

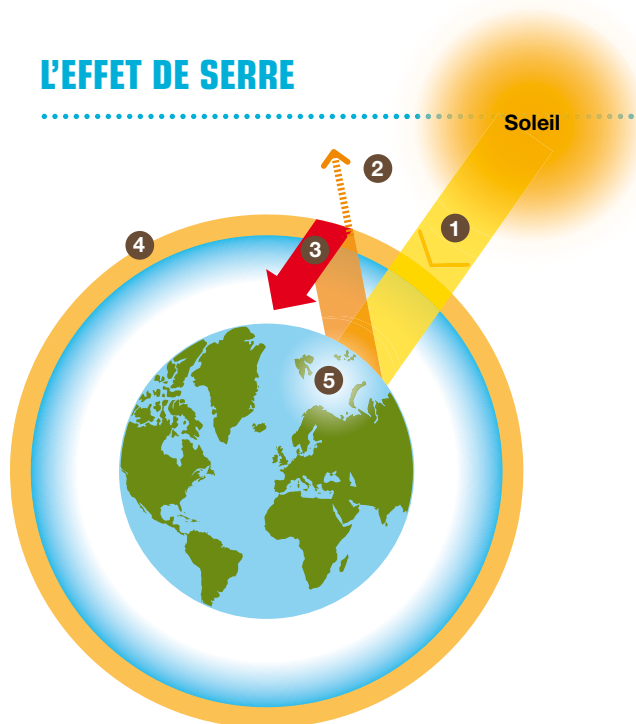
CAPTAGE ET STOCKAGE GÉOLOGIQUE DE CO₂ : L'EXEMPLE INDUSTRIEL DE LACQ



TOTAL

AGIR FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'EFFET DE SERRE



L'effet de serre est essentiel pour assurer une température viable sur la Terre. Mais son accroissement peut modifier l'équilibre climatique de notre planète.

L'effet de serre, qu'est-ce que c'est ?

- 1 70 % des rayons du Soleil atteignent la surface de la Terre.
- 2 Une faible partie de ce rayonnement est réfléchi par la Terre et s'échappe.
- 3 Retenue par l'atmosphère, une partie importante du rayonnement retourne vers la Terre.

Le réchauffement climatique, de quoi s'agit-il ?

- 4 Les gaz à effet de serre* s'accumulent dans la haute atmosphère.
- 5 La température à la surface de la Terre s'élève.

D'ici à 2100, la température pourrait augmenter de

2 à 5°C

selon les scénarios du GIEC.

* Différents gaz participant au réchauffement climatique (CO₂, méthane, N₂O...) d'origine naturelle ou liée à l'activité humaine.

LA CONTRIBUTION DE TOTAL À LA RÉDUCTION GLOBALE DES ÉMISSIONS DE CO₂

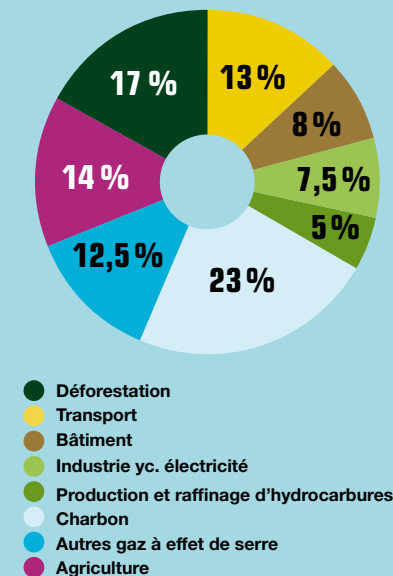
Total s'engage à réduire l'impact de ses activités sur l'environnement, en particulier ses émissions de gaz à effet de serre. De quelle manière ?

La priorité du Groupe est la maîtrise de la consommation d'énergie de ses installations industrielles, par le biais notamment d'une meilleure efficacité énergétique. Total agit également en améliorant la performance environnementale des produits et des services qu'il met à disposition de ses clients.

Par ailleurs, Total investit dans le développement des sources d'énergie complémentaires : biomasse, solaire, charbon propre et nucléaire.

Total participe à de nombreux programmes opérationnels et de recherche sur le captage et le stockage géologique du CO₂ (CSC). Cette solution vise à capter le CO₂ dès sa source de production industrielle et à le stocker dans le sous-sol afin de neutraliser son impact sur l'équilibre climatique.

GAZ À EFFET DE SERRE
Émissions mondiales : plus de 50 milliards de tonnes équivalent CO₂ par an



Source : chiffres 2004, date de la dernière consolidation mondiale, d'après les publications 2007 du GIEC et de l'Agence internationale de l'énergie.

Le CO₂, c'est...

- le gaz carbonique ou dioxyde de carbone,
- une molécule naturelle, essentielle à la vie (photosynthèse),
- mais également un composé trouvant son origine dans les activités humaines (transports, industries...),
- un gaz à effet de serre qui joue hélas un rôle majeur dans le processus de changement climatique.

CAPTER ET STOCKER LE CO₂, UNE DES SOLUTIONS POSSIBLES

DES MILLIERS D'INSTALLATIONS POTENTIELLEMENT CONCERNÉES

Le processus de captage et de stockage géologique de CO₂ devrait permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serre des installations industrielles utilisant les combustibles fossiles (centrales électriques fonctionnant notamment au charbon, aciéries, raffineries...). Selon le GIEC¹, d'ici à 2050, cette technologie pourrait concerner un tiers des émissions mondiales de CO₂. Ce procédé est adapté aux sites industriels émettant des quantités importantes de CO₂ (plus de 100 000 tonnes de CO₂ par an), soit environ 7 000 installations industrielles dans le monde.

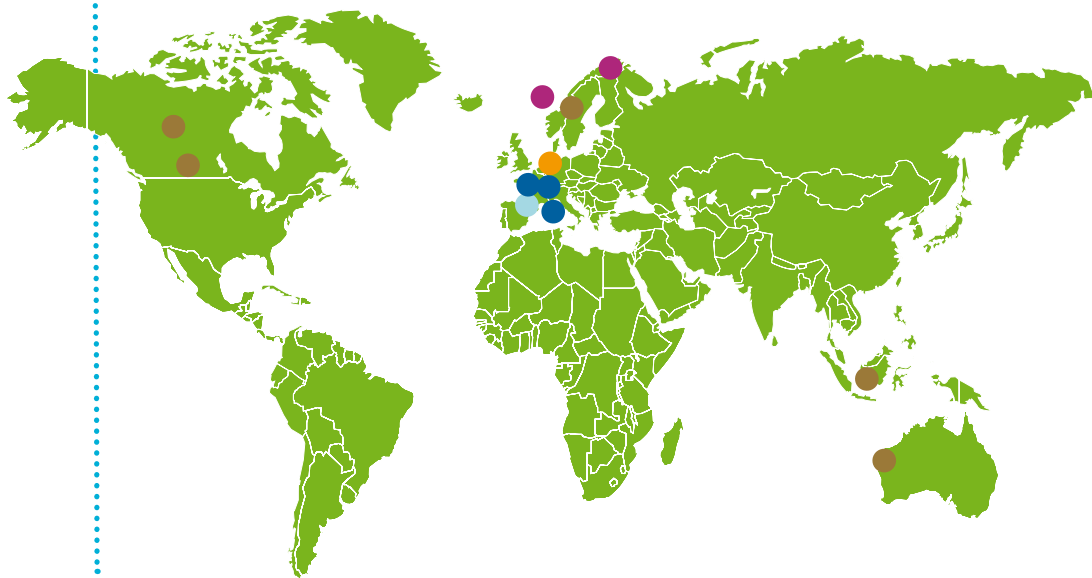
1. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Entre **675** et **900**
milliards de tonnes :

c'est l'estimation des capacités techniques de stockage géologique de CO₂ dans les gisements d'hydrocarbures de la planète.

Source : GIEC 2005.

TOTAL, ACTEUR DANS DES PROJETS DE R&D ET DES OPÉRATIONS EN COURS



Total est engagé depuis plus de 10 ans dans le domaine de l'injection et du stockage de CO₂, notamment au Canada (champ pétrolier de Weyburn) et en Norvège (Sleipner, Snøhvit).

- Partenariats dans des opérations de démonstration en cours
- Programmes français de Recherche & Développement
- Programmes européens de Recherche & Développement
- Partenariats internationaux de Recherche & Développement
- Site pilote de Lacq

À LACQ : une chaîne industrielle complète, une étape stratégique majeure



La démonstration industrielle de Total dans le bassin de Lacq (sud-ouest de la France) consiste à expérimenter

la première chaîne complète de captage et de stockage de CO₂ industriel au monde. Total y investit 60 millions d'euros.

Diverses caractéristiques en font un exemple unique.

Tout d'abord par sa taille : en captant le gaz carbonique par une oxycombustion de 30 MWth*, il se classe parmi les trois plus grands programmes d'expérimentation industrielle de ce procédé en 2009.

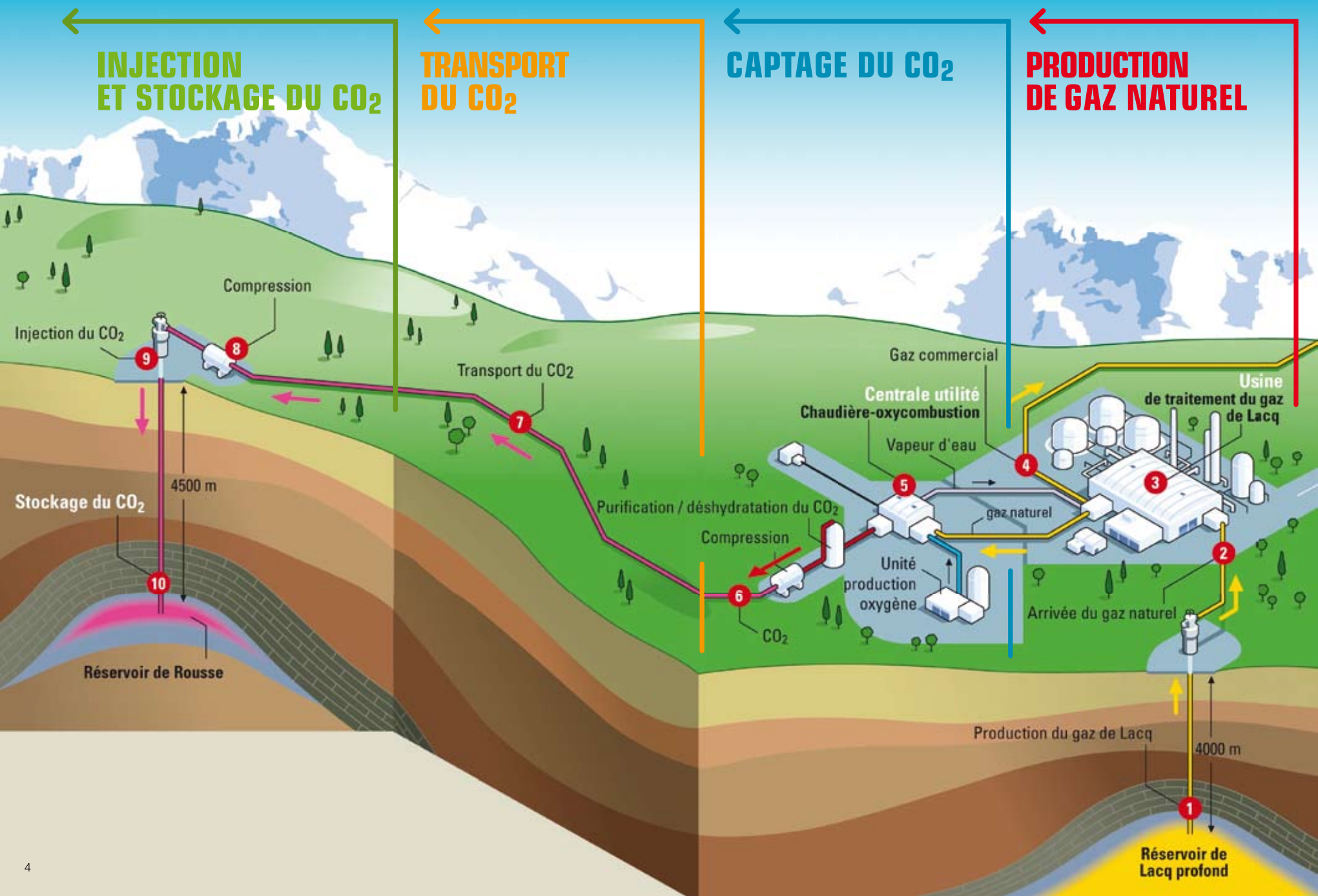
Ensuite, le site de stockage géologique de CO₂ : le choix d'un ancien gisement continental est sans précédent à l'échelle européenne.

Enfin, c'est sur l'ensemble de la chaîne que se portent les opérations : extraction, traitement et combustion du gaz naturel, collecte et transport du CO₂ et, enfin, stockage de celui-ci dans un champ gazier épuisé.

* MWth : Mégawatt thermique.

Cette opération industrielle captera et piégera environ **120 000 tonnes** de gaz carbonique pendant deux ans. C'est une quantité de CO₂ équivalente à celle rejetée par les pots d'échappement de **40 000 voitures** durant la même période.

LA PREMIÈRE CHAÎNE COMPLÈTE DE CAPTAGE ET DE STOCKAGE DE CO₂ INDUSTRIEL



LE CAPTAGE DU CO₂ À LACQ

L'OXYCOMBUSTION

À Lacq, parmi les cinq chaudières apportant la vapeur et l'énergie nécessaires à la plate-forme industrielle, l'une d'entre elles a été convertie en chaudière à oxycombustion. Cette chaudière ne brûle pas du gaz avec de l'air mais réalise une combustion presque parfaite avec un oxygène pur, fourni sur place. La combustion classique implique de traiter les fumées pour extraire le CO₂, opération coûteuse et énergivore, alors que l'oxycombustion permet

d'obtenir directement une concentration de CO₂ de 90 à 95 %. Lavé, dépoussiéré et déshydraté, le gaz carbonique est ensuite comprimé à 27 bars pour être expédié par gazoduc jusqu'au site de stockage. À l'issue de cette expérience industrielle, l'oxycombustion présentera l'intérêt de pouvoir être mise en œuvre sur des installations existantes et appliquée à des combustibles variés.

90 à 95 % :

c'est la concentration de CO₂
obtenue lors de l'oxycombustion.



Au milieu, la chaudière à oxycombustion, sur le site industriel de Lacq. C'est la société Air Liquide qui en a conçu les brûleurs.

LE TRANSPORT PAR GAZODUC

Une fois capté et comprimé, le CO₂ est acheminé sur 27 km, via des gazoducs jusqu'au champ de gaz de Rousse, où il sera stocké. Ces gazoducs ont servi précédemment au transport, entre Rousse et Lacq, du gaz naturel exploité depuis près de 30 ans. Ce mode de transport fait appel à des méthodes éprouvées et optimisées par les industriels depuis des décennies. Aux États-Unis, par exemple, plus de 50 millions de tonnes de CO₂ transitent chaque année au travers d'un réseau de gazoducs d'environ 3 000 km.

« Cette opération industrielle permettra d'optimiser la filière oxycombustion. L'objectif est de réduire significativement les coûts de captage et d'en améliorer l'efficacité énergétique. Cette première expérience européenne de stockage dans un ancien gisement d'hydrocarbures doit aussi nous permettre de valider la méthodologie et les outils de surveillance pour des opérations futures à plus grande échelle. »

Nicolas Aimard, Chef de Projet Total, Exploration & Production

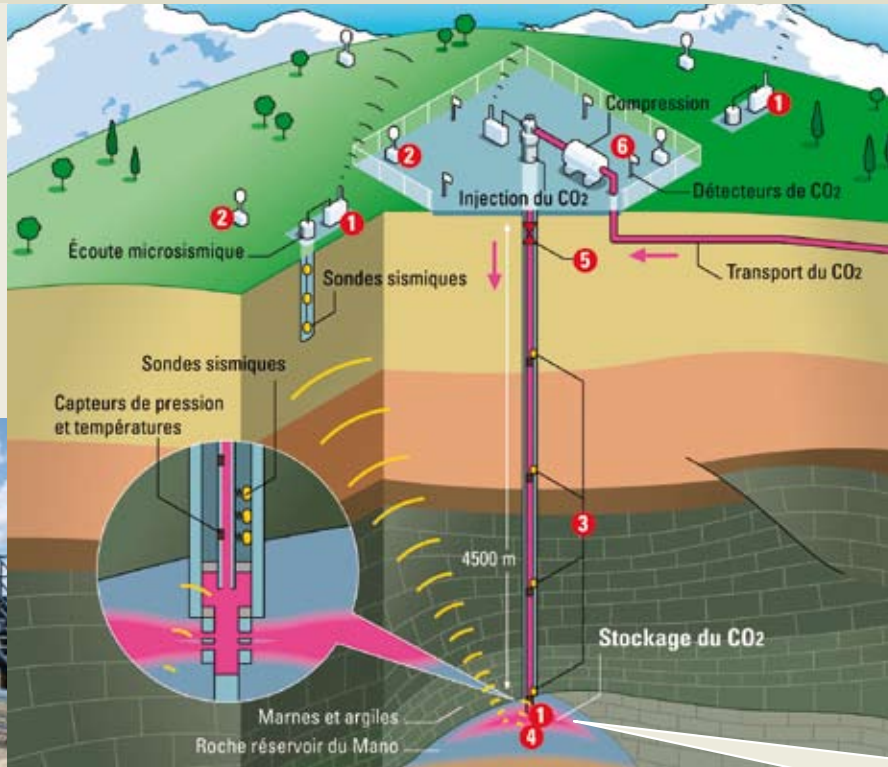
LE STOCKAGE DU CO₂ À ROUSSE

UN DISPOSITIF DE SURVEILLANCE ET D'INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

- 1 Écoute microsismique
- 2 Mesure des gaz du sol
- 3 Suivi du puits injecteur
- 4 Suivi de la pression et de la température du gisement
- 5 Vanne de fond
- 6 Détecteurs de CO₂



Le puits injecteur à Rousse



Avant de lancer le projet de Lacq, Total a soumis l'ensemble des installations existantes à un programme de contrôle et, quand nécessaire, de réaménagement. Les canalisations utilisées pour acheminer le CO₂ entre les sites de captage et de stockage ont ainsi fait l'objet d'une vérification approfondie. Différentes opérations ont également été menées sur le gisement de Rousse : contrôle de l'étanchéité du puits, remplacement des vannes de sécurité, installation d'un compresseur de gaz équipé d'une isolation phonique...

Au-delà des mesures réglementaires pour la sécurité et l'environnement sur le secteur de Rousse, Total a

souhaité développer un programme complémentaire de surveillance. Les équipes de Total font appel aux outils de sismique, classiques dans le domaine du pétrole et du gaz, mais également à des moyens d'observation de l'activité biologique (sols, faune et flore). Un programme de suivi des aquifères est aussi en place.

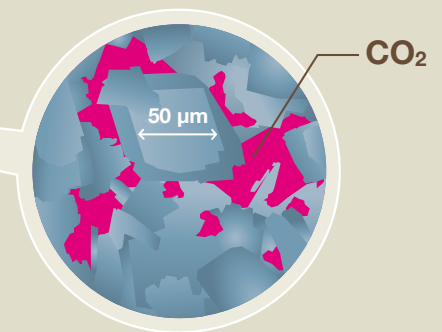
Ce dispositif a pour but de valider des méthodes nouvelles de surveillance pour des opérations futures. Il permettra aussi de fournir des données au profit des travaux de recherche sur le sujet. À l'issue des deux années d'injection de CO₂, cette surveillance restera en place sur le secteur de Rousse.

Le CO₂ émis et capté sur la plate-forme de Lacq est injecté dans l'ancien gisement de gaz naturel de Rousse, à 4 500 m de profondeur.

Ce site entré en production en 1972 a fourni 1 milliard de m³ de méthane (gaz naturel) durant son exploitation. Surmonté d'un "couvercle" d'argile et de marne épais de 2 000 m, âgé de plus de 35 millions d'années et ayant résisté à la formation des Pyrénées, ce stockage présente des qualités optimales de sécurité et de pérennité.

INJECTION DE CO₂ : une technique éprouvée

L'injection de CO₂ dans des gisements d'hydrocarbures est une pratique maîtrisée par l'industrie pétrolière afin d'améliorer la production des hydrocarbures.



Les roches poreuses du gisement épuisé de gaz de Rousse piègent le CO₂, comme ce fut le cas pendant des millénaires avec le gaz naturel et le CO₂ d'origine.

LA MAÎTRISE DES IMPACTS ET LE SUIVI SCIENTIFIQUE DES QUESTIONS, DES RÉPONSES

Les préoccupations des acteurs locaux et des riverains ont-elles été prises en compte ?

Oui, Total s'est employé à établir un dialogue avec les parties prenantes. En amont du dispositif d'enquête publique, Total a mené en particulier une concertation auprès de la population et des parties concernées de la région de Lacq et de Rouse. Par ailleurs, un comité local d'information et de suivi réunit régulièrement des représentants locaux et des associations.

La transparence des résultats scientifiques de cette démonstration est-elle garantie ?

Oui. Notamment, un comité de suivi rassemble des experts scientifiques et indépendants. Ce comité est ainsi à l'origine de nombreuses collaborations de recherche avec des organismes scientifiques. Total met largement à disposition des scientifiques ses données et ses installations pour la réalisation des programmes de recherche sur le sujet.

Comment sera évalué l'impact environnemental ?

Total a réalisé un état des lieux environnemental de référence aux abords du puits d'injection de Rouse. Cette initiative concerne la qualité des eaux de surface et souterraines, l'inventaire des écosystèmes ainsi que l'identification d'espèces végétales et animales (amphibiens, insectes). Sur la base de cet état des lieux, des moyens d'observation de l'activité biologique et de suivi des aquifères sont mis en place, avec l'appui d'une entreprise spécialisée indépendante.

Quelle sécurité à long terme du site de Rouse ?

Les installations continueront d'être exploitées et surveillées par les équipes de Total, dans le cadre de ses activités industrielles. Un rendez-vous est prévu avec la Direction régionale de l'industrie et de l'environnement (DRIRE) à l'issue des trois années d'observation, pour une analyse de la situation et pour ajuster les modalités de surveillance à long terme.

Pourquoi le champ de Rouse a-t-il été choisi pour le stockage du CO₂ ?

Plusieurs raisons ont guidé le choix du site de Rouse :

- proximité du site industriel de Lacq qui émet le CO₂,
- connaissance historique du gisement de gaz naturel de Rouse désormais épuisé,
- structure isolée de tout autre gisement,
- bonne étanchéité de la couverture rocheuse,
- un puits d'injection en bon état.



POUR EN SAVOIR PLUS

@WEB

Sur le site web www.total.com, retrouvez la rubrique consacrée au captage et stockage de CO₂.

Vous pouvez également télécharger sur www.total.com :

- le rapport Total « Environnement et Société »,
- le dossier de concertation concernant le projet de Lacq,
- le document « Management des gaz résiduels, un défi à relever ».



Photo en page de couverture : la région de Rouse



TOTAL S.A.

Siège social :

2 place Jean Millier – La Défense 6

92 400 Courbevoie – France

Tél. : +33 (0)1 47 44 45 46

Capital social : 5 929 520 185 euros

542 051 180 RCS Nanterre

www.total.com



PEFC/10-31-1342