



Les enjeux du déploiement de la filière CSCV en France

Perceptions sociétales

Gilles-Laurent Rayssac
Président de Res publica

Le CSCV, une technologie peu connue

« Avez-vous déjà entendu parler du stockage géologique du CO₂ ? »

- 18 % : oui et je sais de quoi il s'agit (12% en 2007)
- 20% : oui mais je ne sais pas de quoi il s'agit (22% en 2007)
- 61% : non (65% en 2007)
- 1% : sans opinion (idem 2007)



Niveau d'adhésion à la technologie :

57 % sans information

37 % avec information sur les risques

ADEME – Les français et le CSC – Sondage 2010 « Les exemples à suivre »



Le CSCV, une technologie qui génère de la méfiance

Le Monde (10/04/2021) : Les fausses promesses des technologies de captage du carbone pour réduire les émissions de CO₂

Le Monde

14/10/2021



«France 2030» : capter et stocker le CO₂ pour décarboner l'industrie, est-ce vraiment une bonne idée ?



Le CSCV, un risque de confusion



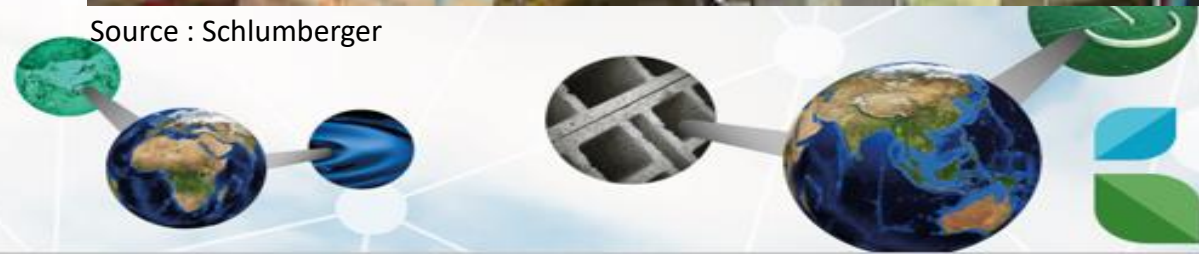
Consultation du public sur la SNBC

Sur 187 contributions :

- 87 contributions évoquent le stockage naturel
- 0 contribution évoque le stockage géologique



Source : Schlumberger



Ci-dessous un tableau résumant la maturité de chaque grande famille de captage :

Technologies	Description	Maturité	Commentaires
« Postcombustion » Séparation du CO ₂ et des fumées de combustion	ABSORPTION : extraction du CO ₂ à l'aide d'un solvant chimique, généralement à base d'amines, qui est ensuite régénéré par apport énergétique		😊 La plus mature et la plus largement déployée : mise en œuvre sur des unités existantes et large plage d'application (toutes fumées sous condition d'adapter le solvant) 😞 Production de déchets toxiques (amines) et coûts élevés (consommation énergétique élevée)
	CRYOGÉNIE : solidification du CO ₂ par givrage		Consommation énergétique trop élevée - arrêt du développement de cette technologie - retour à la phase laboratoire
	ADSORPTION : CO ₂ adsorbé sur un solide microporeux de type charbon actif qui est régénéré par apport énergétique ou par baisse de pression		Travaux entre le laboratoire et le pilote - plusieurs verrous RD doivent être levés
	CYCLE CALCIUM : captage du CO ₂ par de la chaux vive pour former du calcaire. Chauffer le calcaire permet ensuite de séparer le CO ₂ de la chaux vive		Travaux entre le laboratoire et le pilote - plusieurs verrous RD doivent être levés
	SÉPARATION MEMBRANAIRE : séparation du CO ₂ à l'aide d'une membrane poreuse sélective souvent métalliques ou céramiques		
« Précombustion » ou « IGCC » Spécifique aux filières de reformage du gaz ou de gazéification du charbon et de biomasse	Captage du CO ₂ lors de la fabrication d'hydrogène à partir de combustible fossile et d'oxygène : Transformation du combustible primaire en gaz de synthèse puis en CO ₂ + H ₂ . La séparation du CO ₂ génère ainsi de l'hydrogène qui peut être valorisé.		😊 Diminution de la consommation énergétique 😞 Changement du procédé (du type de combustion) -> installation sur des nouvelles unités ou rétrofit
« Oxycombustion » Captage du CO ₂ en le concentrant dans les fumées produites par une combustion	Réalisation d'une combustion en présence d'oxygène (c'est-à-dire sans azote) permettant de concentrer le CO ₂ dans les fumées produites. Cette technologie nécessite un apport important d'oxygène qui peut être énergivore pour sa production.		😊 Diminution de la consommation énergétique 😞 Coût élevé à cause de la production d'O ₂ et changement du procédé (modification de la chaudière) -> installation sur des nouvelles unités ou rétrofit

Des technologies déclarées non matures

AVIS TECHNIQUE

Technologies	Description	Maturité
Aquifères salins profonds	Ce sont des couches de roches poreuses et perméables gorgées d'eau dont la teneur en sel les rendent inadaptées à la consommation. Ces roches se situent à une profondeur > 800 – 1000m. Le potentiel de stockage de ces roches est très important : les estimations actuelles portent sur des capacités égales à 250 – 500 fois les émissions mondiales de CO ₂ [AIE CCS roadmap].	
Gisements de pétrole ou de gaz naturel épuisés	L'exploitation de gisements d'hydrocarbures voit la fin de production de milliers de sites qui pourraient constituer des sites de stockage potentiel de CO ₂ . Cette opportunité est d'autant plus crédible que les pétroliers injectent couramment du CO ₂ dans les gisements pour optimiser la récupération des hydrocarbures, ils maîtrisent donc cette technique. Ces roches devraient permettre de stocker de façon pérenne (c'est-à-dire pour une longue période de temps) le CO ₂ comme elles l'ont fait pour les hydrocarbures qu'elles piégeaient depuis des milliers d'années.	
Veines de charbon profondes inexploitées	Il s'agirait d'injecter dans les veines de charbon le CO ₂ capté. Malgré des capacités de stockage moindre, ce type de stockage présente des avantages intéressants : • Le pouvoir d'adsorption des veines de charbon qui préfère le CO ₂ au méthane qu'elle libérerait sous l'injection de CO ₂ . Ce type de stockage permettrait ainsi de récupérer du méthane pour le commercialiser • Une localisation géographique favorable car souvent à proximité de sites industriels	

3. OPPOSITION SOCIÉTALE AU STOCKAGE GÉOLOGIQUE DU CO₂

Même si les estimations des capacités doivent être encore affinées, elles ne seront pas une limite forte au développement du CSC en France. La principale contrainte pour le développement d'un site de stockage géologique, dès lors qu'une source de CO₂ est à proximité, est l'opposition sociétale locale.

Les risques sanitaires et environnementaux en cas de fuite font partie des principales raisons de l'opposition rencontrée au niveau local pour la mise en place d'un site de stockage géologique de CO₂. L'exemple le plus illustratif est le projet Barendrecht¹² aux Pays-Bas qui a été annulé par le gouvernement néerlandais suite à une opposition locale très forte contre le stockage géologique du CO₂ dans un ancien réservoir de gaz qui se trouvait sous la ville et exploité de nombreuses années par Shell. Depuis, le gouvernement néerlandais a exclu la possibilité de développer des sites de stockage géologique onshore. Ainsi, il est difficile d'envisager des sites de stockage sur des zones fortement urbanisées comme le bassin parisien en France. Le seul ayant abouti en France est le projet CSC de Total à Lacq-Rousse qui avait pour but de tester la faisabilité d'une chaîne complète de captage, transport puis stockage dans un réservoir déplété à Rousse (à 30 km de Lacq).

Un autre exemple sur les risques d'un stockage géologique de CO₂ est l'exemple de l'éruption d'un site naturel sous le lac Nyos au Cameroun qui a eu lieu en 1986 et qui a tué 1746 personnes et 3500 animaux d'élevage. L'éruption a provoqué la libération soudaine d'environ 100 000 à 300 000 tonnes de CO₂. Le nuage de gaz s'est d'abord élevé à près de 100 km/h avant de retomber, étant plus lourd que l'air, sur les villages voisins, étouffant personnes et animaux sur 25 km autour du lac par manque d'oxygène. Depuis un système de dégazage régulier a été mis en place pour réduire la quantité de CO₂ et éviter ce type d'accident.

4. ASPECTS LÉGISLATIFS ET RÉGLEMENTAIRES

4.1 CADRE EUROPÉEN : CCS DIRECTIVE

Une législation a été mise en place en Europe pour encadrer le stockage géologique onshore qui s'est traduit par la directive appelée « CCS Directive ». Cette directive définit un cadre législatif pour assurer l'intégrité et la sécurité des sites de stockage géologique de CO₂ sur le long terme. En France, la « CCS Directive » a été transposée en droit national par la loi Grenelle 2 votée et promulguée en 2010. La DGPR¹³ a également publié en 2011 un rapport intitulé « Lignes de conduites pour la sécurité d'un site de stockage géologique de CO₂ » (DGPR, 2011) pour aider à la délivrance d'un permis d'exploitation d'un site de stockage géologique. Dans le cas de projets de recherche (limite à 100 ktCO₂ injecté au total), il n'est pas requis de permis d'exploitation.

Le principe, prévu dans la « CCS directive », d'une servitude financière à mettre en place par l'exploitant pour le transfert de la gestion du site à l'État, pour le public, a été identifié comme un enjeu important. Le montant n'a pas été fixé, mais doit être négocié au cas par cas. Dans le cadre du ROAD¹⁴, cela a fait partie des points de discussion lors de la négociation avec les autorités locales et a été une des raisons invoquées pour annuler le projet.

La « CCS directive » est complétée par les règles de monitoring et de reporting d'EU-ETS¹⁵, dites MRV, puisque le CSC est une des technologies ouvrant droit à la réduction d'émissions de CO₂ via la quantité de CO₂ stocké. Dans les MRV, seul le transport du CO₂ par canalisation est prévu. Ainsi le transport du CO₂ par bateau n'est pas pris en compte et donc le CO₂ serait considéré comme émis. Il s'agit d'un point en discussion important pour permettre des conditions économiquement favorables à la mise en place de projets de stockage géologique en Mer du Nord.

¹² Le projet Barendrecht était porté par Shell et avait pour but de capter les émissions de CO₂ de leur raffinerie. Initialement, il était prévu d'injecter 0,4 Mt/an pour la phase pilote avant d'augmenter le volume d'injection à 1 Mt/an pour une capacité totale de 10 Mt. Le stockage était prévu dans un ancien réservoir déplété de gaz exploité par Shell sous la ville de Barendrecht à plus de 2 700 m de profondeur.

¹³ La DGPR est la Direction Générale de la Prévention des Risques et est en charge de la délivrance des permis de stockage géologique du CO₂.

¹⁴ Le projet ROAD, Rotterdam Capture and Storage Demonstration Project, avait pour but de démontrer la faisabilité d'une chaîne CSC en captant les émissions de CO₂ d'une centrale charbon via une technologie post-combustion aux amines puis de transporter le CO₂ par canalisation pour le stocker en offshore dans un réservoir de gaz déplété. Le projet avait reçu un financement de la commission européenne et du gouvernement néerlandais (au total 360 M€) mais au final le projet a été annulé.

¹⁵ Marché carbone européen auquel les installations classées ETS sont soumises au reporting annuel de leurs émissions GES (~ 50 % des émissions en Europe).

Le CSCV, des avertissements officiels sur les oppositions sociétales

Un autre exemple sur les risques d'un stockage géologique de CO₂ est l'exemple de l'éruption d'un site naturel sous le lac Nyos au Cameroun qui a eu lieu en 1986 et qui a tué 1746 personnes et 3500 animaux d'élevage. L'éruption a provoqué la libération soudaine d'environ 100 000 à 300 000 tonnes de CO₂. Le nuage de gaz s'est d'abord élevé à près de 100 km/h avant de retomber, étant plus lourd que l'air, sur les villages voisins, étouffant personnes et animaux sur 25 km autour du lac par manque d'oxygène. Depuis un système de dégazage régulier a été mis en place pour réduire la quantité de CO₂ et éviter ce type d'accident.

Source : Le captage et le stockage géologique de CO₂ en France, avis technique de l'ADEME, 2020

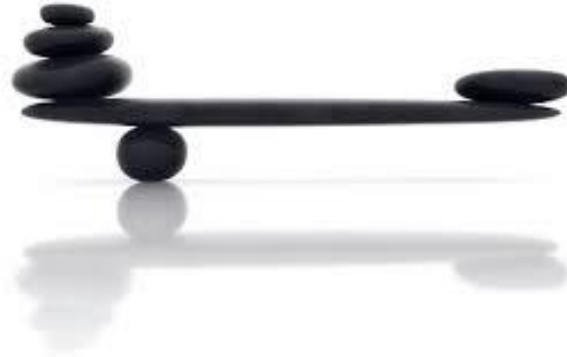
« Les incertitudes sur ces technologies, leur acceptabilité, ainsi que sur la disponibilité et la fiabilité du stockage conduisent à envisager avec prudence le développement de ces technologies, conditionné à la définition d'un modèle économique viable joint à une bonne maîtrise des risques sur le long terme. Ceci étant dit, il s'agit très vraisemblablement d'une option essentielle pour l'avenir, car elle permet la génération d'émissions négatives continues sur le très long terme »

Source : SNBC p. 163



Quel est le problème ?

Etablir la balance entre :



Une technologie :

- Peu connue
- Qui n'est pas comprise
- Qui génère des craintes
- Qui est considérée comme non encore mature
- Qui peut faire l'objet d'une opposition de principe
- Qui est mise en œuvre par des entreprises qui sont en cours de mutation vers la transition écologique

Une dimension politique qui exige :

- Légitimité
- Crédibilité
- Sécurité
- Transparence



Quelle est la situation sociétale ?

Quels sont les risques ?

- Un débat inexistant à ce jour
- Des positions non encore figées
- Une situation encore ouverte
- La possibilité d'entrainer les parties prenantes
- Une crispation des positions sur des attitudes de refus
- Un arrêt des projets avant qu'ils ne soient opérationnels



Manifestation contre le projet de Lacq – Sud-Ouest - 2011



Quelle approche ?

1. Passer de l'acceptation sociale à la gouvernance élargie
2. Rechercher la légitimité de la filière puis des projets
3. Démontrer la complémentarité du captage – stockage avec les mesures de mitigation
4. Enrôler les parties prenantes dans une logique de co-construction de l'ensemble des aspects non exclusivement techniques des projets
5. Démontrer la dimension socioéconomique (réindustrialisation) du CSC



Quelles actions à court terme ?

1. **Mieux connaître et assurer le suivi de l'opinion française**
2. **Organiser un débat public sur la filière, en articulant les échelles nationale et régionale pour :**
 - Etablir la légitimité de la filière et des projets
 - Assurer la crédibilité des technologies
 - Démontrer une rupture de l'approche de la gouvernance dans une logique participative
3. **Organiser une coordination de l'ensemble des projets pour :**
 - Renforcer la dimension collaborative de la filière
 - Echanger les informations et les bonnes pratiques
 - Proposer aux parties prenantes un cadre de dialogue cohérent



Nombre de membres
en forte croissance :
46 en décembre 2021

“Club CO₂”, l’équipe de France du CSCV



AG du 22 mars 2019

G.L. Rayssac - Perception sociétale