



European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure

Compte-rendu de la Journée nationale d'information ECCSEL sur le Captage et Stockage géologique de CO₂

Paris, 6 mars 2017

Contenu

Introduction.....	3
Principaux messages des présentations orales	4
Le captage et stockage de CO ₂ , le point sur cette technologie d'atténuation du réchauffement climatique.....	4
ECCSEL, la colonne vertébrale des actions de recherche sur le captage et stockage du CO ₂	5
Première table-ronde - La déclinaison dans les stratégies régionales.....	7
Deuxième table-ronde - Les perspectives de financement pour le développement et l'utilisation des plateformes françaises	9
Annexe 1 – Programme détaillé.....	10
Annexe 2 – Liste des participants.....	12

Introduction

ECCSEL est une infrastructure de recherche européenne sur le Captage et Stockage de CO₂ (CSC ou CCS en anglais), technologie clé d'atténuation du changement climatique. Elle offre à la communauté internationale l'accès à des plateformes de recherche de pointe réparties dans 9 pays européens.

<http://www.eccsel.org/>

ECCSEL-FR, nœud français d'ECCSEL, est l'une des cinq infrastructures du domaine de l'énergie inscrite dans la stratégie nationale des infrastructures de recherche publiée en 2016, avec le statut de projet :

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid99454/european-carbon-dioxide-capture-and-storage-laboratory-infrastructure-eccsel.html>

Cette journée d'information avait pour but de discuter des points suivants :

- Quelles sont les perspectives de développement mondial de cette technologie ?
- Comment la France et les régions françaises peuvent y contribuer et en bénéficier ?
- Quelles sont les plateformes de recherche européennes qui sont à la disposition des chercheurs et ingénieurs pour accélérer son développement ?
- Quelles sont les possibilités de financements pour améliorer l'offre de plateformes françaises et encourager leur utilisation par les chercheurs français et étrangers ?

Elle s'est déroulée au Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR) en présence de 46 participants.

Le programme détaillé est donné en Annexe 1 et la liste des participants en Annexe 2.

Toutes les présentations sont disponibles sur le site internet du Club CO₂ (www.captage-stockage-valorisation-co2.fr).

Cette journée a été co-organisée par le MENESR et le BRGM, avec la participation du Club CO₂ et le soutien du programme Horizon 2020 de la Commission européenne (projet INFRADEV-3 ECCSEL).

Principaux messages des présentations orales

Le captage et stockage de CO₂, le point sur cette technologie d'atténuation du réchauffement climatique

Le Captage et Stockage du CO₂ (CSC) est une technologie clé pour l'atténuation massive des rejets de CO₂, comme le soulignent le GIEC et l'Agence Internationale de l'Energie. Le développement de cette technologie constitue :

- Au niveau international, un des 7 challenges de la « Mission Innovation » sur les énergies propres lancée à la COP21 ;
- Au niveau européen, une des 10 actions clés du plan stratégique pour les technologies énergétiques (SET-Plan) ;
- En France, une des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) mentionnée dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE - octobre 2016) et identifiée dans les axes de recherche de la Stratégie Nationale de la Recherche Énergétique (SNRE), publiée en décembre 2016.

De plus la Stratégie Nationale Bas Carbone en cours de révision va faire référence à la technologie CSC qui offre une perspective à long terme pour aller vers la neutralité carbone.

Divers procédés de captage, de transport et de stockage de CO₂ ont été testés dans le monde. La technologie CSC est maintenant opérationnelle mais les conditions socio-économiques pour son déploiement ne sont pas aujourd'hui réunies. Le coût moyen pour sa mise en œuvre est de 80 € par tonne de CO₂ captée et stockée (60 € pour le captage, 20 € pour le transport et stockage). Si le prix du CO₂ sur le marché européen d'échange de quotas d'émission atteignait 60 €/t, si des réglementations plus sévères ou des prix imposés se mettaient en place, la technologie CSC pourrait devenir économiquement acceptable dans certains secteurs.

Les deux principaux secteurs concernés par l'application du CSC sont la production d'électricité et la production manufacturière. Si dans certains pays la réduction des émissions du secteur de l'électricité peut être réalisée par un recours massif aux énergies renouvelables et via le nucléaire, le CSC est aujourd'hui le seul moyen pour réduire massivement les émissions de CO₂ de l'industrie (aciéries, cimenteries, raffineries, etc.). Son couplage avec la biomasse énergie pourrait même permettre de « pomper » activement le CO₂ atmosphérique pour le stocker dans le sous-sol en générant ainsi des bilans carbone négatifs.

Afin de limiter le réchauffement climatique à 2°C, les efforts à fournir pour pouvoir déployer le CSC, en complément d'autres moyens de réduction des émissions, sont colossaux : 95 Gt de CO₂ à capter et stocker d'ici 2050 dans le monde d'après l'Agence Internationale de l'Energie (contre 0,05 Gt qui le sont actuellement), dont 6 Gt CO₂/an pour l'année 2050. En termes de volume en 2050, si l'on fait une comparaison avec l'industrie pétrolière, cela correspond à 150 millions de barils par jour. Il s'agit donc de développer en 35 ans l'équivalent de la production mondiale de pétrole et de gaz !

En France, le projet ANR SOCECO₂ a estimé le besoin de capter et stocker 75 Mt de CO₂/an, soit 1 Gt en cumulé sur la période 2020-2050. Plus récemment les scénarios pour la transition énergétique de l'ANCRE, l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche sur l'Energie, considèrent que le recours au CSC est indispensable dans le scénario SOB « Sobriété renforcée » et utile dans le scénario DIV « Vecteurs diversifiés ». Le scénario SOB considère un stockage de 40 Mt de CO₂/an à partir de 2040.

Pour réduire les émissions de CO₂ françaises, les gros stockages (> 100 Mt, sous forme dense) pourraient avoir lieu essentiellement en mer du Nord. Le sous-sol métropolitain pourrait abriter des stockages de taille moyenne (50-100 Mt, sous forme dense) ou de petits stockages (4Mt, sous forme dissoute, avec extraction de chaleur géothermale). Cette dernière solution couplant stockage de CO₂ et géothermie et qui a besoin d'être testée sur le terrain, offrirait une solution locale, décentralisée, sans besoin de transport, et dont l'impact serait significatif si elle est démultipliée sur le territoire. Le CCS classique (sous forme dense) peut avoir un impact immédiat et important, mais pourrait être plus difficile à mettre en œuvre sur le territoire national.

En attendant que les conditions socio-économiques soient réunies pour une mise en œuvre de la technologie CSC, le temps est propice pour de nouvelles innovations afin de réduire les coûts et améliorer l'efficacité des procédés de captage, de transport et de stockage. Il convient aussi d'explorer de nouvelles pistes pour la valorisation du CO₂ afin de proposer aux territoires des schémas intégrés de captage-stockage-valorisation du CO₂ (CSCV) leur permettant de décarboniser leurs activités de manière efficace et à moindre coût.

ECCSEL, la colonne vertébrale des actions de recherche sur le captage et stockage du CO₂ ?

ECCSEL est une infrastructure européenne de recherche sur le captage et stockage du CO₂ dont la création a été initiée en 2008 lors de son inscription dans la feuille de route européenne ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). Le projet H2020 INFRADEV-3 ECCSEL en cours a permis de démarrer la phase opérationnelle d'ECCSEL en subventionnant l'accès des chercheurs à 44 plateformes de recherche distribuées dans 9 pays (Norvège, Pays-Bas, Italie, France, Royaume-Uni, Pologne, Grèce, Espagne, Suisse). Le 3^{ème} et dernier appel pour candidater est ouvert jusqu'en juin 2017 et les dernières mobilités jusqu'à une plateforme d'un autre pays seront financées jusqu'en août 2017. <http://www.eccsel.org/Sections.aspx?section=554>

Une structure juridique de type ERIC (European Research Infrastructure Consortium) se met en place (son inauguration est prévue le 12 juin) et devrait être opérationnelle début septembre 2017. Les membres fondateurs qui ont confirmé à ce jour leur engagement sont la Norvège, qui héberge l'ERIC avec un Centre opérationnel à Trondheim, la France, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

La France a été impliquée dès 2008 dans le processus de création d'ECCSEL. Elle a participé à la phase préparatoire d'ECCSEL financée par deux projets du 7^{ème} PCRD puis dans le projet H2020 en cours pour initier la phase opérationnelle. La France a inscrit en 2016 ECCSEL-FR, nœud français de l'infrastructure européenne ECCSEL, dans sa stratégie nationale des infrastructures de recherche,

avec le statut de projet. Les membres d'ECCSEL-FR et leurs plateformes de recherche associées ouvertes à des utilisateurs extérieurs sont les suivants :

- BRGM : BIOREP - BIO-Réacteur pour Environnements Profonds, à Orléans
- Andra : LS-Andra - Laboratoire souterrain de Meuse/Haute Marne, à Bure
- IFPEN : ESCORT - Equipement mobile pour détecter sur site l'origine du CO₂ piégé dans les sols ; GasGeochem - Laboratoire d'analyse et d'interprétation de la géochimie des gaz, à Rueil-Malmaison
- INERIS : Plateforme de sécurité industrielle pour le transport du CO₂ à Mont-la-Ville dans l'Oise ; Site expérimental d'injection de Catenoy dans l'Oise
- EDF : Pilote de captage de CO₂ sur la centrale à charbon du Havre
- TOTAL : Boucle de transport de CO₂ COOTRANS à Lacq - en phase de design

Il pourrait s'y ajouter un pilote de stockage de CO₂ couplé à des énergies renouvelables (extraction de chaleur géothermique, biomasse), dont une phase préparatoire portée par le Groupement d'Intérêt Scientifique Géodénergies est en cours.



ECCSEL-FR, Nœud français d'ECCSEL

Première table-ronde - La déclinaison dans les stratégies régionales

Il s'agissait de débattre des points suivants :

- Comment les régions françaises pourraient contribuer au développement du CSC et en bénéficier ?
- Comment l'inscrire dans les actions régionales telles que :
 - ✓ SRESRI : Schémas Régionaux de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
 - ✓ SRCAE : Schémas Régionaux Climat Air Énergie
 - ✓ SRADDET : Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
 - ✓ CPER : Contrats de Plan État-Région
 - ✓ FEDER : Programmes Opérationnels pour les Fonds Européens de Développement Régional
 - ✓ Etc.

Les régions sont très motrices pour réduire les consommations d'énergie, développer les énergies renouvelables et promouvoir l'économie circulaire. Le CSC doit être vu comme une option complémentaire pour accélérer la réduction des émissions.

Il est important de commencer à intégrer le CSC dans les actions de recherche et d'innovation des régions. Pour l'instant il conviendrait d'abord d'effectuer le recensement des régions qui mettent ou pourraient mettre l'accent sur le captage, sur le stockage, sur la valorisation ou sur toute la chaîne CSCV, tout en identifiant quels sont les acteurs. Ensuite il faudra réfléchir aux grands projets qui pourraient être mis en œuvre sur le territoire national. Puisqu'il y a peu de régions alliant à la fois de fortes émissions et de grandes capacités de stockage, il faudra imaginer des projets interrégionaux et donc favoriser les échanges entre régions sur les perspectives à moyen - long terme.

L'état pourrait décider d'apporter un soutien financier soit pour renforcer un axe régional, soit en complétant l'offre régionale. Il pourrait mettre en place un réseau thématique interrégional sur le CSCV, comme il l'a fait pour le stockage d'énergie. L'effet réseau permet d'atteindre une taille critique et d'échanger sur les bonnes pratiques, ce qui conduit à une diffusion plus rapide des technologies.

Au sein des régions, il y a beaucoup de laboratoires et d'entreprises compétents pour mener de petits projets intelligents permettant de faire progresser la filière du CSCV brique par brique. Mais ayons à l'esprit qu'avancer par petits projets a ses limites car « les petits ruisseaux ne font pas toujours les grandes rivières ». On est face à un problème d'échelle car le CSC est une industrie lourde. Au niveau mondial, on est à une période où cette technologie nécessite des plateformes et investissements conséquents – soit la France sera capable de suivre ce mouvement, soit elle ne le sera pas. Il y a quelques exemples où la France a perdu son avance technologique car elle n'a pas su faire le saut vers des échelles de démonstration alors que sa recherche au niveau des briques était excellente. Il faut donc penser aussi à faire des pilotes et démonstrateurs, et les régions ont notamment un rôle clé à jouer sur ce volet.

En Europe, le CSC pourrait devenir un enjeu de compétitivité pour les régions. La direction générale de la compétitivité s'est emparée du sujet. Certaines régions pourront offrir des branchements en CO₂ qui permettront de gérer les émissions de CO₂ et d'attirer des industries. La région de Rotterdam se prépare activement, c'est un bel exemple. La Norvège, après avoir vendu son gaz à toute l'Europe, se prépare à stocker le CO₂ de toute l'Europe.

En conclusion, ECCSEL pourrait favoriser des échanges plus rapprochés avec les régions, à l'heure où elles élaborent leurs divers schémas et programmes régionaux, de façon à stimuler la recherche et l'innovation sur le CSC en mettant à profit les plateformes de recherche existantes et en développant des projets phare de démonstration à plus ou moins grande échelle.

Deuxième table-ronde - Les perspectives de financement pour le développement et l'utilisation des plateformes françaises

Il s'agissait de discuter des différents instruments financiers qui pourraient être utilisés pour :

- Améliorer l'offre de plateformes de recherche françaises sur le CSC
- Encourager leur utilisation par les chercheurs français et étrangers

L'ANR finance des projets de recherche collaboratifs sur le CSC, pour des TRL bas. Elle ne finance pas de plateformes mais pourrait encourager dans son appel à projet les chercheurs à utiliser les plateformes d'infrastructures de recherche comme ECCSEL et à budgéter le coût d'accès, comme le fait déjà l'Agence de la recherche norvégienne.

L'ADEME finance des projets de recherche et d'innovation à des TRL plus élevés et finance aussi des thèses. Elle pourrait lors des appels à projets relevant de son propre budget recherche identifier des axes ou questions de recherche visant à valoriser prioritairement les projets s'appuyant sur les plateformes d'infrastructures de recherche comme ECCSEL. L'ADEME pourrait envisager de soutenir des petits démonstrateurs sur le CSC en synergie avec les régions, comme elle le fait déjà sur l'hydrogène. Afin d'anticiper et se préparer, elle attend que lui soient remontés les sujets pouvant intéresser des régions en vue de travailler à un financement partagé ADEME-régions pour de tels petits démonstrateurs. Les régions, notamment via les budgets CPER et FEDER, peuvent mobiliser des financements conséquents pour financer en partie des démonstrateurs et infrastructures.

Les investissements d'avenir, pilotés par le Commissariat Général à l'Investissement, financent des projets positionnés sur l'aval, à proximité des marchés. Ils peuvent être mobilisés pour financer des plateformes sur le CSC si on est convaincu que cela débouchera sur une valorisation économique et que cela aura un impact dans la lutte contre le réchauffement climatique. Des expérimentations plus territoriales sont aussi des sujets qui peuvent être considérés dans le cadre des investissements d'avenir.

Le programme Horizon 2020 de la Commission européenne soutient des projets de recherche et d'innovation sur le CSC. Les appels à projet visaient des recherches plutôt amont les premières années, et plus aval maintenant. Le programme 2018-2020 est en cours d'élaboration et sera publié à l'automne 2017. Il contiendra notamment un volet sur la valorisation du CO₂, pour de bas TRL.

En conclusion, le soutien financier du secteur public est encore nécessaire car les efforts à effectuer pour le déploiement du CSC sont colossaux et qu'il n'y a pas encore de marché pour le CSC. En Norvège, c'est l'état qui pilote un projet de démonstration de captage de CO₂ autour de trois industries (cimenterie, usine d'incinération, usine de production d'ammoniac). Aux États-Unis plus des deux-tiers des financements pour les démonstrateurs viennent de soutiens publics. Pour faire émerger des projets conséquents en France, il faudra rechercher une bonne articulation des fonds publics nationaux, régionaux et européens ainsi que l'implication des industriels.

Annexe 1 – Programme détaillé

09:00 *Accueil café*

09:30 **Ouverture**

Frédéric Ravel, Directeur scientifique du secteur "Énergie, Développement durable, Chimie et Procédés", Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR)

Philippe Freyssinet, Directeur de la Stratégie, de la Recherche et de l'Évaluation, BRGM

Le captage et stockage de CO₂ (CSC) - le point sur cette technologie d'atténuation du changement climatique

09:40 Nouveau cadre international pour le développement du CSC suite à l'accord de Paris sur le climat

Paul Bonnetblanc, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

10:00 Les aspects technico-économiques du CSC et les perspectives

Didier Bonijoly, Président du Club CO₂, BRGM

10:20 La politique de recherche et d'innovation de la France et de l'Europe sur le CSC

Xavier Montagne, Adjoint au directeur scientifique du secteur « Énergie, Développement durable, Chimie et Procédés », MENESR

10:40 La vision des industriels sur le développement du CSC pour réduire les émissions de CO₂ des usines

Dominique Copin, Président du Groupe de Travail Industrie du Club CO₂, TOTAL

11:00 La position stratégique d'ECCSEL et de son Nœud français

Isabelle Czernichowski-Lauriol, Coordinatrice du Nœud français d'ECCSEL, BRGM

11:20 **Table ronde – La déclinaison dans les politiques régionales**

Présidée par Anne Varet, Directrice Recherche et Prospective, ADEME

Sylvain Coite, Chargé de Mission Climat, Région IDF

Thierry Berthaux, Chargé de Mission Climat Air Énergie, Région Normandie

Et les intervenants de la matinée

12:20 *Buffet-repas*

13:30 **ECCSEL - L'offre de plateformes de recherche françaises**

Captage du CO₂:

13:35 Pilote de captage sur la centrale à charbon du Havre

Valérie Czop, EDF)

Transport du CO₂:

13:40 Plateforme de sécurité industrielle de Mont-la-Ville dans l'Oise

Rémy Bouet, Responsable Développement Commercial - Énergie, pétrole et gaz, INERIS

13:45 Boucle de transport COOTRANS à Lacq (en phase de design)

Ghislain Husson, Manager de Projets R&D Valorisation de Gaz et Efficacité Énergétique, TOTAL

Stockage du CO₂ :

- 13:50 BIOREP - BIO-Réacteur pour Environnements Profonds, Orléans
Sébastien Dupraz, Chef du projet INFRADEV-3 ECCSEL, BRGM
- 13:55 LS-Andra - Laboratoire souterrain de Meuse/Haute Marne à Bure
Stéphan Schumacher, Direction de la recherche et développement, Andra
- 14:00 Site expérimental d'injection de Catenoy dans l'Oise
Régis Farret, Responsable de l'Unité Eaux souterraines et émissions de gaz, INERIS
- 14:05 ESCORT - Equipement mobile pour détecter sur site l'origine du CO₂ piégé dans les sols
Virgile Rouchon, Géochimiste, IFPEN
- 14:10 GasGeochem - Laboratoire d'analyse et d'interprétation de la géochimie des gaz à Rueil-Malmaison
Virgile Rouchon, Géochimiste, IFPEN
- 14:15 Pilote de stockage de CO₂ couplé à des énergies renouvelables (extraction de chaleur géothermique, biomasse) - *en projet*
Marie Gastine, Coordinatrice des projets, Géodénergies

ECCSEL - L'accès transnational des chercheurs et ingénieurs aux plateformes de recherche européennes

- 14:20 Le subventionnement actuel via le projet H2020 INFRADEV-3 ECCSEL et les perspectives futures
Sébastien Dupraz, Chef du projet INFRADEV-3 ECCSEL, BRGM

L'ERIC ECCSEL - entité juridique européenne créée en 2017

- 14:40 Les futures possibilités offertes par l'ERIC ECCSEL dont la France est membre fondateur
Jean-Pierre Caminade, Département des Grandes Infrastructures de Recherche, MENESR

15:00 *Pause café*

15:30 Table ronde - Les perspectives de financement pour le développement et l'utilisation des plateformes françaises

(Fonds structureaux, PIA-CGI, FUI-CGI, ANR, ADEME, H2020...)

Anne Varet, Directrice Recherche et Prospective, ADEME

Olivier Spalla, Directeur du département « Sciences physique, ingénierie, chimie, énergie », ANR

Ivan Faucheux, Directeur du programme «Energie - Economie circulaire », Commissariat Général à l'Investissement

Pascal Newton, Chargé de mission énergie, Mission Europe et international pour la recherche, l'innovation et l'enseignement supérieur (MEIRIES), MENESR

16:30 Discussion générale

Animée par Xavier Montagne (MENESR) et Isabelle Czernichowski-Lauriol (BRGM)

17:00 Clôture

Annexe 2 – Liste des participants

N°	Nom	Organisme
1	Aicha EL KHAMLICHI	ADEME
2	Anne Varet	ADEME
3	Stéphan Schumacher	ANDRA
4	Olivier Spalla	ANR
5	Jean-Marc MALNOY	AP2E
6	Christophe Kervévan	BRGM
7	Didier Bonijoly	BRGM
8	Isabelle Czernichowski-Lauriol	BRGM
9	Isaline Gravaud	BRGM
10	Philippe Freyssinet	BRGM
11	Sébastien DUPRAZ	BRGM
12	Sylvie Gentier	BRGM
13	Rowena Stead	BRGM, CO2GeoNet
14	Olfa Tlili	CEA
15	Ivan Fauchoux	Commissariat Général à l'Investissement
16	Valérie Czop	EDF
17	Christophe Rigollet	Géodénergies
18	Marie Gastine	Géodénergies
19	Jerome Sterpenich	GeoRessources Université de Lorraine
20	Florence Delprat-Jannaud	IFPEN
21	Sylvie HAXAIRE	IFPEN
22	Virgile Rouchon	IFPEN
23	Régis FARRET	INERIS
24	Remy BOUET	INERIS
25	Alain Ledoux	INSA Rouen Normandie
26	Virginie NAZABAL	ISCR-Université de Rennes 1
27	Frédéric BERNARD	Le Havre Développement
28	Xavier Galiègue	LEO
29	Didier Marquer	MENESR
30	Frédéric Ravel	MENESR
31	Jean-Pierre Caminade	MENESR
32	Marie-Hélène Mathon	MENESR
33	Pascal Newton	MENESR
34	Xavier Montagne	MENESR
35	Chakib BOUALLOU	MINES ParisTech
36	Paul Bonnetblanc	Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
37	Ariane Millot	Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
38	Evelyne ROBERT	Pole Avenia
39	Sylvain Coite	Région IDF
40	Thierry Berthaux	Région Normandie
41	Laura LUU VAN LANG	TIGF
42	Catherine Leroi	TOTAL
43	Dominique Copin	TOTAL
44	Ghislain HUSSON	TOTAL SA
45	Audrey Laude	Université de Reims Champagne-Ardenne
46	Nicolas Béfort	Université d'Orléans