



Les défis de la
Chimie

REPORTÉ AU
Lundi 16 novembre 2020

Déchet ou Matière Première d'Avenir ?



Conception graphique : CB DEFRETN | Photo : © fgravis62 – alemdmx – Sergey – Olivier Le Moal / Adobe Stock | le 18/03/20


Fondation de la Maison de la Chimie

STOCKAGE GÉOLOGIQUE DU CO₂ :
Capacités de stockage en Europe
Coûts et contraintes réglementaires dans les aquifères
salins profonds

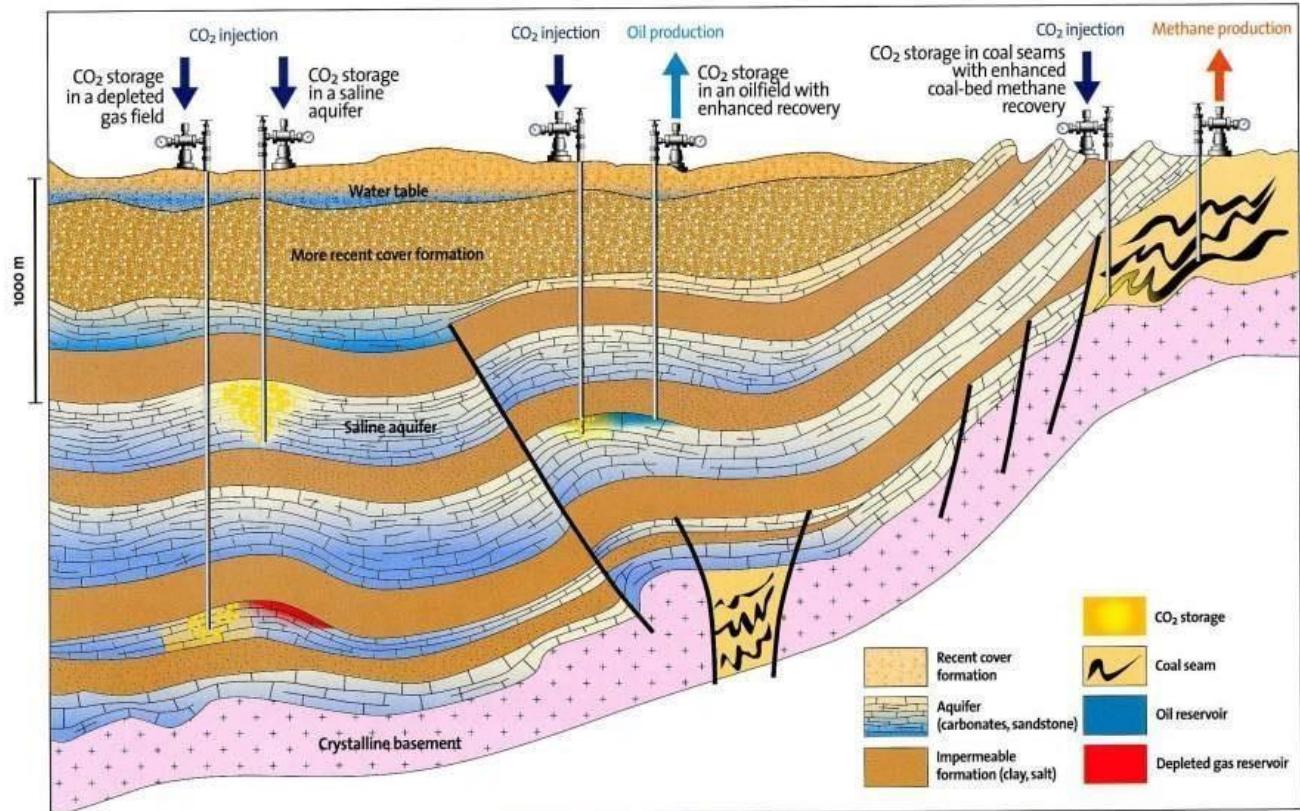
Didier BONIJOLY

DIRECTEUR ADJOINT, BRGM
EX-PRÉSIDENT DU CLUB CO₂

Club CO₂

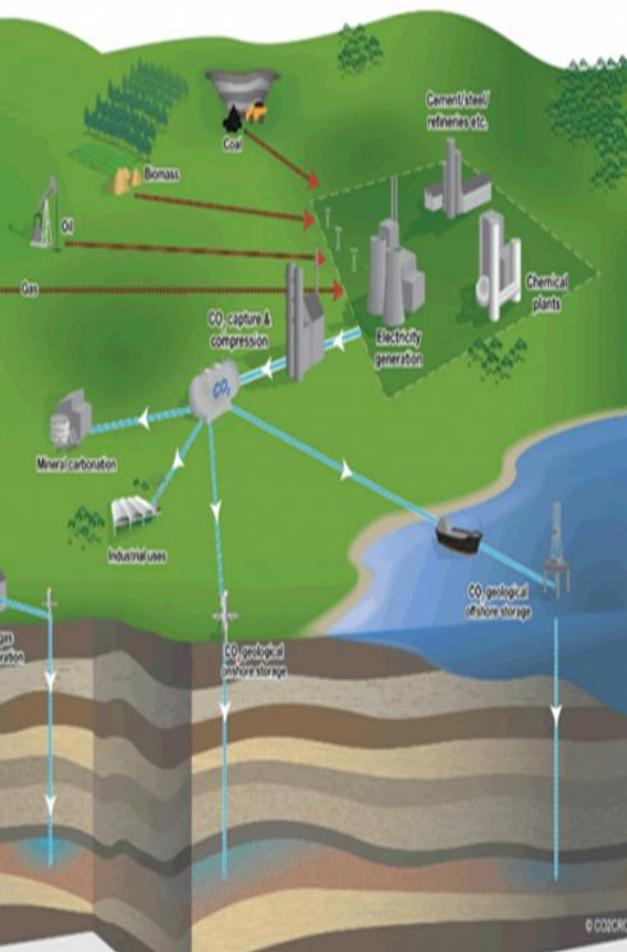

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Les principales options de stockage



- Questions cruciales pour le stockage de CO₂
 - Où peut-on stocker le CO₂ en quantités suffisantes ?
 - Le stockage présente-t-il les garanties de sécurité nécessaires pendant des durées adéquates ?

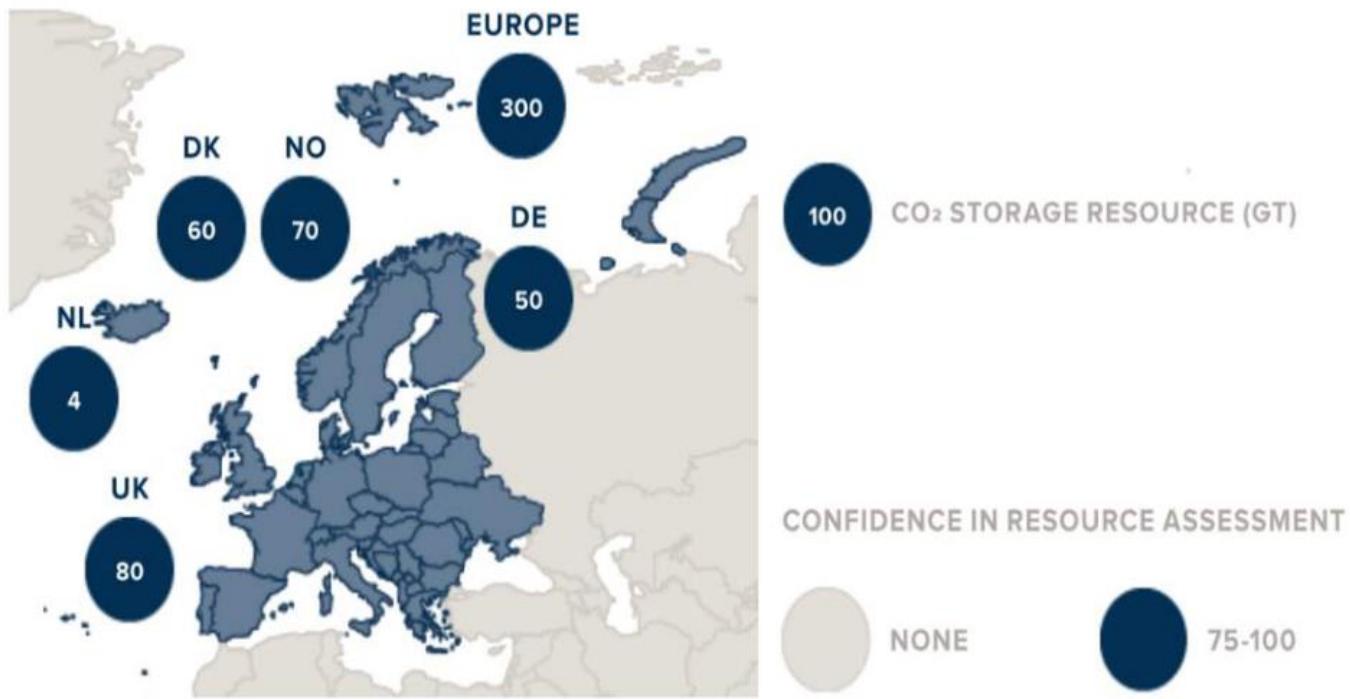
Quels sont les objectifs pour le stockage de CO₂ en Europe



- Emissions de CO₂ en Europe en 2016 : 4.440,8 Mt_{CO2}
- Emissions de CO₂ du secteur de l'énergie et de l'industrie : 1.731 Mt_{CO2}
- Captage du CO₂ pour atteindre la neutralité Carbone : **281 et 606 Mt_{CO2}** en 2050
- Stockage de CO₂ pour atteindre la neutralité Carbone : **80 et 298 Mt_{CO2}** en 2050

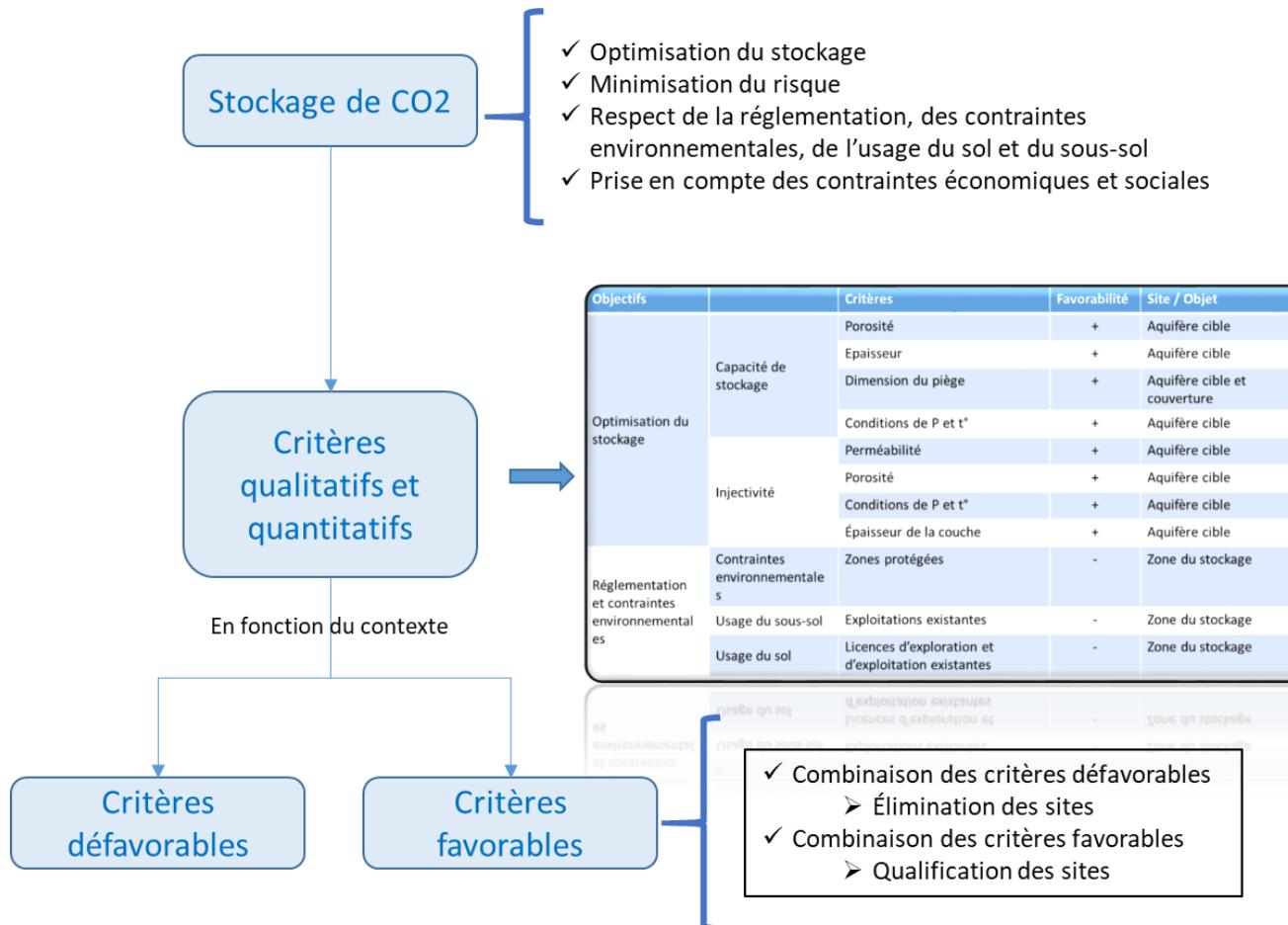
The potential for CCS and CCU in Europe, IOGP, 2019

Les capacités de stockage du CO₂ en Europe (estimation)



Adapted from: Global CCS Institute (2018). *Global Status of CCS 2018*

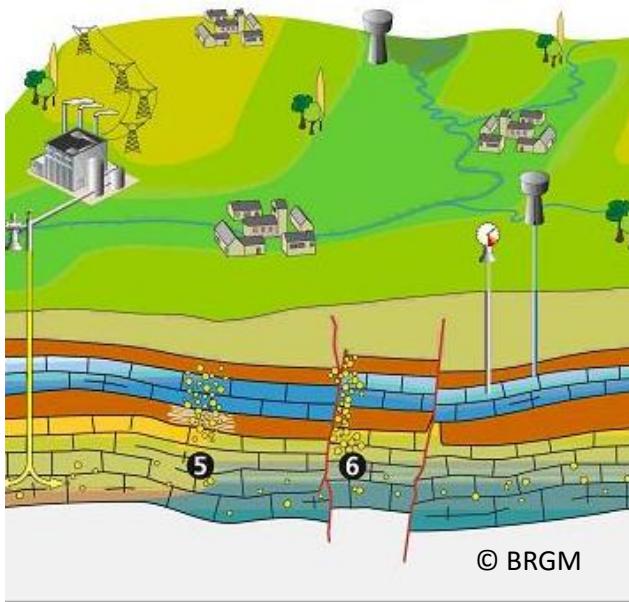
Méthodologie de sélection de sites



Grataloup et al., 2010

Maîtriser la sécurité du stockage

Scénario de fuites pour garantir la sécurité des stockages de CO₂

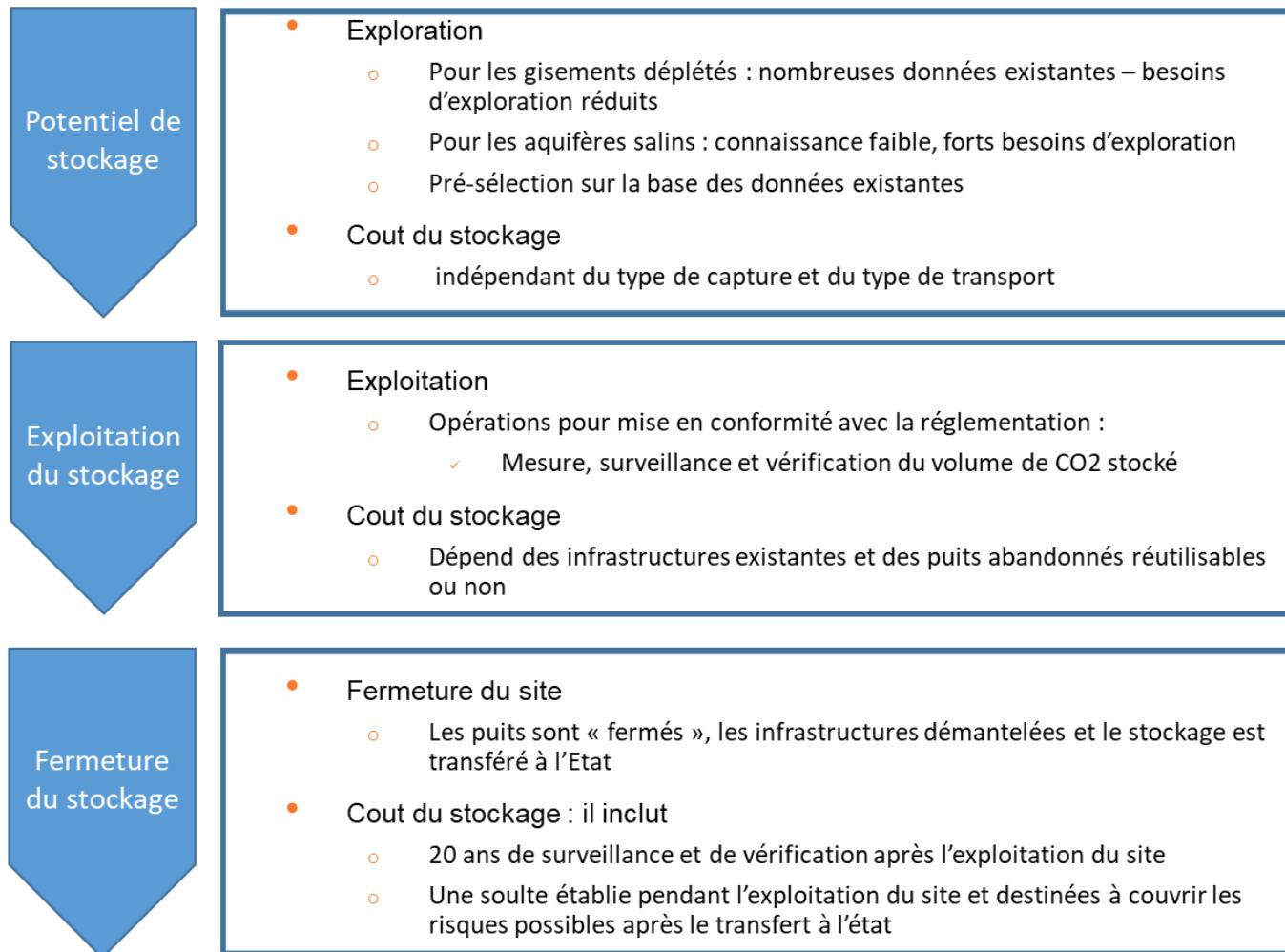


- Une sélection judicieuse du site
- Une étude de sécurité appropriée
- Des opérations scrupuleuses
- Une surveillance attentive
- Un programme d'actions correctives adapté

Des projets de recherches menés depuis plus de 20 ans

Une expérience industrielle : Exploitation pétrolière et gazière

Cycle de vie d'un stockage : phases et activités



The cost of CO2 storage ZEP publication, 2010

Quelques contraintes pour un déploiement du stockage de CO₂

Onshore facility at Naturgassparken



PLUS DE VIDÉOS

- Contraintes économiques
- Contraintes réglementaires
- Contraintes sociétales

Coût du stockage

Quelques ordres de grandeur



Investissement Longship :
2,32 MM€

- Soit pour 2 usines équipées CCS : **232 €/tCO₂**

Investissement pour transport et stockage : 854 M€

- Soit pour 200 MtCO₂ stockées : **22 €/tCO₂** stockée

Valeur du CO₂ :

- 26 €/t en Aout 2019
- 15 €/t en Mars 2020

Coût du stockage

Quelques ordres de grandeur

- Estimation des coûts pour une chaîne CSC avec stockage offshore (en €/t_{CO₂}) en France

Régions	Coût captage ⁽¹⁾	Coût de la préparation du CO ₂ pour le transport (liquéfaction)	Coût transport canalisation onshore 300 KM	Coût transport canalisation offshore 200 KM	Coût transport bateau offshore 1500 KM	Coût stockage offshore	Total €/tCO ₂
Hauts-de-France Offshore canalisation	55	9	-	4	-	9 ⁽²⁾	77
Hauts-de-France Offshore bateau	55	9	-	-	23 ⁽³⁾	20	107
Normandie Offshore canalisation	85	9	6	4	-	9	113
Normandie Offshore bateau	85	9	6	-	23	20	143

⁽¹⁾ estimée d'après la technologie la plus appropriée en fonction du plus grand émetteur sur la zone

⁽²⁾ estimée d'après un volume de 10 MtCO₂/an pour un stockage dans un réservoir déplété

⁽³⁾ estimée d'après un volume de 2,5 MtCO₂/an et non de 10 MtCO₂/an comme pour le cas du transport par canalisation pour un stockage en Mer du Nord dans un aquifère salin.

Réf. : Le captage et stockage géologique de CO₂ (CSC) en France, Avis de l'ADEME, juillet 2020



Tomakomai CCS demonstration
Center Japan CCS Co., Ltd. (JCCS)

Perspectives pour le CCUS en Europe et en France

Généralités

- Le CCS ne concerne pas que le secteur de l'énergie (charbon et gaz) mais tous les secteurs industriels à forte intensité carbone
- **281 et 606 Mt_{CO2}** en 2050 sont concernés en Europe pour la capture
- **80 et 298 Mt_{CO2}** en 2050 sont concernés en Europe pour le stockage
- Entre **15 et 40 Mt_{CO2}** devront être captés et stockés en France à partir de 2050
 - Projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone. Version projet – Décembre 2018, MTES – 16 Mt_{CO2}/an en 2050
 - scénario SOB de l'ANCRE
http://scenarios.allianceenergie.fr/?app=ancre&ID_View=scenario-descriptor - 40 MtCO2/an en 2050
 - Scénario ADEME 2020 – 65 Mt_{CO2}/an sont captables, 24 Mt_{CO2}/an sont stockables en 2050



Mais les verrous pour un déploiement de la filière du CCUS sont nombreux

- Ils concernent en premier lieu l'adhésion du public
 - Refus des populations principalement en Europe (Pays-Bas, Allemagne, France...)
 - Manque d'information sur le sujet (en général on parle du problème pas des solutions)
 - Manque de crédibilité (l'absence de financement y contribue peut-être)
 - Manque de responsabilité du citoyen (dépend du pays / de la culture)

D'après JP Deflandre IFP School, 2017

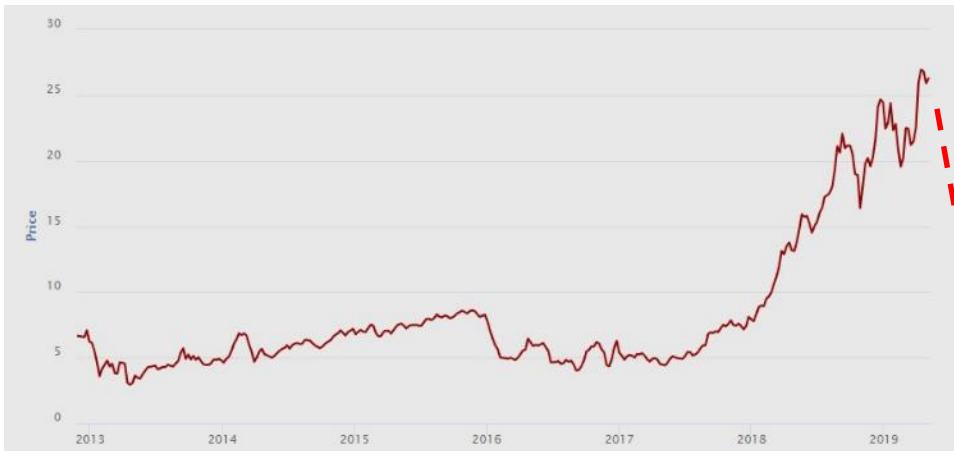


Tomakomai CCS demonstration
Center Japan CCS Co., Ltd. (JCCS)

Mais les verrous pour un déploiement de la filière du CCUS sont nombreux

- Les conditions économiques ne sont pas réunies pour permettre un déploiement du CCS pour l'industrie (risque de « fuite de carbone »)
 - Proposition d'une taxe Carbone au frontières discutée en mars 2021
- La réglementation nécessite d'être adaptée
 - La **directive EU-ETS** et la directive CCS doivent étendre le cadre d'application du CCS à tous types de transport (dont les bateaux)
 - La **directive CCS** doit préciser les limites de la responsabilité financière en cas de fuite (en particulier dans le cadre d'un prix du CO₂ mouvant !)
 - Le **protocole de Londres** doit permettre l'export de CO₂ entre pays (en attente ratification accord 2009 !)

Mais les verrous pour un déploiement de la filière du CCUS sont nombreux



- Le modèle d'affaire de la chaîne CCS doit reposer sur des hypothèses garanties sur le long terme
 - Les industriels émetteurs de CO₂ doivent pouvoir construire leurs projets sur des bases financières et réglementaires garanties sur le long terme
 - L'accès aux capacités de stockage doit être garanti sur le long terme
 - Les industriels du stockage doivent être rassurés sur la couverture du risque lié à l'exploration et sur le risque lié à la période post-fermeture (20 ans et plus)

Conclusion

Onshore facility at Naturgassparken



- Les technologies nécessaires pour capter, transporter et stocker le CO₂ sont disponibles
- Elles pourraient être mises en œuvre rapidement si ces technologies bénéficiaient du même support que les énergies renouvelables
- Mais les conditions économiques, réglementaires et sociétales doivent être adaptées pour permettre un déploiement du CCS pour l'industrie à l'échelle de l'Europe



*Un lieu d'échanges, d'informations et d'initiatives
entre acteurs de l'industrie et de la recherche,
pour le développement de la filière Captage
Stockage et Valorisation du CO₂*



SARPI VEOLIA

www.club-co2.fr

florence.delprat-jannaud@ifpen.fr





LE STOCKAGE DE CO₂ AU BRGM

Deux axes de recherche et développement :

- Identifier et caractériser la qualité des aquifères profonds favorables au stockage et évaluer leur capacité
- Caractériser les possibles impacts sur l'environnement et les risques associés au stockage, proposer des critères de sécurité afin de fournir une expertise aux administrations françaises, à la Commission européenne et aux entreprises.

Trois objectifs

- Consolider notre position de référence pour l'évaluation des capacités de stockage et la compréhension du comportement du CO₂ injecté dans les aquifères profonds
- Construire et développer une capacité d'expertise publique sur les impacts environnementaux et les critères de sécurité pour le stockage géologique
- Offrir, dans le respect des règles de qualité et de déontologie, un appui scientifique aux entreprises.