

Feuilles de route captage, transport et stockage géologique du CO₂

Les nouvelles technologies énergétiques devant faire l'objet de démonstrateurs de recherche de façon prioritaire ont été identifiées, notamment à partir de la stratégie nationale de recherche dans le domaine de l'énergie et des réflexions du comité opérationnel « recherche » du Grenelle de l'environnement.

Ce document présente une esquisse de feuille de route précisant les besoins de démonstrateurs de captage, transport et stockage géologique du CO₂, et permet d'identifier les priorités auxquelles s'adressera le fonds démonstrateur dans l'attente d'une présentation et d'une validation de la feuille de route complète par les comités consultatifs et de pilotage du fonds.

Le besoin de démonstrateur de recherche en matière de captage, transport et stockage du CO₂

Le contexte

Pour limiter les émissions de CO₂ d'origine anthropique, trois types de leviers peuvent être envisagés :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'utilisation rationnelle de l'énergie
- la mise en œuvre de combustibles émettant moins de CO₂ par unité d'énergie produite
- le captage et stockage du CO₂ (CSC)

Le captage et le stockage géologique du CO₂ est donc l'une des options envisagées pour réduire les émissions anthropiques de CO₂ des sources concentrées d'émission (ex : IGCE¹, centrales de production d'électricité à partir de combustibles fossiles, installations de production de biocarburants, ...).

En fonction du rythme de déploiement et de l'acceptabilité de cette technologie à l'échelle mondiale, de la croissance du nombre d'installations centralisées d'émissions de CO₂, des performances des systèmes de captage et de stockage du CO₂ et de la réduction de l'incertitude sur la taille des zones de stockage sans risque sanitaires et environnementaux, le GIEC estime que d'ici à 2100, 15 à 55% des émissions anthropiques de CO₂, pourraient être captées et stockées géologiquement.

Les options technologiques disponibles

Le captage

Du côté du captage, 3 familles de technologies sont candidates : les technologies de captage en post-combustion, en oxy-combustion et en pré-combustion. Chacune de ces technologies sont à des stades de recherche, de maîtrise, voire de développement, différents. Le choix d'une technologie par rapport à une autre dépend du type d'installation (taille, combustible, fonctionnement) et du type de mise en œuvre du captage du CO₂ (installation nouvelle ou existante).

Le captage du CO₂ est une technologie consommatrice d'énergie, ce qui a des répercussions sur ses coûts d'exploitation. Selon le rapport du GIEC en 2005, l'augmentation de la consommation de combustible par kWh produit, par rapport à une centrale sans captage, s'établit entre 11 et 22% dans les centrales au gaz à cycle combiné, entre 24 à 40% dans les centrales au charbon pulvérisé supercritique et entre 14 et 25% dans les centrales au charbon avec gazéification intégrée. Un des enjeux liés au captage du CO₂ est donc de limiter cette pénalité énergétique.

¹ Industries grosses consommatrices d'énergie comme les industries de production de verre, papier – carton, plâtre chaux ciment, métallurgie, sidérurgie...

Le transport

Le transport terrestre du CO₂ est déjà pratiqué à l'échelle industrielle depuis plusieurs années. Dans le cadre du CSC, vu l'ampleur que devraient prendre les réseaux de transport de CO₂, il est nécessaire de faire une remise à plat de la technologie et de voir comment ce réseau de transport de CO₂ s'intègre dans le CSC.

Le stockage

Trois types de formes géologiques sont envisagés pour stocker le CO₂ : les gisements déplétés d'hydrocarbures, les veines de charbon non exploitables et les aquifères salins profonds (onshore et offshore).

Sur ces 3 catégories de gisement, des travaux de recherche sont actuellement conduits pour :

- Réduire les incertitudes quant aux potentiels de stockage de CO₂ et de leur comportement sur le très long terme
- Définir des normes de validation des sites
- Mettre en place des méthodologies de quantification des risques
- Caractériser les risques, évaluer, localiser et quantifier les impacts de ces événements anormaux. Analyser finement les impacts environnementaux et sanitaires du stockage du CO₂
- Concevoir des techniques de fermeture des sites,
- Développer des technologies de monitoring qualitatif (rôle d'alerte) et quantitatif (bilan matière),

Exemples de développements au niveau international

En complément des opérations industrielles déjà engagées (Sleipner, Snohvit en Norvège, In Salah en Algérie, ...), et jusqu'à présent limitées à l'injection de CO₂ issu du traitement du gaz naturel, les annonces de projets de démonstration de captage et stockage de CO₂ issu de différents secteurs industriels se multiplient. Ceci démontre bien l'importance que les industriels accordent à cette technologie.

En France, Total met en œuvre un pilote intégré de 30 MWth en oxy-combustion avec stockage en gisement déplété de gaz. En Allemagne, un pilote d'oxy-combustion de 30 MWth, piloté par Vattenfall, est en phase d'être opérationnel. Cette opération devrait donner suite à un démonstrateur de plus grande envergure, 300 MWe, d'ici 2015. Pour la même période, un démonstrateur de captage en post-combustion de 300 MWe est prévu en Angleterre et un autre au Danemark. Alstom a annoncé la réalisation de deux démonstrateurs du procédé à l'ammoniac refroidi, l'un de 5 MW en Suède (avec E.ON), l'autre de 30 MW en Norvège (avec Statoil).

En France, Véolia a annoncé la réalisation d'un démonstrateur de captage et de stockage d'une capacité de 200.000 t/an de CO₂ issu de la combustion de biogaz.

Côté pré-combustion, RWE a annoncé pour 2014 la création d'une centrale IGCC qui inclura le captage et stockage du CO₂. D'autres projets sont également prévus par E.ON.

La feuille de route démonstrateur

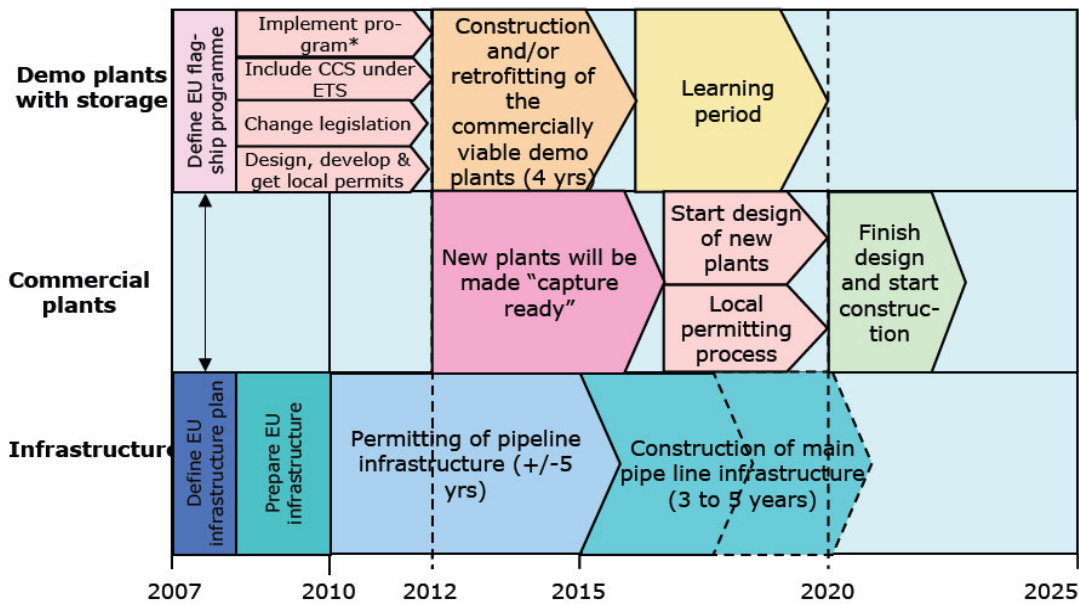
La feuille de route proposée poursuit trois grands objectifs :

- Développer l'offre technologique nationale sur le captage, transport et stockage du CO₂ et renforcer sa base industrielle et économique,
- Expliciter et réduire les incertitudes liées à son exploitation et mettre en place un environnement politique, économique, réglementaire et social propice à sa diffusion et son appropriation par les acteurs industriels,
- Développer et consolider son intégration technologique dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie manufacturière.

Le calendrier recherche – démonstration - déploiement

Il se déploie selon un phasage en trois temps, avec une période charnière en 2020, début de l'entrée sur le marché des installations ainsi équipées.

Période	Objectifs
2007 – 2009	Les grandes options de captage font l'objet de démonstrateurs de recherche, les différentes configurations de transport sont évaluées et les conditions scientifiques, techniques, réglementaires et sociales sont réunies pour décider du lancement d'un pilote instrumenté de stockage sur le territoire national.
2010 – 2012	Un portefeuille technologique sur le captage est validé, les résultats des démonstrateurs de recherche permettent de lancer les premières opérations de captage, transport, stockage de taille industrielle. En parallèle, orientation des programmes de recherche en fonction des nouveaux besoins identifiés.
2020	L'ensemble des éléments de la chaîne captage, transport et stockage du CO ₂ est mature pour une exploitation industrielle. Des installations industrielles sont en fonctionnement et représentent une part croissante du marché. Le couplage est effectué avec la production d'hydrogène. Des infrastructures de transport sont opérationnelles et le savoir-faire sur le stockage maîtrisé.



Référence : European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants

Les familles de technologies envisageables pour le captage sont :

- Captage en post-combustion : absorption (solvants type amines, ammoniacque refroidi, ...), antisublimation ou hydrates, adsorption sur solides, cycle calcium, ...
- Captage en pré-combustion : gazéification, oxydation partielle et réformage accompagnés d'opérations unitaires de séparation CO₂ / H₂, production massive d'oxygène
- Captage par oxy-combustion en combustion pulvérisée ou à lit fluidisé circulant, production massive d'oxygène, soit de manière conventionnelle, soit apporté par « chemical looping »

Ces technologies peuvent convenir, suivant les cas, à des applications de fours et chaudières industrielles, à des filières de production d'électricité à partir de combustibles solides, liquides ou gazeux et à des cycles combinés gaz, ou encore à des procédés industriels type cimenterie, sidérurgie,

Compte tenu de la pénalité énergétique liée au captage et des coûts associés, l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés de captage ou de production d'oxygène est considérée comme une des priorités de recherche et développement.

2007 – 2009 : des besoins de démonstration

Les travaux de recherche engagés en France (ex : programme captage et stockage du CO₂ de l'ANR), en Europe (ex : projet CASTOR) et dans le monde (ex : compagnies pétrolières avec les projets industriels de Sleipner ou d'In Salah) ont permis de vérifier la pertinence et la faisabilité de cette technologie.

Fort de ces résultats, en parallèle des travaux de R&D, il s'agit maintenant de valider les derniers résultats de recherche, obtenus par des approches théoriques ou à l'échelle du laboratoire, en construisant des démonstrateurs de recherche.

Dès 2006, la Plateforme Européenne Zéro Emissions (ZEP) avait notamment émis des recommandations dans ce sens (cf annexe 1 – SRA (Strategic Research Agenda)) :

1. Mettre en œuvre, d'ici 2015, 10 à 12 démonstrateurs intégrés de CCS, à grande échelle, à travers l'Europe
 2. Développer de nouveaux concepts déjà identifiés, mais non validés, pour une démonstration en 2010-2015 et une mise en œuvre à partir de 2020
 3. Soutenir des projets de R&D à plus long terme sur de nouveaux concepts pour le développement de technologies de deuxième génération
- ...

En complément des besoins de validation technologique, ces démonstrateurs contribueront à informer et à communiquer sur cet ensemble de technologies. Les réticences attendues portent entre autres sur les risques de proximité. Il faut donc s'attacher à réaliser des opérations d'injection d'ampleur croissante en terme de stockage afin de démontrer l'innocuité de ces opérations sur le long terme pour l'environnement (surface et sols) et pour les aquifères d'eau potable.

Compte tenu des recommandations et des résultats de recherche disponibles, de l'engagement des industriels dans cette filière et des gisements de captage et de stockage potentiellement mobilisables par cette technologie, 2 filières semblent pouvoir faire l'objet d'opérations de démonstration de recherche sur le territoire national à court terme :

- La filière de captage en post combustion ;
- La filière de captage en oxy-combustion.

Cependant, toute opportunité de démontrer la voie de captage en pré-combustion doit être examinée avec attention.

Associées à ces filières de captage, les deux voies de stockage, stockage dans un gisement déplété d'hydrocarbure et stockage dans un aquifère profond, nécessitent d'être explorées.

La filière de captage en oxy-combustion avec stockage dans un gisement déplété fait déjà l'objet d'un projet de démonstration de recherche à Lacq, porté par Total et financé sur fonds propres.

En outre, plusieurs industriels ont manifesté leur intérêt pour réaliser un démonstrateur de recherche sur le bassin parisien avec stockage en aquifère profond, à partir d'un captage en oxycombustion ou en post-combustion. Ceci démontre au passage l'utilité du fonds « démonstrateur de recherche » sur certaines technologies clés en matière d'atténuation du changement climatique.

Références :

- European Technology Platform for Zero Emissions Fossil Power Plant (Strategic Research Agenda Road Map)
- Enjeux et difficultés de mise en œuvre des unités de démonstration de capture et stockage de CO₂ dans le contexte français, Club CO₂, mars 2007