal on the sea floor, *Applied Geochemistry*, 10, 4, pp. 461-475.

Haugan, P. M., 2004, Metrics to assess the mitigation of global warming by carbon capture and storage in the ocean and in geological reservoirs, *Geophysical Research Letters*, 31, pp. 1- 4.

Hekkert, M.P., R. A. A. Suurs, S.O. Negro, S. Kuhlmann et R. Smits, 2007, Functions of innovation systems : a new approach for analyzing technological change, *Technological Forecasting and Social Change*, 74, 4, pp. 413- 432.

Herzog, H., K. Caldeira, et J. Reilly, 2003, An issue of permanence: Assessing the effectiveness of temporary carbon storage, *Climate Change*, 59, pp. 293- 310.

Johnston, P. et D. Santillo, 2003, Carbon Capture and Sequestration: Potential Environmental Impacts, IPCC workshop on carbon dioxide capture and storage, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, pp. 1-16.

- Johnston, P., D. Santillo, R. Stringer, R. Parmentier, B. Hare et M. Krueger, 1999, Ocean disposal/sequestration of carbon dioxide from fossil fuel production and use: an overview of rationale, techniques and implications. Greenpeace Research Laboratories Technical Note 01/99, March 1999, pp. 51.
- Leape, J., 2006, CCS – An Interim Solution., World Wide Fund For Nature (WWF), International, septembre.
- Marchetti, C., 1976, On Geoengineering and the problem, Research Memoranda, IIASA, 13 p.
- Matthews, B., 1996, Climate Engineering, A critical review of proposals, their scientific and political context, and possible impacts, compiled for Scientists For Global Responsibility, School of Environmental Sciences, UEA, Norwich, November, pp. 1-38.
- Nordhaus, W. D., 1975, Can we control carbon dioxide ? Working Paper, IIASA, pp. 1- 47.
- Organisation des Nations Unies (ONU), 1998, Protocole de Kyoto à la convention- cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, en vigueur, 16 février 2005, No 30822.
- Réseau Action Climat France (RAC-F), 2007, Note de position du Réseau Action Climat- France et de ses associations membres sur le Captage et le Stockage du CO₂ (CSC), janvier.
- Riemer, P., 1996, Greenhouse Gas mitigation technologies, an overview of the CO₂ capture, storage and future activities of the IEA Greenhouse gas R&D programme, *Energy Conversion and Management*, 37,6-8, pp. 665-670.
- Rosental, C., 2003a, *La trame de l'évidence. Sociologie de la démonstration en logique*. Paris, Presses Universitaires de France, 367 p.
- Rosental, C., 2003b, Certifying Knowledge: The Sociology of a Logical Theorem in Artificial Intelligence, *American Sociological Review*, 68, pp. 623-644.
- Rosental, C., 2007, *Les capitalistes de la science. Enquête sur les démonstrateurs de la Silicon Valley et de la NASA*. Paris, CNRS Éditions, 268 p.
- Rosental, C., 2011, De la démo-cratie. Mener l'Europe à l'aide de démonstrations publiques. In S. Houdart & O. Thiery (Eds.), *Humains, non-humains. Comment repeupler les sciences sociales*. Paris, La découverte, pp. 121-131.
- Star, S. et J. Griesemer, 1989, Institutional Ecology, Translations and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39, *Social Studies of Science*, 19, 3, pp. 387- 420.
- Torp, T. et A.J. Gale, 2002, Demonstrating storage of CO₂ in geological reservoirs: the Sleipner and SACS projects, GHGT6-Greenhouse Gas Technology Conference 6, 2002, Kyoto, Japan.
- UE, 1985, Council Directive of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment, (85/337/EEC) (OJ L 175, 5.7.1985, p. 40), 1985L0337.
- UE, 1986, Résolution du Conseil concernant de nouveaux objectifs de politique énergétique communautaire pour 1995, 16 septembre.
- UE, 1996a, Directive 96/61/CE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, JO L 257 du 10.10.1996, pp. 26–40 .
- UE, 1996 b, Énergie pour l'avenir : les sources d'énergie renouvelables - Livre Vert - Pour une stratégie communautaire, COM(96)576 final, Bruxelles, 20 novembre.
- UE, 1997a, Communication de la Commission Énergie pour L'avenir: les Sources d'Énergie Renouvelables - Livre Blanc établissant une Stratégie et un Plan d'action Communautaires, COM 97/599.
- UE, 1999, FP5 Décision no 182/1999/ce du Parlement Européen et du Conseil du 22 décembre 1998 relative au cinquième programme-cadre de la Communauté européenne pour des actions de recherche, de développement technologique et de démonstration (1998-2002), Journal officiel des Communautés européennes L 26/1, 1.2.1999.
- UE, 2000a, Conclusions de la Présidence Conseil Européen de Lisbonne, 23 et 24 mars 2000.
- UE, 2000b, Towards a European research area, Communication from the Commission, COM(2000) 6 final, Brussels, 18 janvier.
- UE, 2000c, Green Paper - Towards a European strategy for the security of energy supply, COM/2000/0769 final, novembre.
- UE, 2000d, Communication de la Commission au Conseil et au Parlement Européen Concernant les politiques et mesures proposées par l'UE pour réduire les émissions de gaz à effet de serre : Vers un programme européen sur le changement climatique (PECC) COM(2000) 88 final, Bruxelles, août.
- UE, 2001a, European Climate Change Programme - Report (ECCP 1), Bruxelles, juin.

UE, 2002a, Decision No 1513/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2002 concerning the Sixth Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities, contributing to the creation Official Journal of the European Communities L 232/1, 29 août.

UE, 2004a, Technology Platforms, from Definition to Implementation of a Common Research Agenda, Directorate-General for Research European Communities, septembre.

UE, 2004 b, Directive 2004/35/CE du Parlement Européen Et Du Conseil du 21 avril 2004 sur la responsabilité environnementale en ce qui concerne la prévention et la réparation des dommages environnementaux, Journal officiel de l'Union européenne L 143/56, 30 avril.

UE, 2004c, Traité établissant une constitution pour l'Europe, Official Journal of the European Union, C 310/1, 16 décembre.

UE, 2005a, Winning the Battle Against Global Climate Change” Final Communication from the Commission, COM(2005) 35, Brussels, 9 février.

UE, 2005b, Launch of the European Climate Change Program 2 (ECCP2), octobre.

UE, 2005c, ECCP 2, Working Group III: Terms of reference for the carbon dioxide capture and geological storage working group set up under the European climate change programme - Draft Mandate, février.

UE, 2006a, Decision No 1982/2006/Ec of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007-2013), Official Journal of the European Union L 412/1, 30 décembre.

UE, 2006 b, Livre Vert : Une stratégie européenne pour une énergie sûre, compétitive et durable, COM(2006) 105 final, Bruxelles, 8 mars.

UE, 2006c, Final Report of Working Group 3: Carbon Capture and Geological Storage (CCS) - The Second European Climate Change Programme, as adopted on 1 June 2006 (ECCPII), Bruxelles, juin, 16 p.

UE, 2007a An Energy Policy for Europe, Communication from the Commission, COM(2007) 1 final, Bruxelles, 10 janvier.

UE, 2007 b, Production d'électricité durable à partir des combustibles fossiles: Vers des émissions des centrales électriques au charbon tendant vers zéro après 2020, Communication de la Commission, COM(2006) 843 final, Bruxelles, 10 janvier.

UE, 2007c, Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius: The way ahead for 2020 and beyond, COM(2007) 2 final, Bruxelles.

UE, 2007d, A European Strategic Energy Technology Plan (SET-PLAN) - 'Towards a low carbon future », COM(2007) 723 final, Bruxelles, 22 novembre.

UE, 2008a, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directives 85/337/EEC, 96/61/EC, Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC and Regulation (EC) No 1013/2006 (presented by the Commission), COM(2008) 18 final, 2008/0015 (COD), Bruxelles,, 23 janvier.

UE, 2008 b, Mémo sur le paquet de mesures prises dans les domaines des sources d'énergie renouvelables et du changement climatique, MEMO/08/33, Bruxelles, 23 janvier.

UE, 2008c, Conclusions de la Présidence - Conseil Européen de Bruxelles, 13 et 14 Mars 2008, Bruxelles, (7652/1/08REV1), 20 mai.

UE, 2009a « Directive 2009/31/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative au stockage géologique du dioxyde de carbone et modifiant la directive 85/337/CEE du Conseil, les directives 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE et 2008/1/CE et le règlement (CE) no 1013/2006 du Parlement européen et du Conseil », L 140/114, Journal Officiel de l'Union européenne 5 juin.

UE, 2009c, Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community? Official Journal of the European Union, L 140/63, 5 juin.

UE, 2010a, Décision de la Commission du 3 novembre 2010 établissant les critères et les mesures pour le financement de projets commerciaux de démonstration axés sur le captage et le stockage géologique du CO₂ sans danger pour l'environnement, ainsi que de projets de démonstration de technologies innovantes liées aux énergies renouvelables, dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté établi par la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du

Conseil [notifiée sous le numéro C(2010) 7499] (2010/670/UE), Journal officiel de l'Union européenne, 6.11.2010, L 290/39, Bruxelles.

Van der Zwaan, B. et R. Gerlagh, 2009, Economics of geological CO₂ storage and leakage, *Climatic Change*, 93, pp. 285–309

Notes

1 Il existe différentes abréviations de la technologie. La plus utilisée et celle qu'on adopte tout au long du texte est « CCS » (CO₂ capture and Storage, en anglais). On compte ensuite « CSC » (capture et stockage, ou séquestration, du CO₂, la traduction en français); « CTSC » (capture, transport et stockage du CO₂, qui intègre la dimension du transport); « CTSVC » (capture, transport, stockage et valorisation du CO₂, comprend une approche plus récente en France, mais qu'on retrouve à l'origine du concept aux États-Unis avec l'objectif de « réutilisation du CO₂ » dans l'appellation « CO₂ Capture, Reuse and Storage Technologies ».

2 Un peu à la manière de l'objet frontière de Star et Griesemer (1989) an object « both adaptable to different viewpoints and robust enough to maintain identity across them » (1989 :387)

3 Ainsi on ne trouve aucune mention du terme dans le 5ème PCRD UE (UE, 1999); 9 mentions dans le 6ème PCRD (UE, 2002a); 17 mentions dans le 7ème PCRD (UE, 2006a).

4 Directive CCS, EnR et ETS.

5 Le « potentiel économique » est défini par experts du GIEC comme les réductions d'émissions liées au développement du CCS dans les conditions de marché en place (c.-à-d. valeur de marché des réductions de CO₂ et coûts des autres options) (GIEC 2005a). Le « potentiel technique » est quant à lui défini comme les réductions d'émissions liées à la « mise en œuvre d'une technologie ou d'une pratique qui a atteint la phase de démonstration » (GIEC 2005a)

6 On retrouve ici la dimension de gestion de projet des démonstrations mise en évidence par Rosental sur le cas des programmes spatiaux de la NASA (Rosental, 2007)

7 Parlementaire européen chargé de la préparation d'un rapport. Dans le cadre de la procédure de codécision, un rapport parlementaire prépare la position du Parlement européen. Rédigé par un député choisi au sein de la commission parlementaire compétente (le « rapporteur »), il contient essentiellement des suggestions d'amendements et un exposé des motifs expliquant les amendements proposés.(glossaire site web : http://ec.europa.eu/codecision/stepbystep/glossary_fr.htm)

8 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=CRE&reference=20081216&secondRef=ITEM-013&language=EN&ring=A6-2008-0414>

9 Telles que les modélisations énergétiques de long terme, l'analyse d'impact environnemental de trajectoires énergétiques, les analyses de capacité de stockage (GEOCAPACITY, 6e PCRD), les modèles d'association sources/puits (CASTOR, 6e PCRD), les stratégies de gestion des risques (CO2ReMoVe, 6e PCRD).

10 Le rapport SRREN, sur les énergies renouvelables et le changement climatique, en cours d'élaboration dès janvier 2009, prend en compte cette modélisation.

Pour citer cet article

Référence électronique

Rebeca Neri O'Neill et Alain Nadaï, « Risque et démonstration, la politique de capture et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) dans l'Union européenne », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 12 Numéro 1 | mai 2012, mis en ligne le 19 juin 2012, consulté le 02 octobre 2012. URL : <http://vertigo.revues.org/12172> ; DOI : 10.4000/vertigo.12172

À propos des auteurs

Rebeca Neri O'Neill

CIREN - Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement, Jardin Tropical. 45 bis avenue de la Belle Gabrielle, 94736 NOGENT-SUR-MARNE Cedex. Courriel : oneill.rebeca@centre-cired.fr

Alain Nadaï

CIREN - Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement, Jardin Tropical. 45 bis avenue de la Belle Gabrielle, 94736 NOGENT-SUR-MARNE Cedex. Courriel : nadai@centre-cired.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

La technologie de captage et de stockage du CO₂ regroupe plusieurs techniques industrielles visant à séparer (captage) le dioxyde de carbone de ses sources industrielles et énergétiques, à le transporter vers un lieu de stockage et à l'isoler de l'atmosphère sur le long terme. Cette technologie a été imaginée au cours des années 1970 par des chercheurs et des industriels et faite de quelques applications dans le monde. La dernière décennie a consacré l'émergence d'une politique du CCS dans l'Union Européenne. La Commission européenne s'est engagée, en partenariat avec des acteurs industriels, dans une démarche de « démonstration » du CCS, articulée autour du développement de 10 démonstrateurs à grande échelle d'ici à 2015. Ce processus a été jalonné d'intenses débats et de conflits locaux, notamment en ce qui concerne les risques liés aux fuites de CO₂ à court terme (acidification de milieux de surface ou de nappes souterraines) ou à long terme (manque d'efficacité dans la lutte contre le changement climatique). Ces débats ont aussi porté sur le coût élevé et la pertinence (technologie « bout de chaîne ») de l'option CCS par rapport à des actions de maîtrise de la demande d'énergie ou au développement d'énergies non carbonées. Notre article analyse l'articulation entre démonstration et définition du risque en retraçant, au fil de l'émergence de la politique européenne du CCS et de sa constitution en « politique de démonstration », les modalités au travers desquelles les protagonistes de ce processus mobilisent des cadres normatifs, stabilisés ou émergents, sur les risques.

Carbon capture and storage (CCS) combines several techniques in order to capture carbon dioxide emitted by industrial and energy production processes, transport it and store it in geological reservoirs, so as to isolate it from the atmosphere for long time periods. This technology was invented in the 1970s by researchers and industrialists. A few industrial projects applying CCS are today in different parts of the world. In the EU, a CCS policy emerged during the last decade. The European Commission, in partnership with industry players, has committed to a process of CCS "demonstration", aiming to develop 10 large-scale demonstrators by 2015. The emergence of EU CCS policy was marked by intense debates and local conflicts, especially with regard to the risks associated with potential leakages of CO₂ in the short term (acidification of surface media or groundwater) or in the long term (CCS claimed to be ineffective in the fight against climate change). These discussions have also addressed the high cost and the relevance (end-of-pipe technology) of the CCS option in comparison with other CO₂ mitigation options (reduction in energy demand, development of low-carbon energy technologies). This paper analyzes the relationship between CCS demonstration and the definition of the associated risks, by looking at the way in which protagonists involved in the CCS policy process resort to normative, stabilized or emerging risk frameworks.

Entrées d'index

Mots-clés : stockage géologique, dioxyde de carbone, risque, démonstration

Keywords : geological storage, carbon dioxide, risk, demonstration