



**TOUS ENSEMBLE
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21



**TOUS ENSEMBLE
POUR LE CLIMAT**

cop21.gouv.fr #COP21

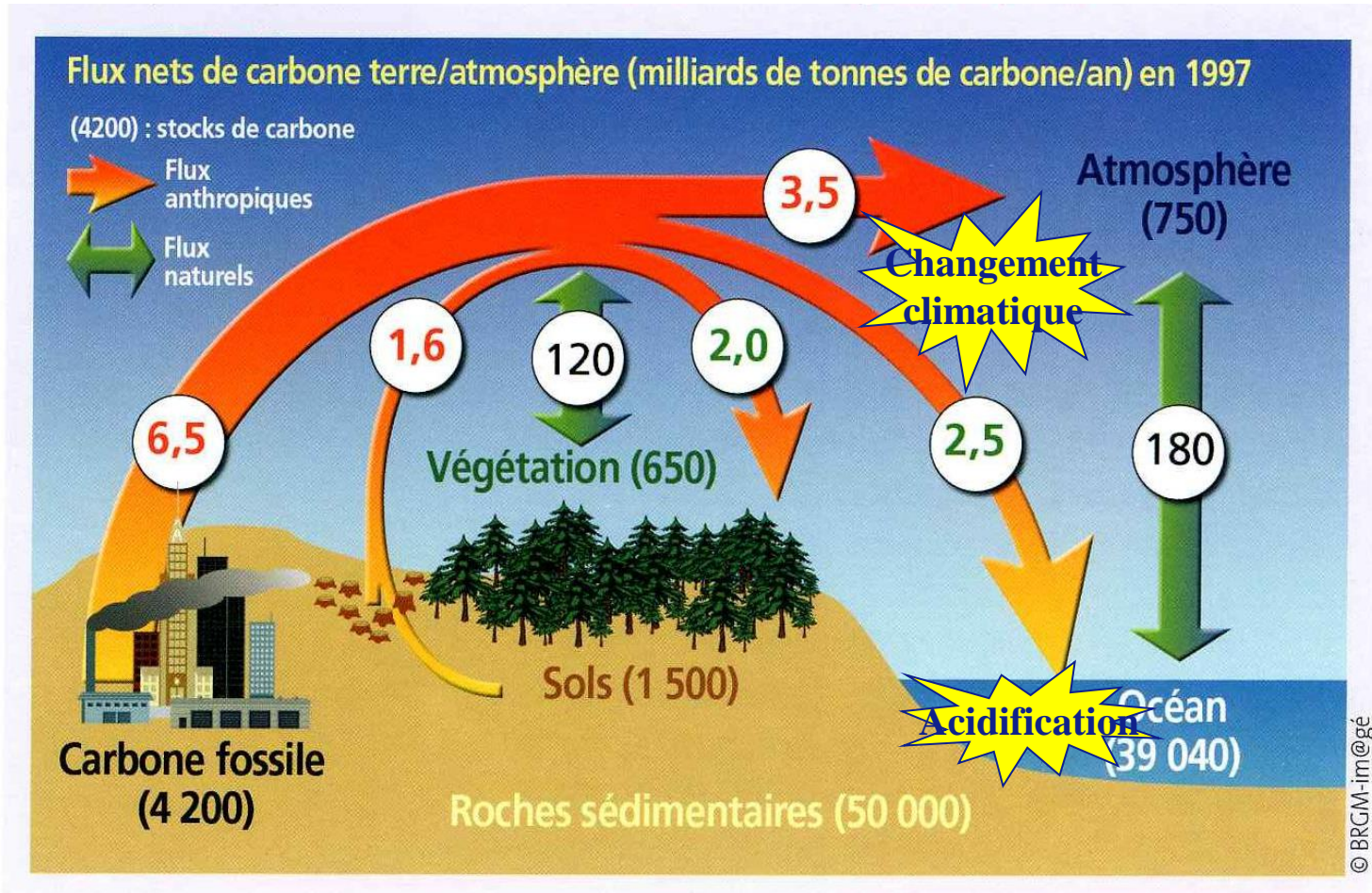
Que signifie vraiment le Captage et Stockage de CO₂ ?

Comment s'assurer que le CO₂ pourra être stocké en toute sécurité dans le sous-sol ?

Isabelle Czernichowski-Lauriol
CO₂GeoNet President Emeritus
BRGM, French Geological Survey



Flux de CO₂ Terre – Atmosphère



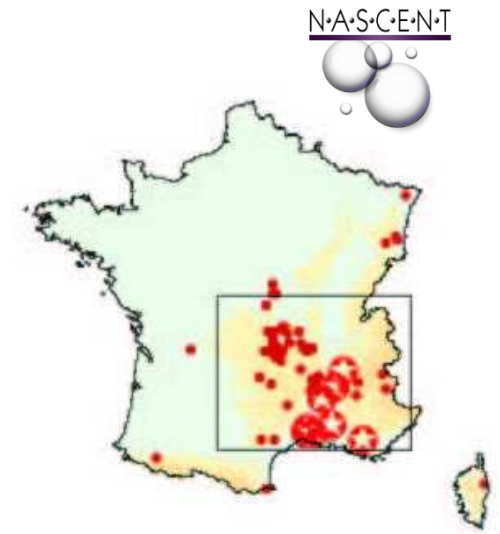
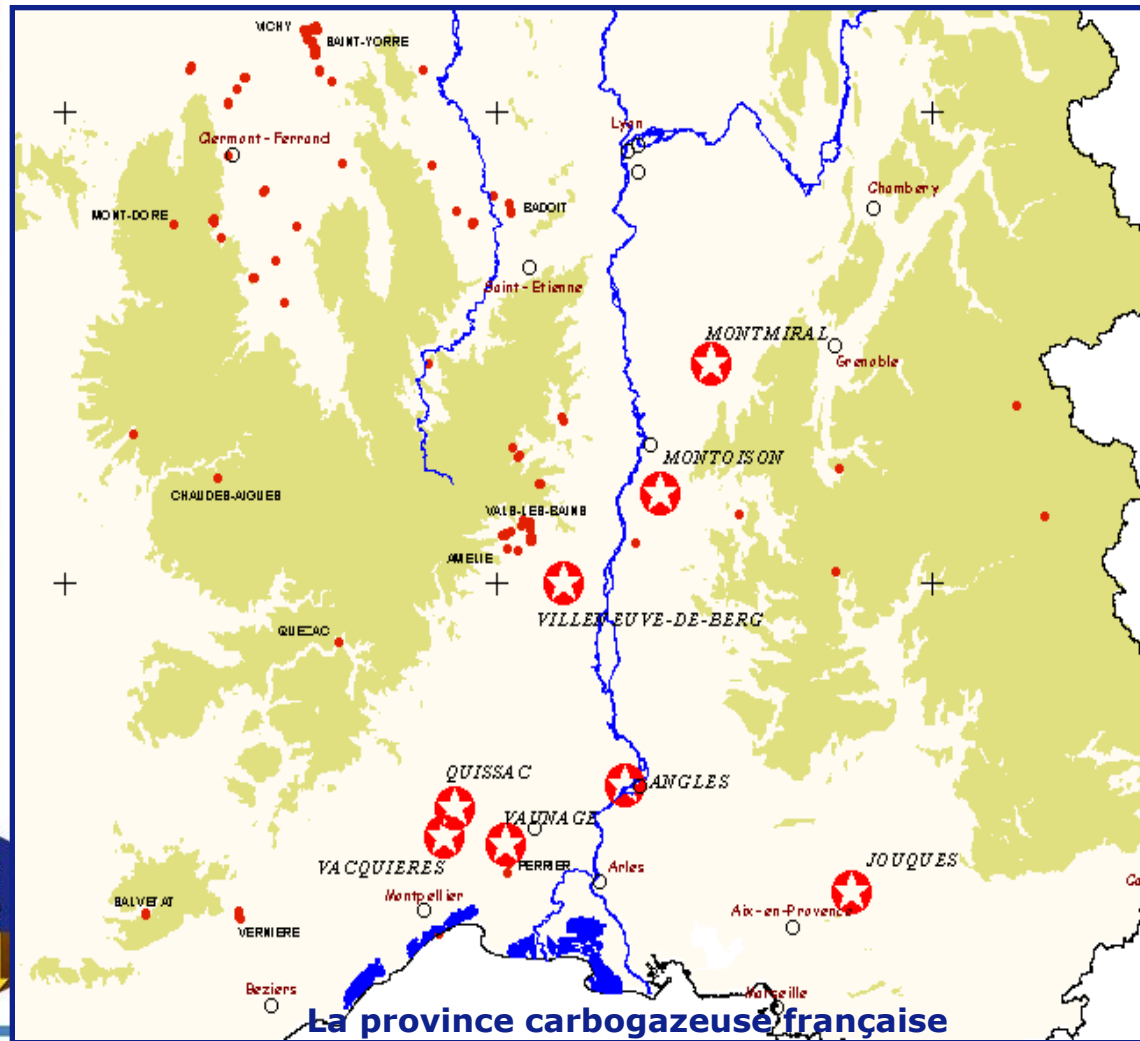
Emissions mondiales de CO₂ anthropique (moyenne 2002-2011, GIEC AR5) :
9 Gt C /an (soit 34 Gt CO₂ /an)

90% dues à l'utilisation des combustibles fossiles (+ production de ciment)
10% dues aux changements d'utilisation des sols (déforestation, pratiques agricoles)



Une boucle vertueuse pour l'environnement : renvoyons le carbone dans le sous-sol !

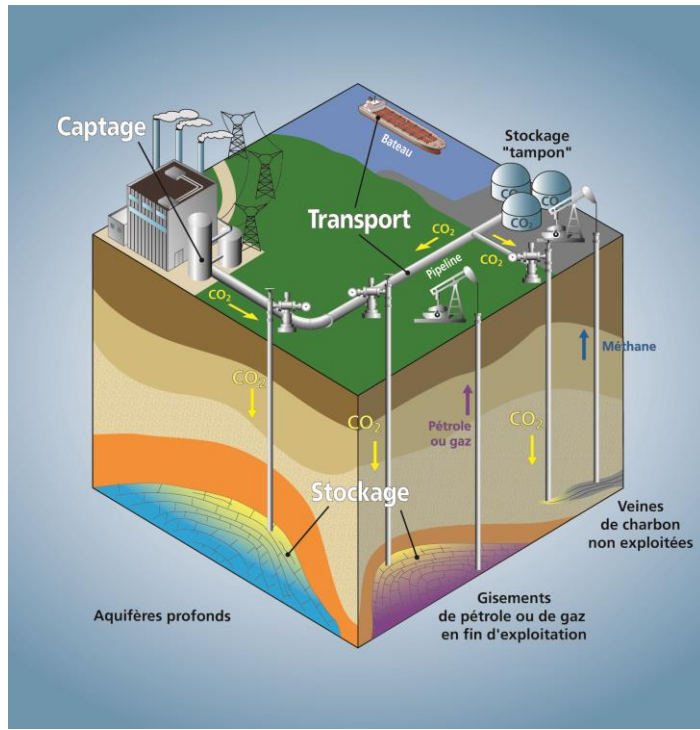
Les gisements naturels de CO₂ en France



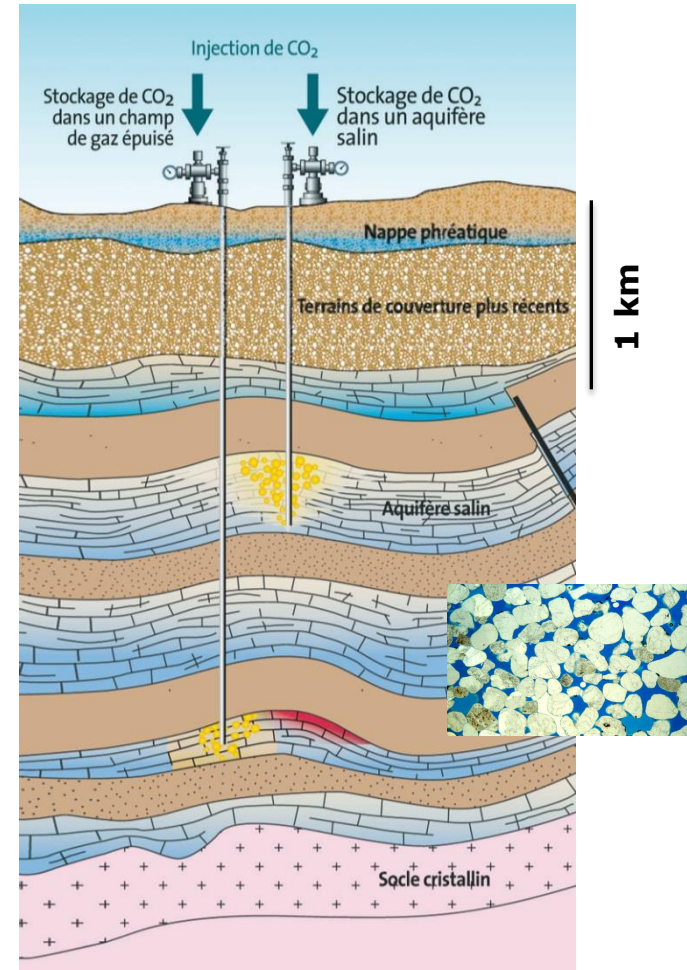
-  Gisements naturels de CO₂
-  Eaux carbogazeuses exploitées (boissons, thermalisme)



Captage et Stockage géologique du CO₂



3 étapes :
- Captage
- Transport
- Stockage



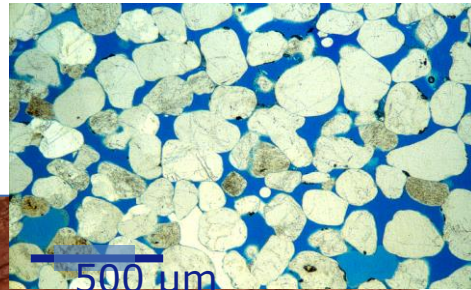
Stocker le CO₂ dans le sous-sol pour :

- ➔ réduire massivement les émissions de CO₂ des industries (centrales thermiques à charbon et gaz, sidérurgie, cimenteries, ...)
- ➔ envisager des scénarios à émissions négatives (« épuration » de l'atmosphère), par exemple si l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie se développe

Capacité mondiale de stockage :
au moins **2000 Gt tonnes de CO₂**
(GIEC 2005)



Roches réservoirs et couverture



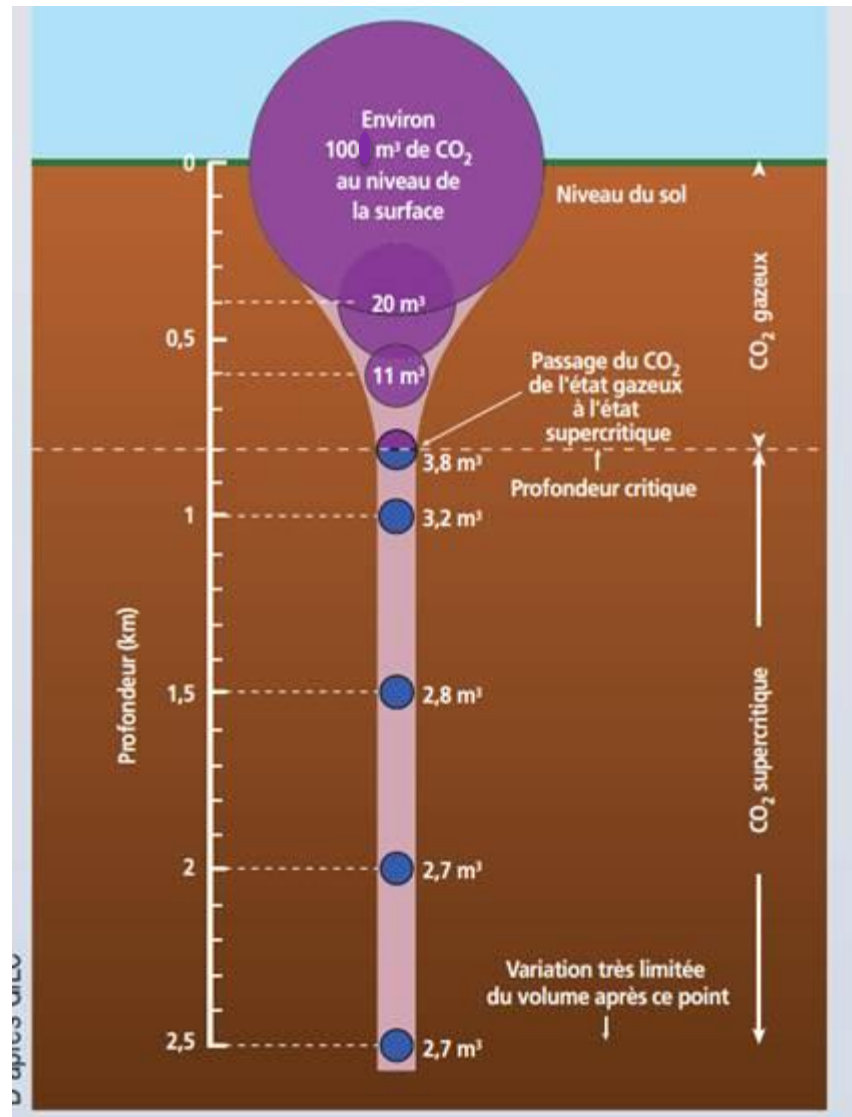
Geol. Uni Köln

Roche réservoir
poreuse et perméable
calcaires et grès

Roche couverture
imperméable
argile



CO₂ à l'état dense et non gazeux en profondeur



Le CO₂ devient dense en profondeur, sous l'effet de la pression et de la température.

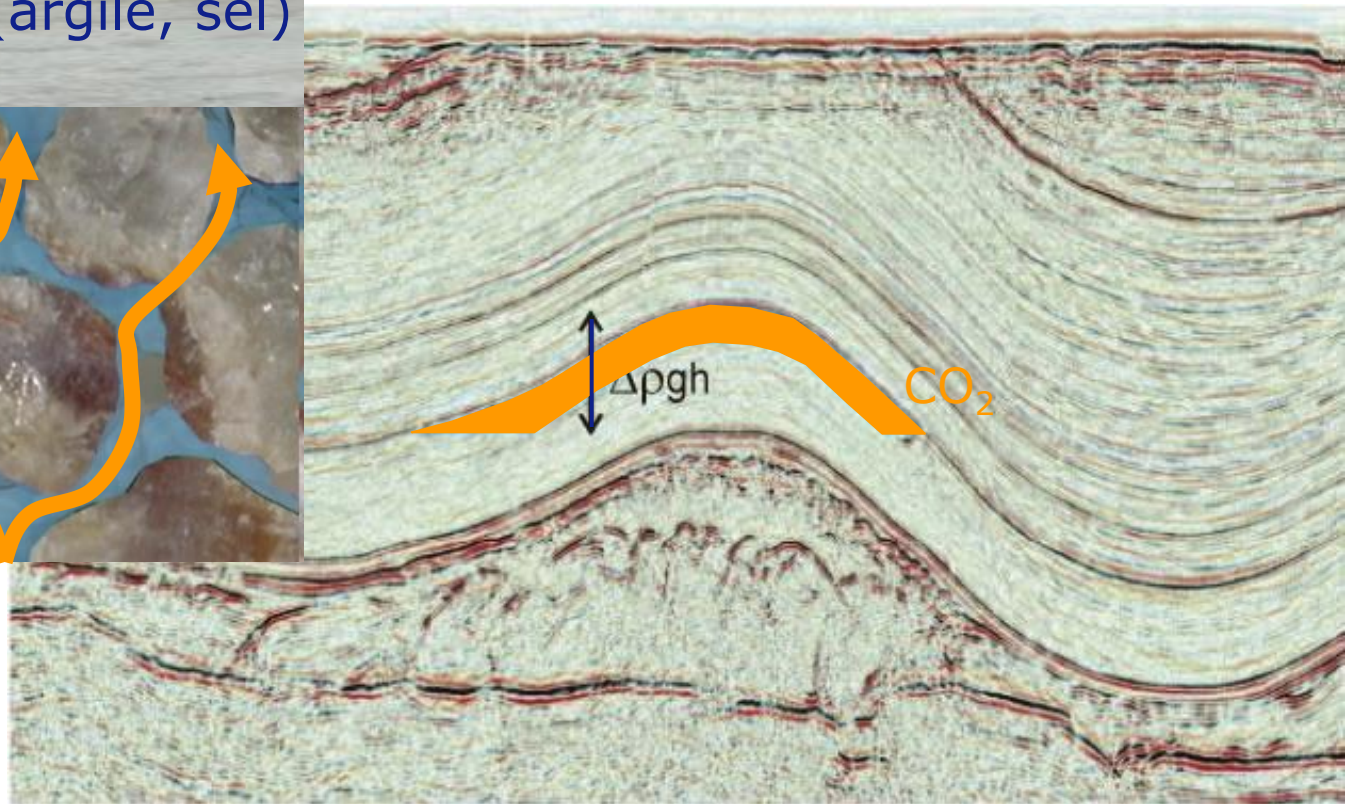
Il occupe beaucoup moins de place donc peut être stocké plus facilement !

Remontée rapide du CO₂ dense vers le toit du réservoir – piégeage par la couche imperméable sus-jacente

Roche couverture (argile, sel)



Eau très salée



+ piégeage sous forme dissoute : CO₂(aq), HCO₃⁻, CaHCO₃⁺...
et parfois même minérale (carbonates)



Importantes avancées depuis 20 ans

- Programmes de recherche collaboratifs sur le stockage géologique de CO₂ depuis 1993 + réseaux internationaux
- Transfert de savoir-faire de pratiques industrielles :
 - stockage saisonnier de gaz naturel (CH₄)
 - récupération assistée de pétrole par injection de CO₂ (CO₂-EOR)
- Opérations industrielles pionnières (*injection de 1Mt CO₂/an*) : Sleipner (Norvège) depuis 1996, Weyburn (Canada) depuis 2000, etc.

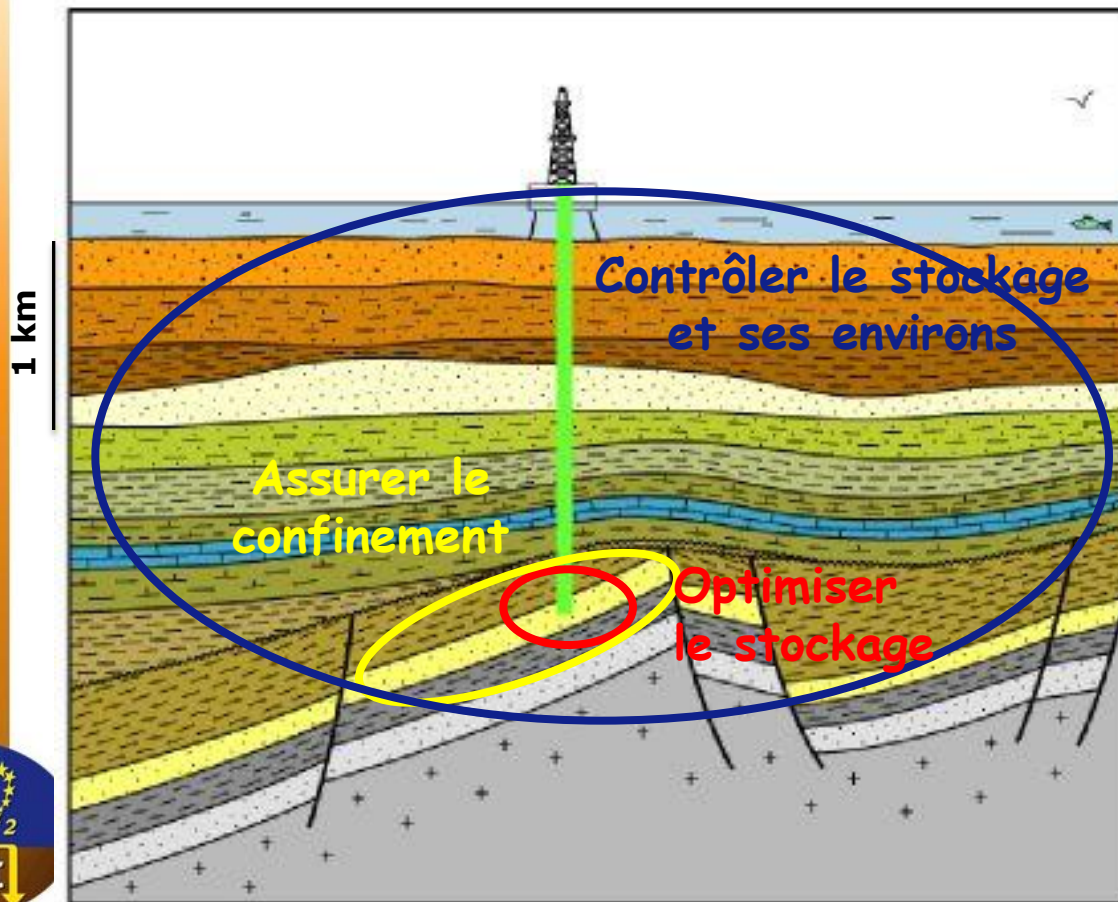


- Pilotes de stockage (*injection de Kt de CO₂ sur quelques années*) : Frio (USA), Nagaoka (Japon), Otway (Australie), Ketzin (Allemagne), Lacq-Rousse (France), Hontomin (Espagne)...



Les enjeux techniques du stockage

- Piégeage > 1000 ans (enjeu mondial climatique)
- Sécurité (enjeu local)



Chaque site de stockage est particulier car dépendant :

- de la géologie locale
- du contexte socio-économique et de l'environnement local

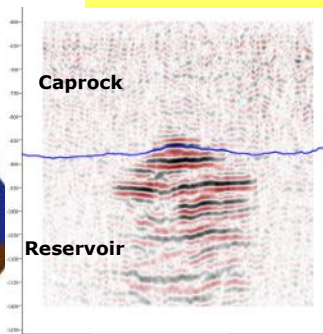


Approche 'sur mesure' adaptée

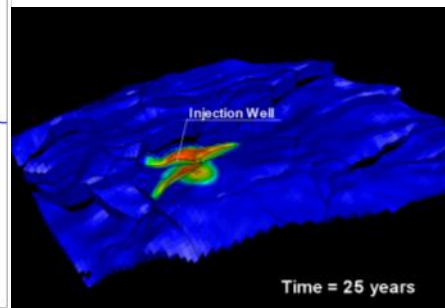
Critères de sécurité

1. Choix du site adéquat et bonne caractérisation - réservoir, roche couverture, formations sus-jacentes, failles, puits pré-existants, nappe phréatique, environnement de surface
2. Évaluation appropriée du risque (fuites, mouvements du sol ...)
3. Opérations d'injection et de fermeture du site menées correctement : contrôle de la composition du gaz injecté et de la pression, bonne adéquation entre modélisation et mesures, bouchage des puits
4. Surveillance attentive : migration du CO₂, étanchéité de la roche couverture et des puits, nappe phréatique, surface du sol ou plancher marin, écosystèmes
5. Plan de mesures correctives

Une large gamme d'outils et de méthodologies ont déjà été élaborés pour chacun de ces 5 critères



Sismique



Modélisation



Gaz des sols



Télédtection

Réglementation

- ➔ Directive européenne 2009/31/EC sur le stockage géologique de CO₂
 - ➔ Un permis de stockage est nécessaire
 - ➔ La demande de permis doit fournir :
 - ❖ Les données de caractérisation du réservoir de stockage et de la roche couverture, ainsi que l'évaluation de la sécurité probable du stockage
 - ❖ la quantité totale de CO₂ à injecter et à stocker, la composition du flux de CO₂, les débits et pressions d'injection
 - ❖ une description de mesures visant à prévenir des irrégularités notables
 - ❖ le plan de surveillance proposé
 - ❖ un plan de mesures correctives
 - ❖ un plan de postfermeture provisoire
- ➔ Réglementations existantes aux Etats-Unis, Canada, Australie...
- ➔ Norme internationale ISO en préparation



Conclusion sur le stockage géologique du CO₂

- Une technologie éprouvée et sûre, prête à être déployée comme mesure d'atténuation du changement climatique
- Pour accélérer son déploiement généralisé :
 - Multiplier les expériences de terrain dans des contextes géologiques variés (pilotes, démonstrateurs)
 - Etablir des plans stratégiques de développement du stockage de CO₂ et des infrastructures de transport associées
 - Développer un cadre économique incitatif
- Synergies possibles avec les énergies renouvelables :
 - Biomasse (émissions négatives)
 - Géothermie (extraction de chaleur)
 - Stockage d'énergie (par transformation de l'électricité excédentaire en hydrocarbures synthétiques)
- Synergies possibles avec la valorisation du CO₂ (nouveaux marchés)



Brochure CO₂GeoNet “Que signifie vraiment le stockage géologique de CO₂ ?” traduite en 28 langues

What does CO₂ geological storage really mean?

Que signifie vraiment le stockage géologique du CO₂ ?

ماذا يعني حقاً التخزين الجيولوجي لـ CO₂ ؟

Une utilisation responsable des énergies fossiles

الإستخدام المسؤول للوقود الأحفوري

L'élimination de la principale source de gaz à effet de serre

إزالة المصدر الرئيسي لغازات الاحتباس الحراري

Le renvoi du carbone dans le sous-sol

إعادة الكربون إلى باطن الأرض

Un répit pour développer des sources d'énergie sans impact sur le climat

منح الوقت اللازم لتطوير مبدع الطاقة دون التأثير على البيئة

Venez visiter le stand A10 !

GeoNet

CO₂GeoNet European

GeoNet

Réseau d'excellence européen CO₂GeoNet

GeoNet

الشبكة الأوروبية لـ CO₂ GeoNet

Contact : email: info@co2geonet.com site web : www.co2geonet.eu