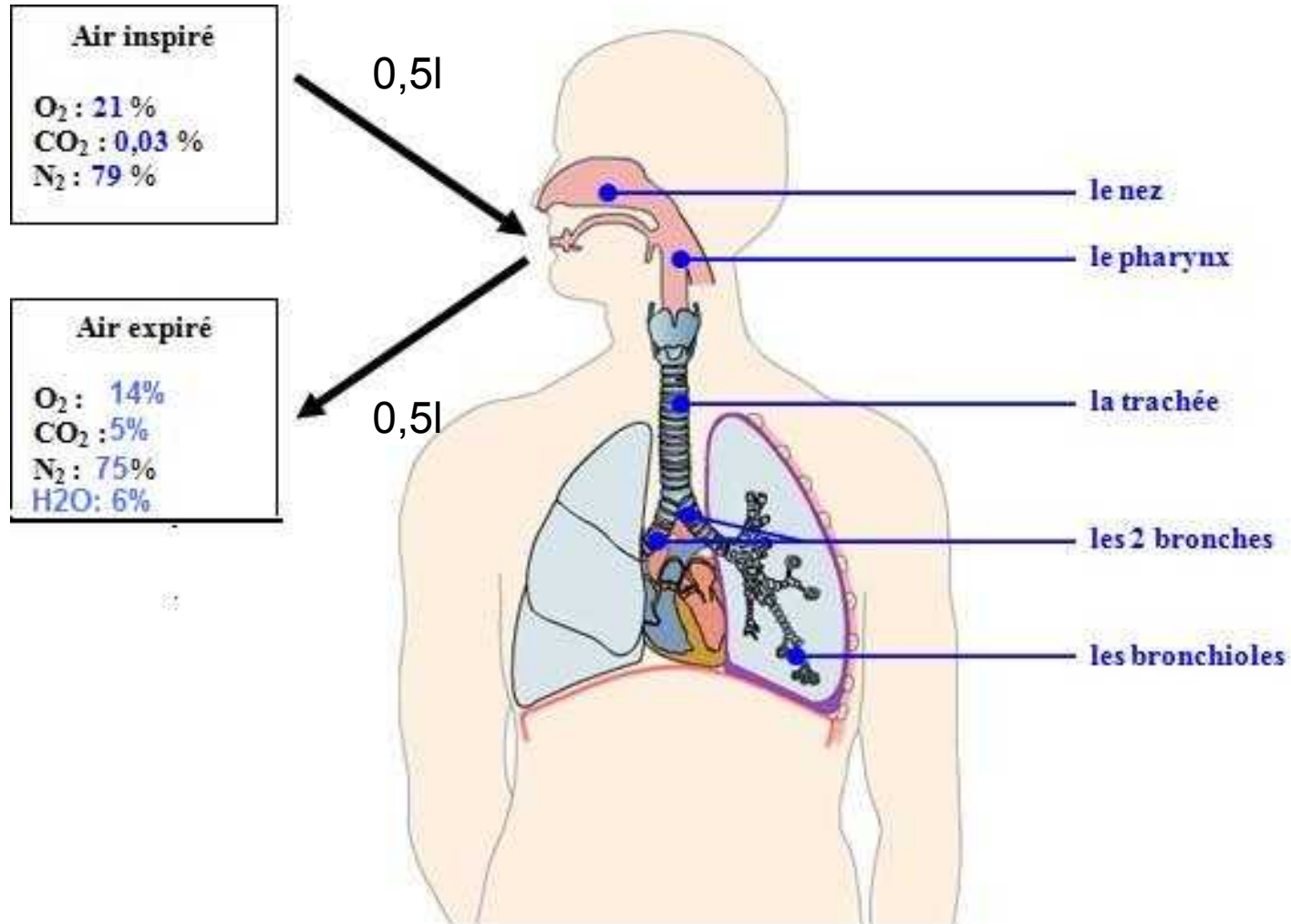


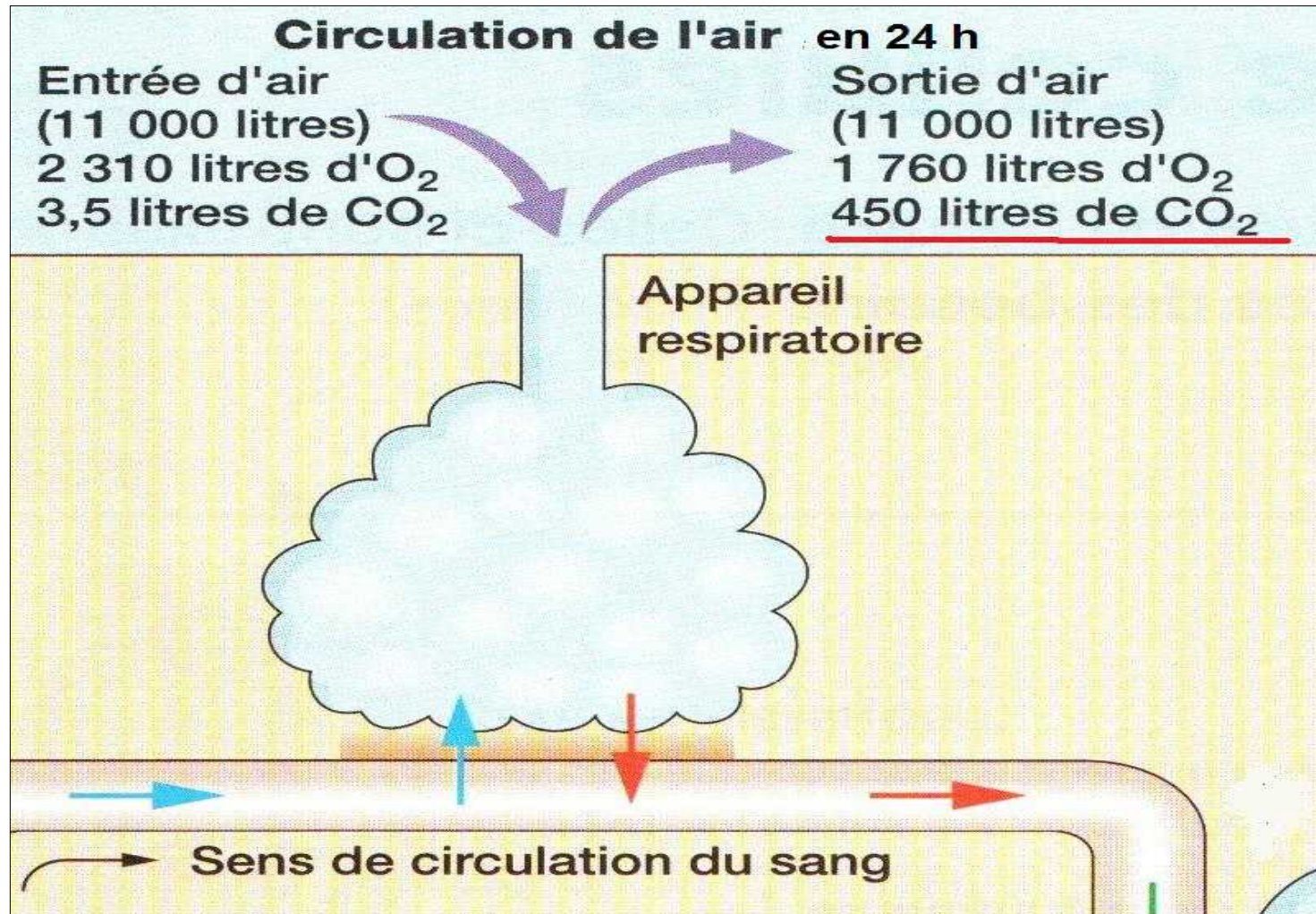


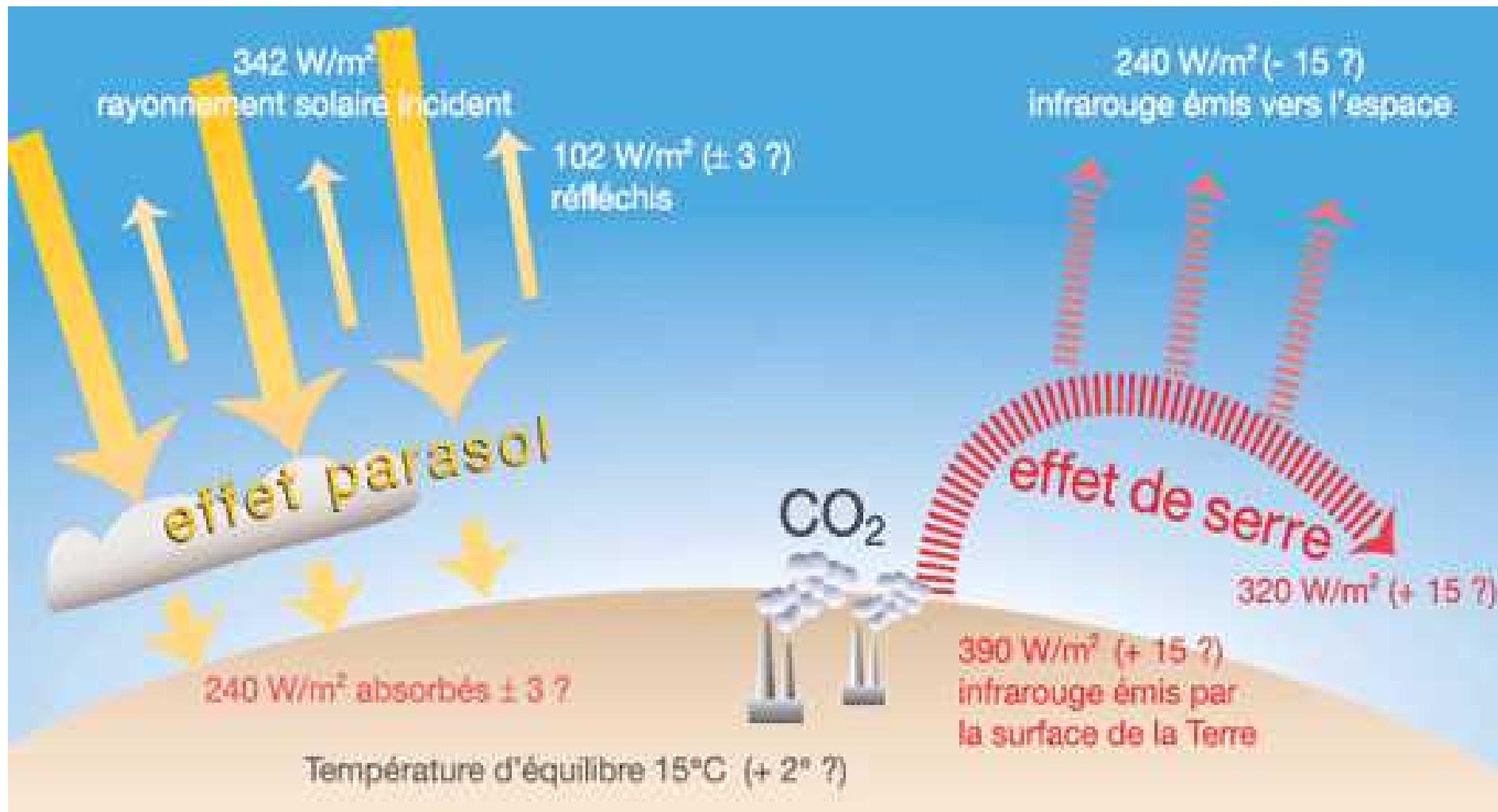


Incinérateur St Ouen



Volume courant : 0,5l
15 cycles par min
23000 cycles par jour







Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Sto
ckage
Du
CO₂

Le dioxyde de carbone (CO₂) issu de l'exploitation intensive des énergies fossiles depuis la révolution industrielle est le principal responsable du **réchauffement climatique**.

Pour réduire ses émissions dans l'atmosphère, **la technologie de captage et de stockage géologique du CO₂ est en plein développement**. Elle consiste :

- **à capter le CO₂** au niveau des sources d'émissions industrielles,
- **pour le stocker**, à l'abri de l'atmosphère, dans les couches géologiques profondes. Il s'agit en fait de remettre dans le sous-sol, sous forme de CO₂, une partie du carbone qu'on y a extrait sous forme d'hydrocarbures ou de charbon.

> Réduire les émissions et capter le CO2

Le BRGM travaille auprès d'industriels sur des procédés de réduction à la source et de captage des émissions de CO2 en aval de process par les techniques innovantes.

Il explore également les procédés de carbonatation minérale de déchets industriels alcalins ou de roches ultrabasiques qui offrent une solution de niche pour piéger le CO2 sous forme de minéral carbonaté.

> Le stockage géologique du CO2

Engagé depuis 1993 dans des travaux de validation et de mise en oeuvre du stockage géologique du CO2 , le BRGM oriente ses travaux essentiellement vers 3 concepts de stockage :

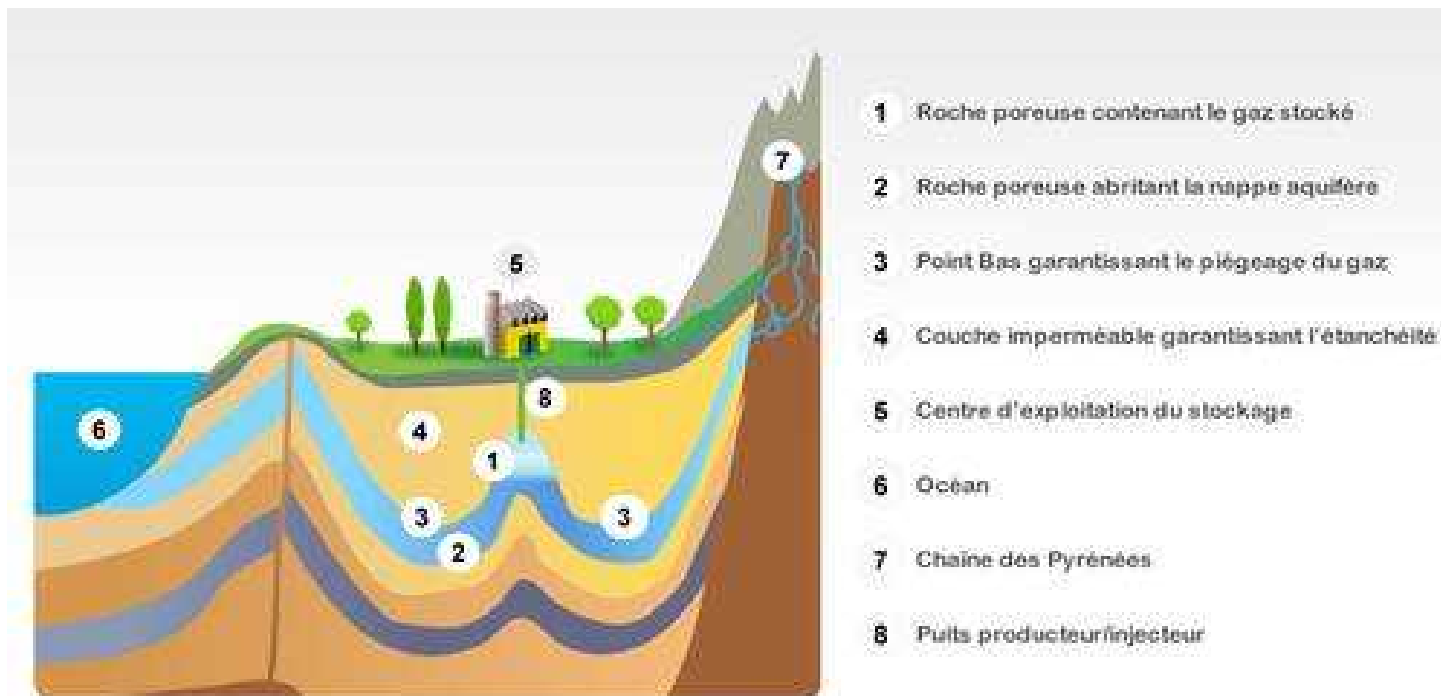
dans les gisements d'hydrocarbures matures,
dans des aquifères profonds (salins),
dans les veines de charbon profondes inexploitées.



1965

Le Gaz de France gère à Saint-Illiers-la-Ville un important centre de stockage souterrain de gaz naturel. L'installation se trouve en bordure de forêt de Rosny, et le gaz provient de diverses régions.

Le site, d'une capacité **d'un milliard et demi de mètres cubes**, est équipé pour répondre aux besoins de la région parisienne en stockant pendant l'été, et en fournissant des débits importants dans les périodes de grande consommation.



Les stockages de Lussagnet et d'Izaute se situent entre 500 et 700 mètres de profondeur par rapport au niveau du sol.

Proche de Lacq

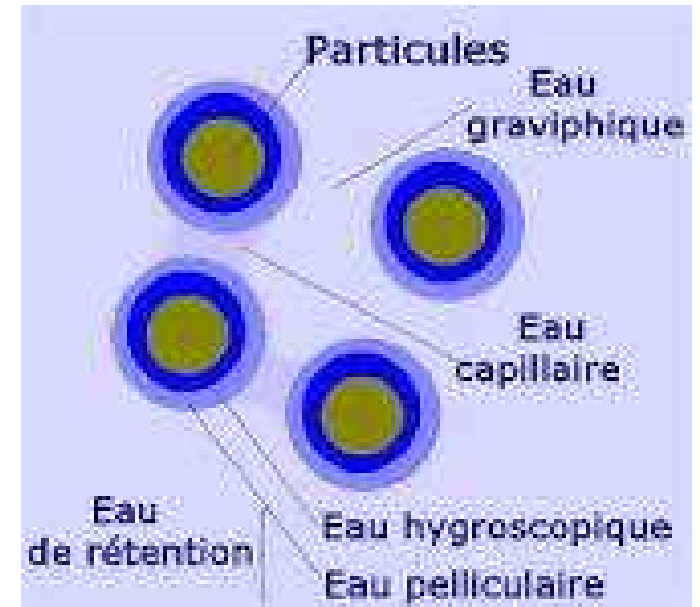
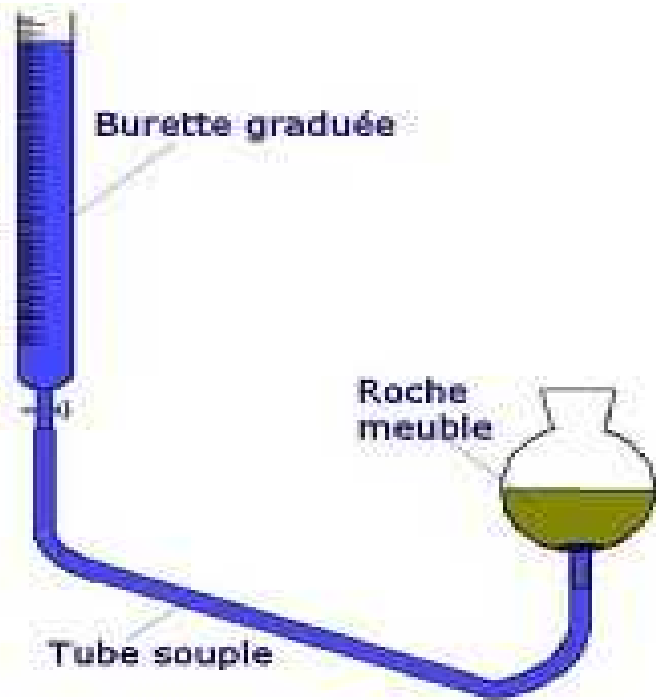
Les stockages souterrains de Lussagnet et d'Izaute se composent chacun d'une couche géologique poreuse et perméable, située à une profondeur d'environ 500 à 700 mètres, qui constitue la roche « réservoir ». Cette couche, de plusieurs mètres d'épaisseur, est structurée en forme de dôme et surmontée par une roche « couverture » imperméable. Essentiellement constituée d'argiles, elle permet de maintenir le gaz piégé et garantit l'étanchéité du stockage.



Mesure de la porosité

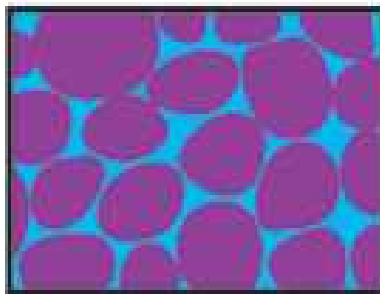
- La porosité totale (pt) se définit de la façon suivante :
$$Pt (\%) = \frac{\text{Volume des vides}}{\text{volume total de la roche}} \times 100$$

Cette porosité totale peut se décomposer en :
 - pe (porosité efficace) : c'est la quantité d'eau de gravité contenue dans une roche, ou quantité d'eau mobile.
 - cr (capacité de rétention) : c'est la quantité d'eau liée aux particules et/ou capillaire.



Principaux types de porosité

Sable et gravier



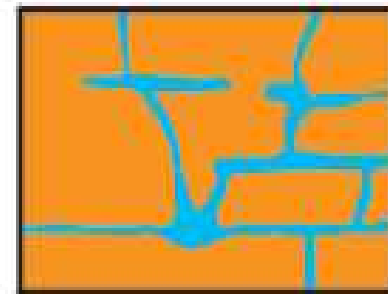
Intergranulaire

Roches ignées



Fissure

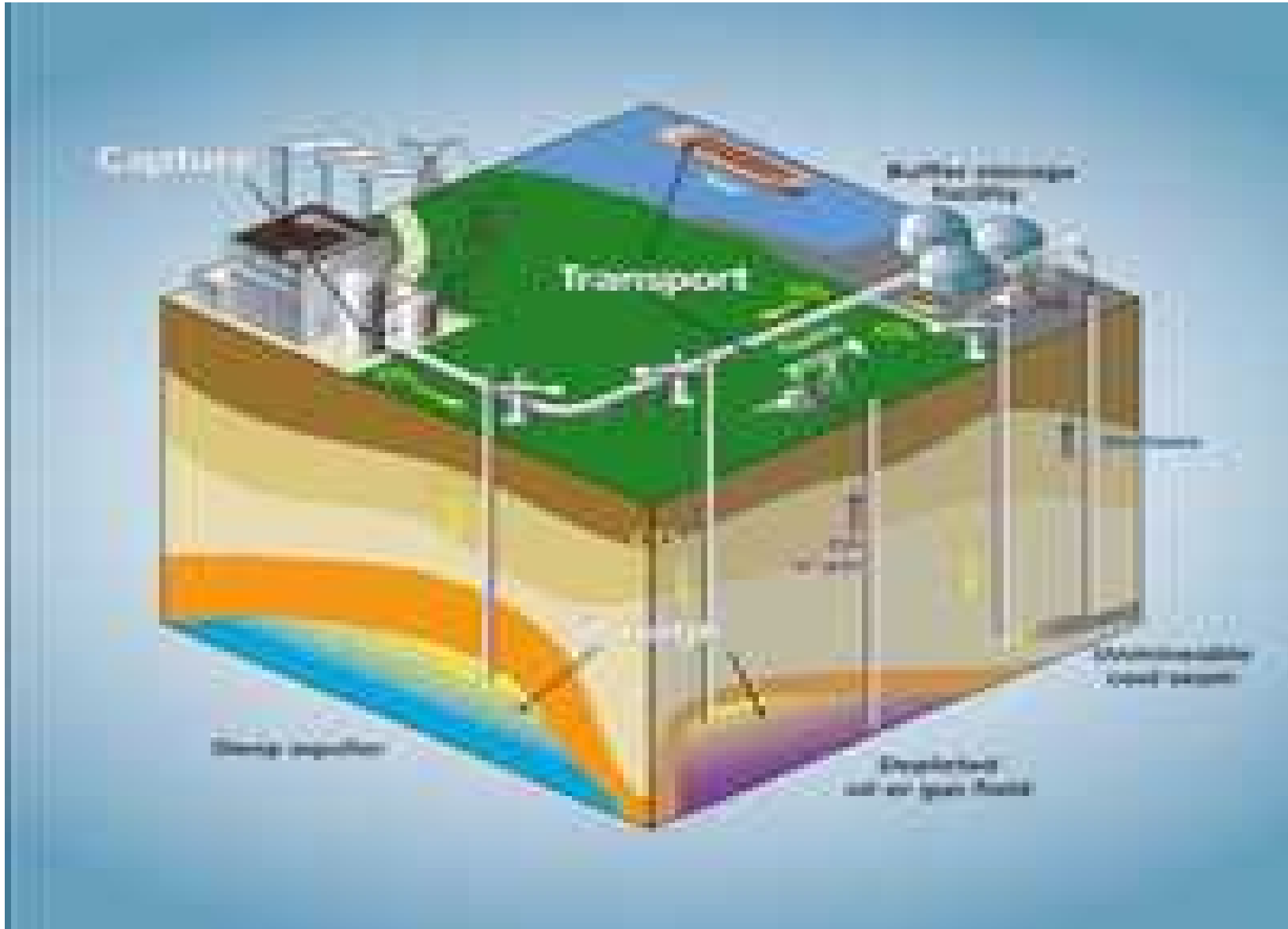
Calcaire



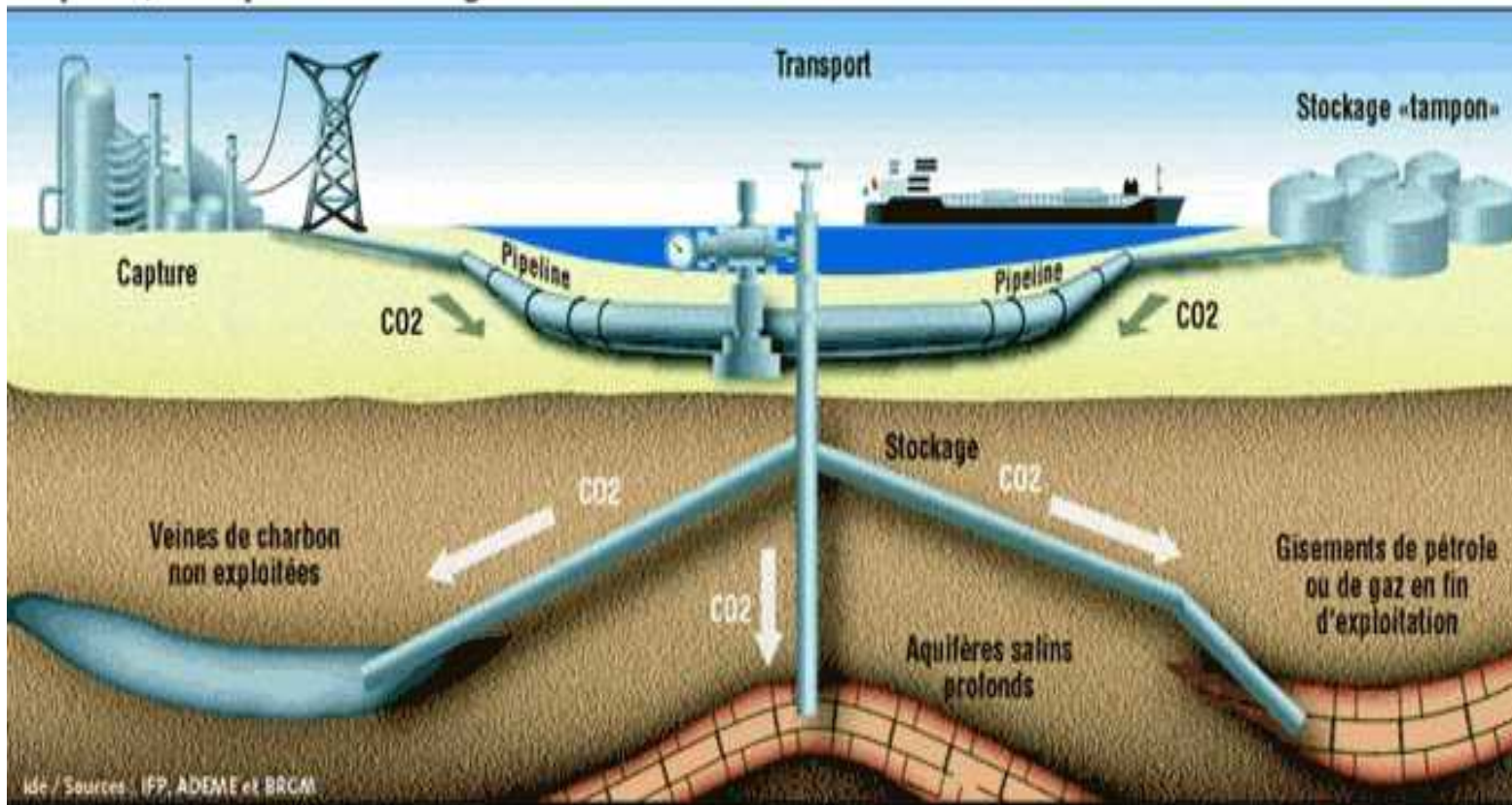
Vide de dissolution

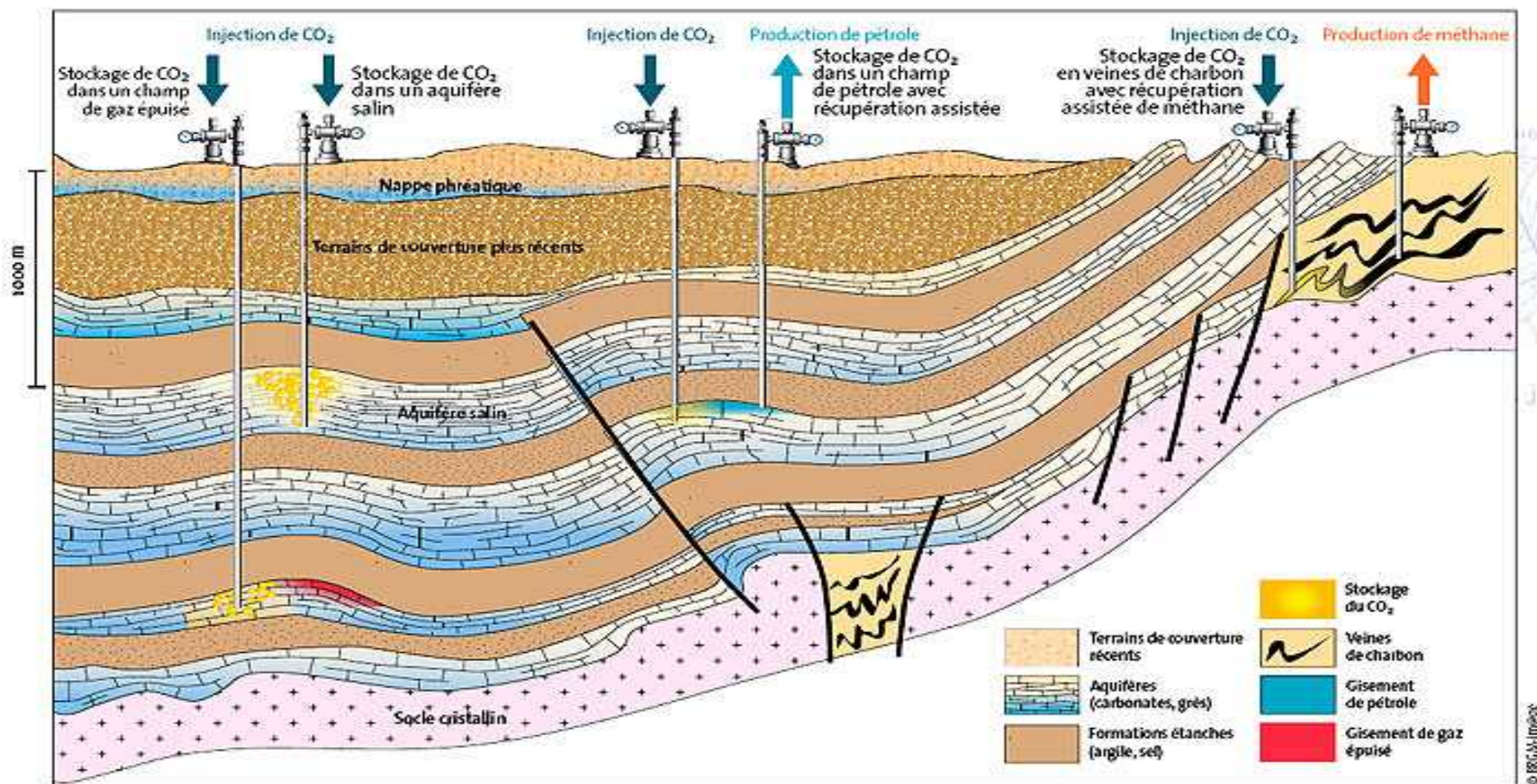
Où peut-on trouver de l'eau souterraine? L'eau occupe les interstices des grains de sable, les fissures des roches et les vides de dissolution.

roches poreuses	pt (%)	pe (%)
Sable et gravier	25 à 40	15 à 25
Sable fin	30 à 35	10 à 15
Argile	40 à 50	1 à 2
Craie	10 à 40	1 à 5
Calcaire (fissuré)	1 à 10	10 à 50



Capture, transport et stockage du CO2



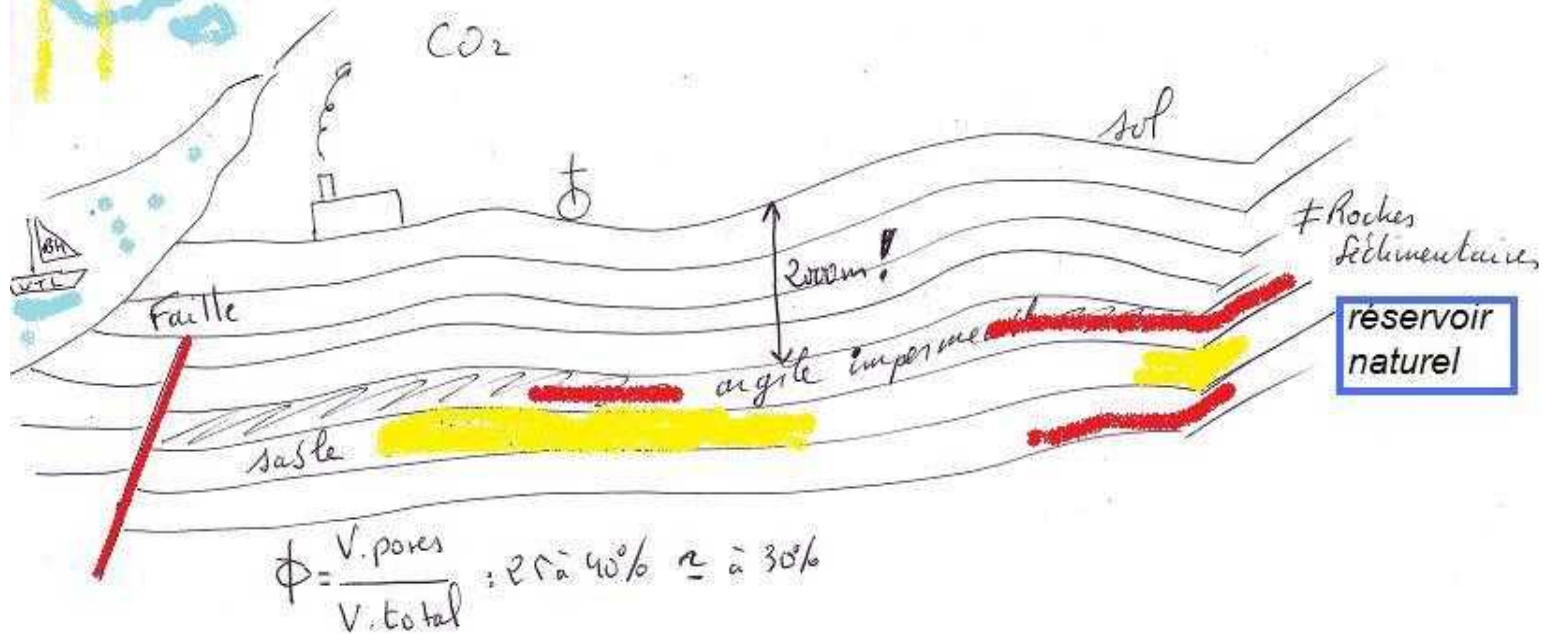


▲ Les différents types de stockage géologique du CO₂

Le CO₂ peut être injecté dans des couches géologiques profondes constituées de roches poreuses et perméables souvent gorgées d'eau salée impropre à la consommation : les aquifères salins. La présence de formations étanches (argile, sel...) au-dessus des sites de stockage évite toute remontée du CO₂ en surface. Localement, ces roches réservoirs sont le siège de gisements de pétrole ou de gaz naturel qui possèdent par nature une structure de piège : le stockage de CO₂ est possible dans les gisements épuisés ou en fin d'exploitation avec la possibilité de pratiquer la récupération assistée du pétrole. Enfin, le stockage du CO₂ est envisageable dans des veines de charbon profondes inexploitées où l'affinité du CO₂ pour le charbon permet la production de méthane.

roches poreuses	pt (%)	pe (%)
Sable et gravier	25 à 40	15 à 25
Sable fin	30 à 35	10 à 15
Argile	40 à 50	1 à 2
Craie	10 à 40	1 à 5
Calcaire (fissuré)	1 à 10	10 à 50

d'après universcience.tv (Newsletter)



Couche de sable :

$$\begin{cases} e = 10 \text{ m} \\ l = 100 \text{ kms} = 100000 \text{ m} \\ L = 50 \text{ kms} = 50000 \text{ m} \end{cases}$$

$$V = 50 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ de sable poreux}$$

$\Rightarrow \times 30\% =$ **15 milliards de metres cubes de CO2 stockés**

À 15°C 1 m³ = 1,85 kg

Les émissions de CO2 par habitant dans le monde

Les émissions de CO2 liées aux consommations d'énergie par personne varient de manière significative dans les différentes régions du monde : de moins de 2 tCO2/hab dans les régions les moins développées (Afrique, Asie du sud, Asie pacifique en développement), aux alentours de 3 tCO2, de 6 à 13tCO2/hab en Europe de l'Ouest, CEI, Japon, Asie du sud, Océanie, et presque 19 tCO2/hab. en Amérique du Nord.

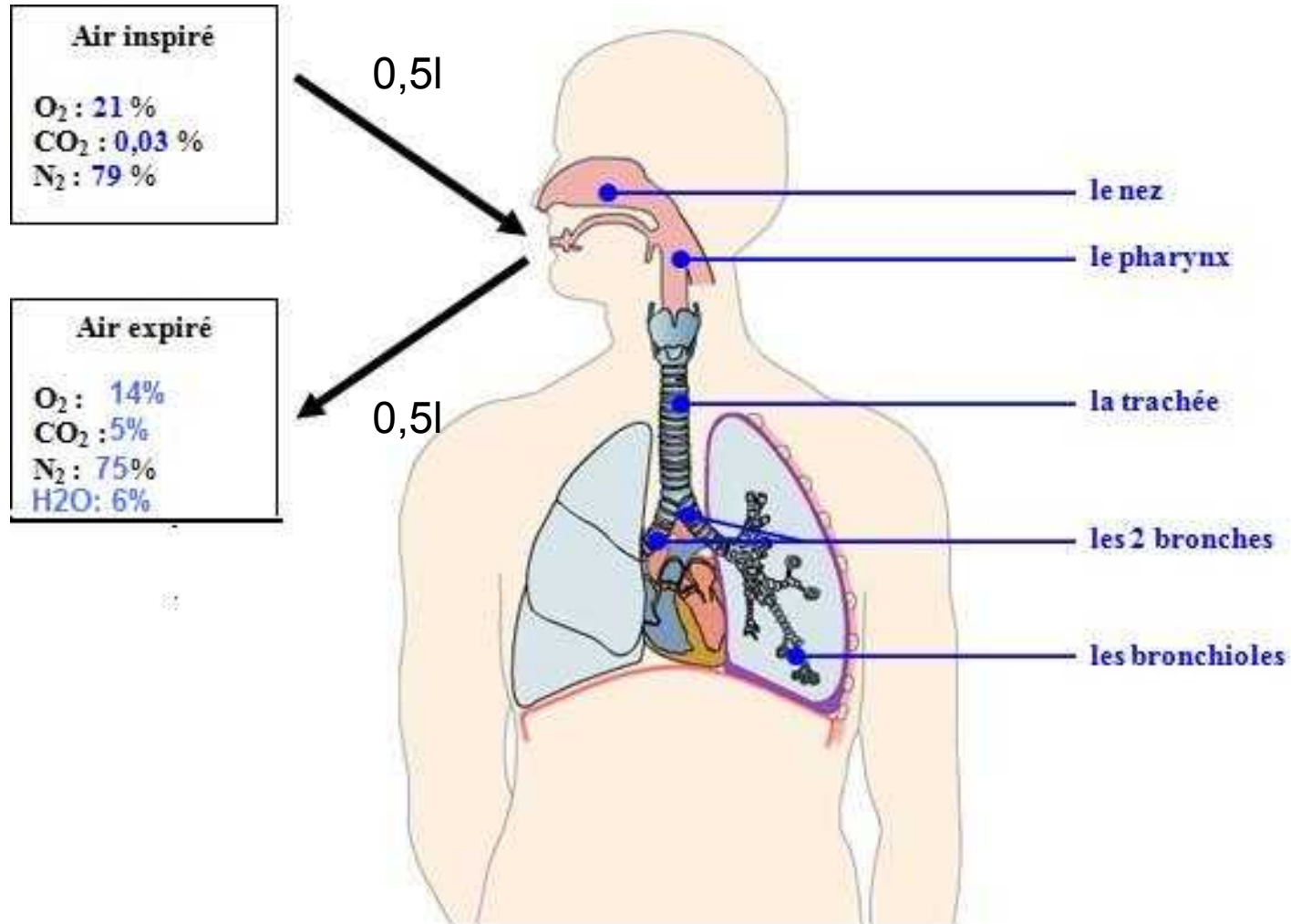
Emissions de CO2 énergie par habitant en 2002 dans le monde en fonction de la population

- Europe de l'Ouest : 8,28 tCO2/hab, population : 462,85 millions
- CEI : 5,97 tCO2/hab, population : 280,28
- Amérique du Nord : 20,02 tCO2/hab, population : 319,84
- Australasie : 12,2 tCO2/hab, population : 30,68
- Japon : 9,14 tCO2/hab, population : 127,2
- Moyen Orient : 6,04 tCO2/hab, population : 172,46
- Amérique Latine : 2,79 tCO2/hab, population : 527,91
- Afrique : 1,39 tCO2/hab, population : 831,88
- Chine : 3,05 tCO2/hab, population : 1281,3
- ASIE (nouveaux pays industrialisés) : 10,46 tCO2/hab, population : 81,8
- Europe centrale : 5,68 tCO2/hab, population : 120,98
- Asie du sud : 0,82 tCO2/hab, population : 1373,91
- Asie pacifique en développement : 1,99 tCO2/hab, population : 3251,94

- Les émissions de gaz à effet de serre en France

Emission par habitant pour la France Contribution des différents secteurs en 2003:

- transports : 26.8 % (+ 23 % depuis 1990)
- industrie manufacturière : 20 % (-22 % depuis 1990)
- agriculture : 19.3% (-9 % depuis 1990)
- bâtiment : 18,4 % (+14 % depuis 1990)
- industrie de l'énergie : 13 % (-10 % depuis 1990)
- déchets : 2,5 % (-9 % depuis 1990)



Volume courant : 0,5l
15 cycles par min
23000 cycles par jour

• Les engagements internationaux

Les pays signataires du Protocole de Kyoto se sont engagés à réduire leurs émissions de principaux gaz à effet de serre de 5 % à l'horizon 2008/2012 par rapport au niveau de 1990 :

- pour les pays de l'Union européenne, cela signifie une baisse de 8 % des émissions.
- pour la France, cela signifie une stabilisation des émissions

Lancé en 2004, le plan Climat qui définit les modalités de l'action française de lutte contre le changement climatique et dessine les perspectives de l'après Kyoto, vise un objectif d'économie de gaz à effet de serre de 72 MteCO₂ à l'horizon 2010 ce qui correspond à une réduction de 18 MteCO₂ par rapport à 1990.

A l'horizon 2050, le gouvernement français s'est fixé un objectif de division par 4 des émissions de gaz à effet de serre par habitant.

Denis Cheyssou
France inter

f
i CO2

Mon amour

bonus

— PLANÈTE —

Le basalte, la solution pour séquestrer le CO₂ durablement ?

Une autre approche réduirait considérablement ce danger : l'enfouissement dans des roches basaltiques qui sont également poreuses. L'astuce : le gaz carbonique réagit au contact de certains minéraux présents dans le milieu (comme le calcium ou le magnésium) pour former du calcaire. Il est donc minéralisé, ce qui réduit le risque de le voir revenir dans l'atmosphère. Qui plus est, les réactions chimiques se dérouleraient rapidement, en seulement quelques décennies. Selon des modèles informatiques, près de 20 % du CO₂ enfoui serait minéralisé en 10 à 15 ans, mais qu'en est-il réellement ?



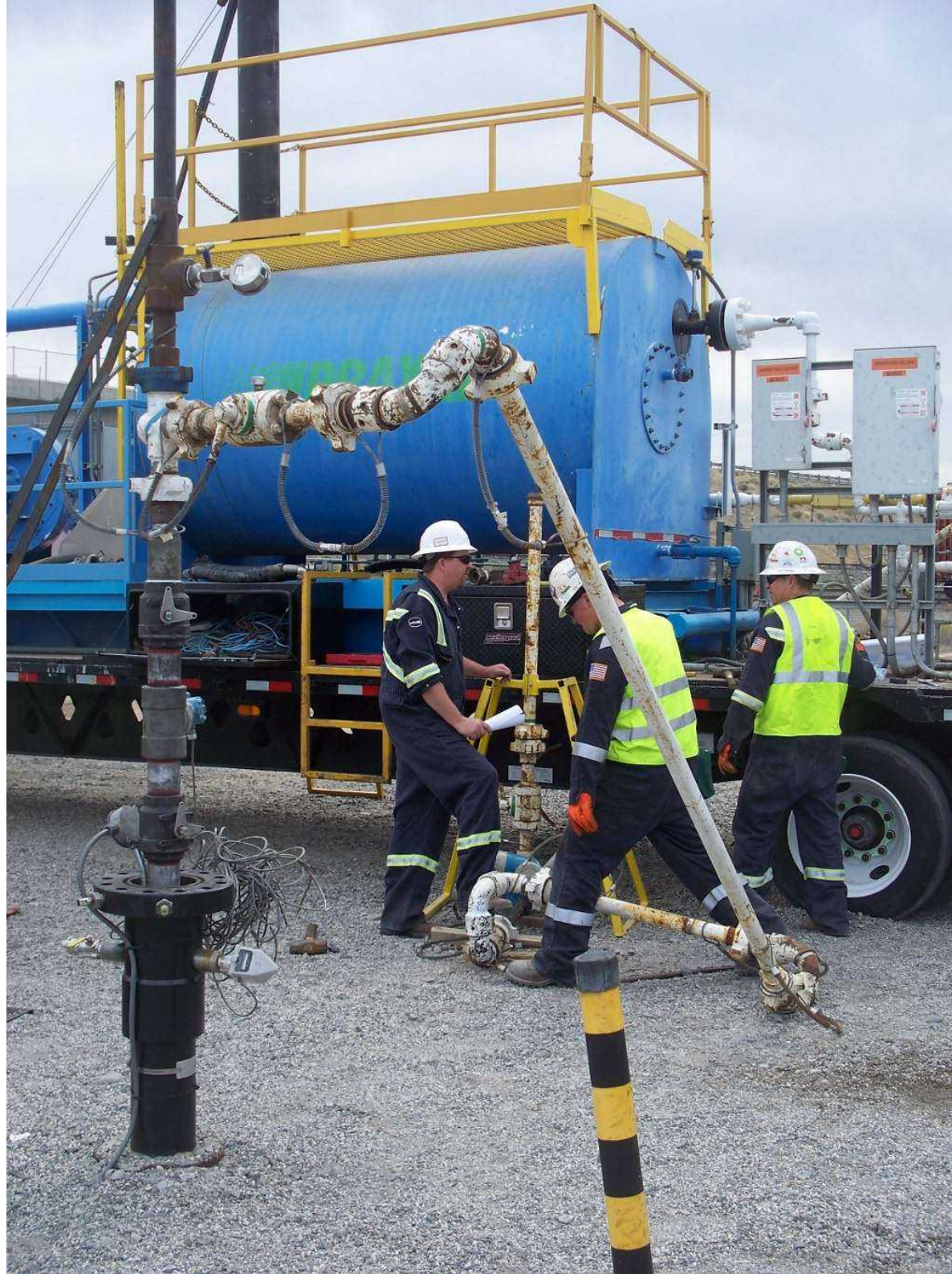
Précipitation du carbone

Deux ans plus tard, ils ont constaté que la totalité du mélange s'était transformé en roches calcaires. « C'est un processus naturel, qui prend habituellement des centaines d'années. Notre étude montre comment il est possible d'accélérer ce phénomène pour qu'il se fasse en deux ans seulement », explique Eric Oelkers, coauteur de l'étude et géologue à l'université de Toulouse.

En savoir plus sur http://www.lemonde.fr/sciences/article/2016/06/13/transformer-le-co2-en-basalte-pour-freiner-le-rechauffement_4949636_1650684.html#BmQ2DJfivLsiF1u.99

Plagioclases
calciques



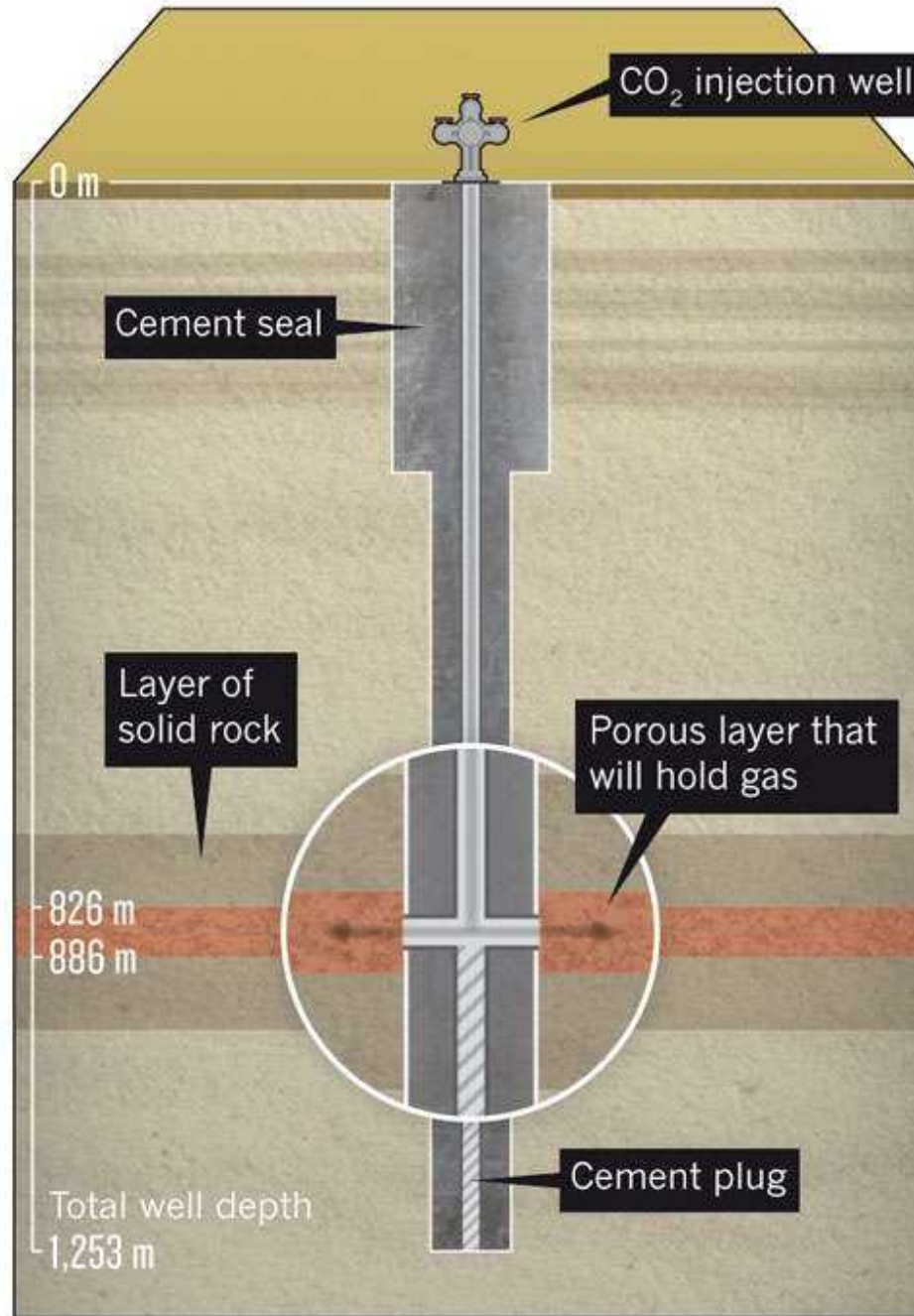


Une minéralisation du CO₂ plus rapide que prévu

Pour le savoir, la phase II d'un projet pilote dirigé par Pete McGrail, du *US Department of Energy's Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)*, a débuté ce 17 juillet 2013 près de la ville de Wallula, dans l'État de Washington (États-Unis). Cette localité se situe sur le plateau basaltique du Columbia, qui s'est formé à la fin du Miocène lorsque 174.300 km³ de lave se sont déversés dans le bassin fluvial éponyme. Les couches poreuses ciblées sont aujourd'hui enfouies entre 826 et 886 m de profondeur, sous des roches imperméables. Bien évidemment, un puits de 1.253 m de profondeur a été foré pour les atteindre, et ainsi pouvoir y injecter les 1.000 t de CO₂ prévues dans le projet.

ROCK STEADY

A carbon dioxide sequestration project in Washington state is testing whether chemical reactions in porous basalt will help to trap gas injected into the rock.



Le basalte des fonds marins pour enfouir des gaz à effet de serre ?

Cette approche présente déjà des désavantages majeurs par rapport à la filière des aquifères salins : elle dispose de moins de sites terrestres propices à l'enfouissement. Par ailleurs, s'il s'avère que la séquestration du CO₂ dans le basalte est viable, il va ensuite falloir trouver des solutions pour capter le gaz et l'acheminer vers les sites d'injection à moindre coût.

Les regards se tournent déjà vers les océans pour envisager un enfouissement offshore. Après tout, la croûte océanique est principalement composée de basaltes enfouis sous des sédiments et une épaisse couche d'eau. Quoi de mieux pour bloquer le CO₂ ? Voilà de quoi lancer un nouveau débat... si les tests en cours se révèlent concluants d'ici environ un an.