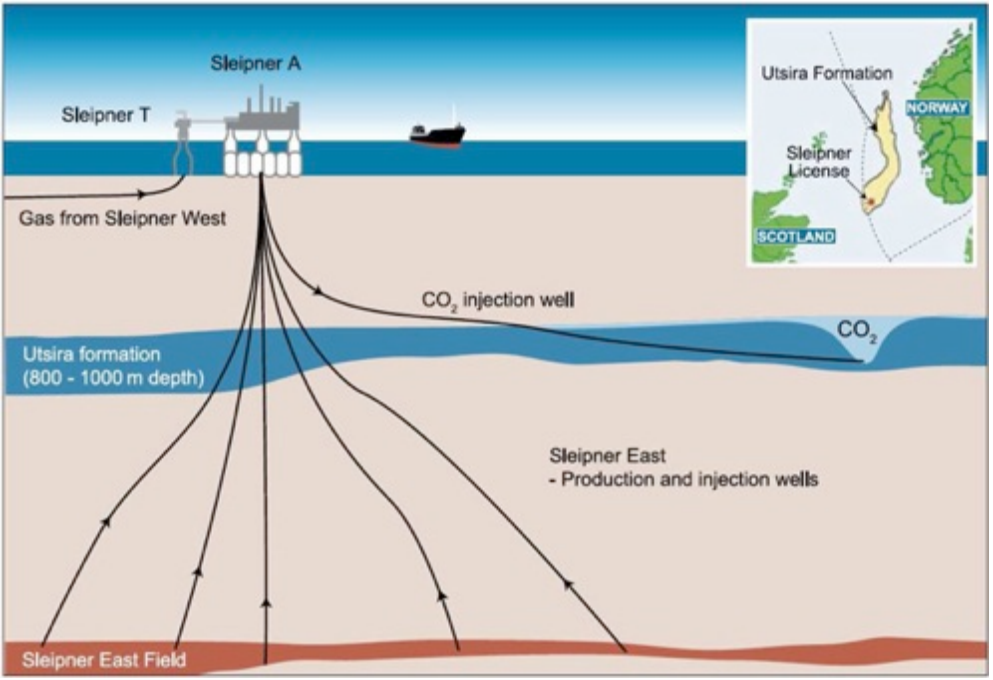
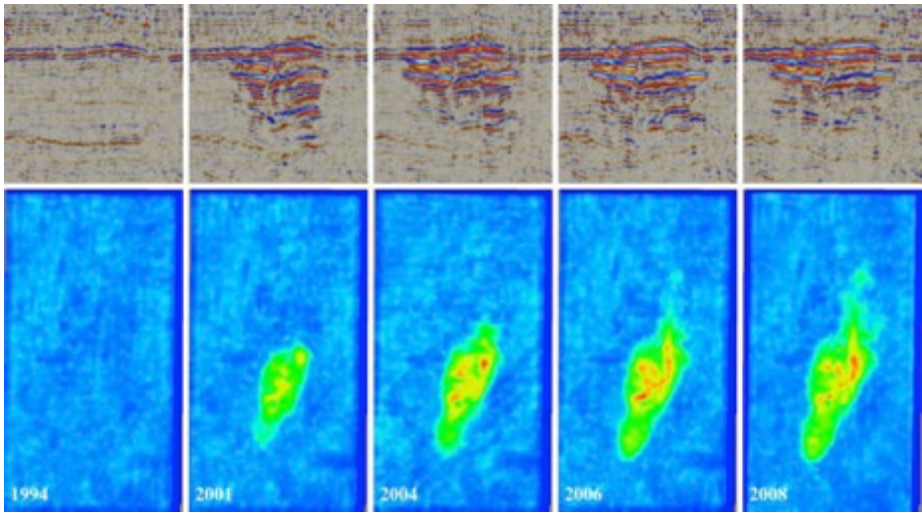
CO_2 storage



Sleipner, Norway

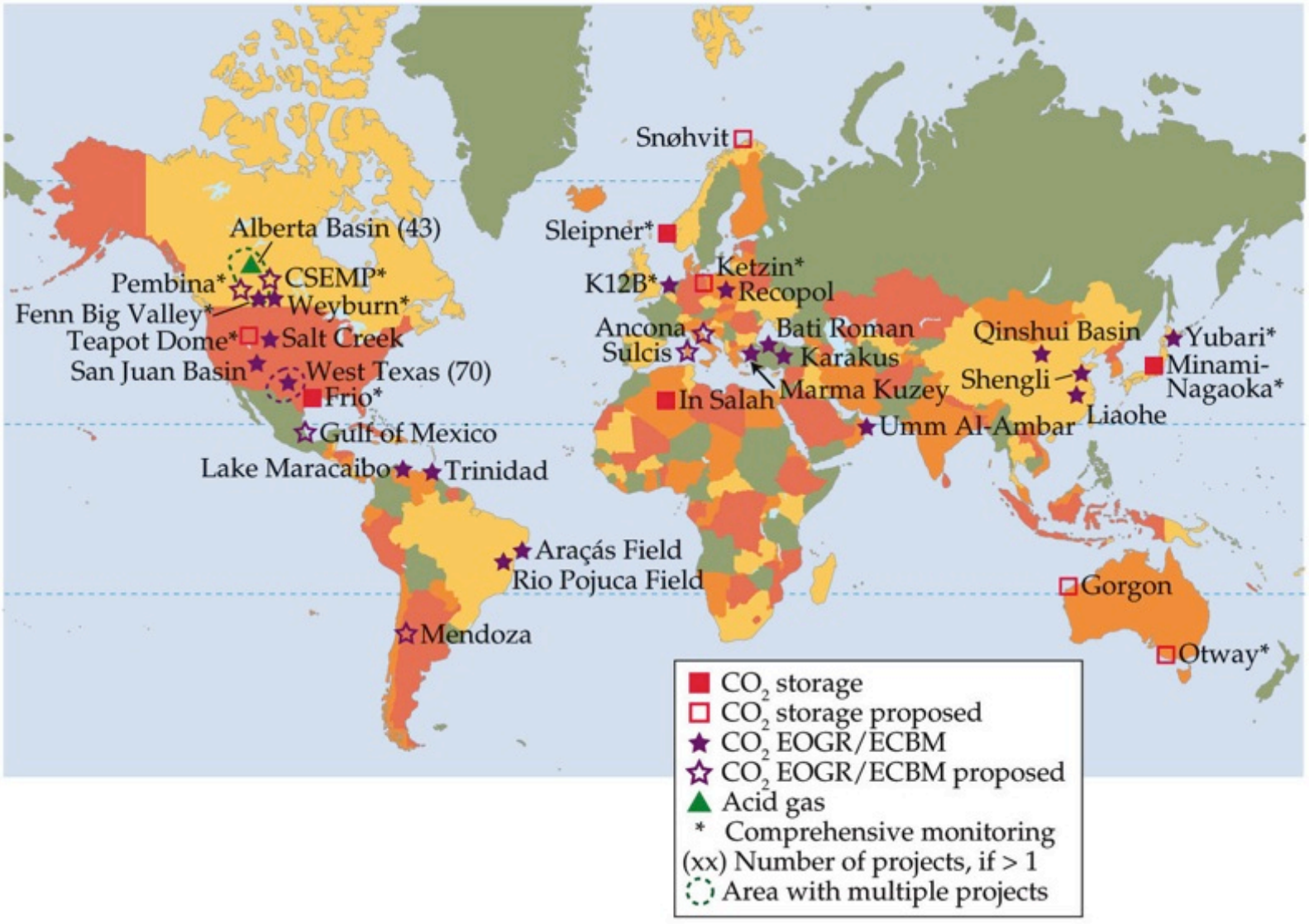
Début : oct 1996

2700 tonnes CO_2 injecté par jour

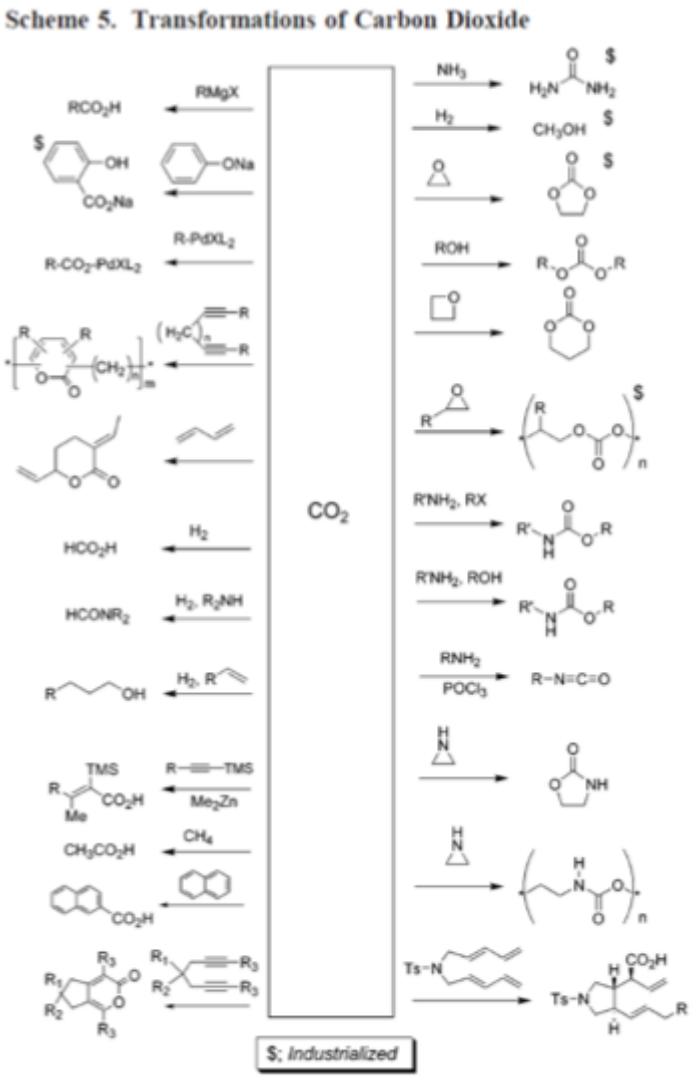


Looking ahead, the Utsira Sand has an estimated pore-space volume of about 6 x 10^{11} m^3. If only about 1% of this were utilised for CO_2 storage, this would be sufficient to store 50 years emissions from around 20 coal-fired or nearly 50 gas-fired 500 MW power-stations.
http://www.bgs.ac.uk/science/CO2/home.html

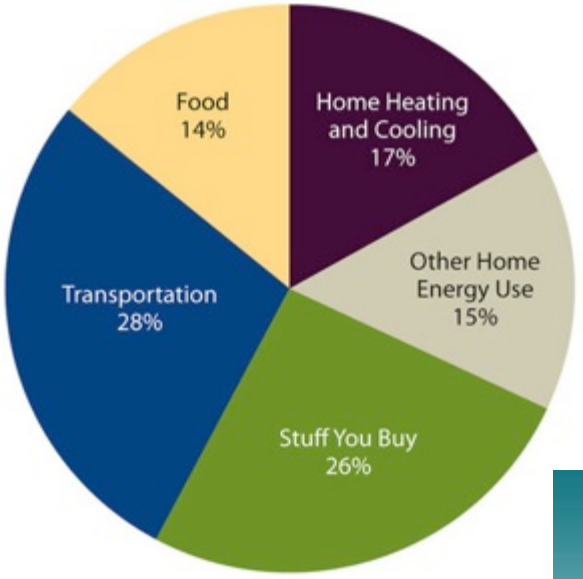
Projets CCS dans le monde



Transformer le CO2



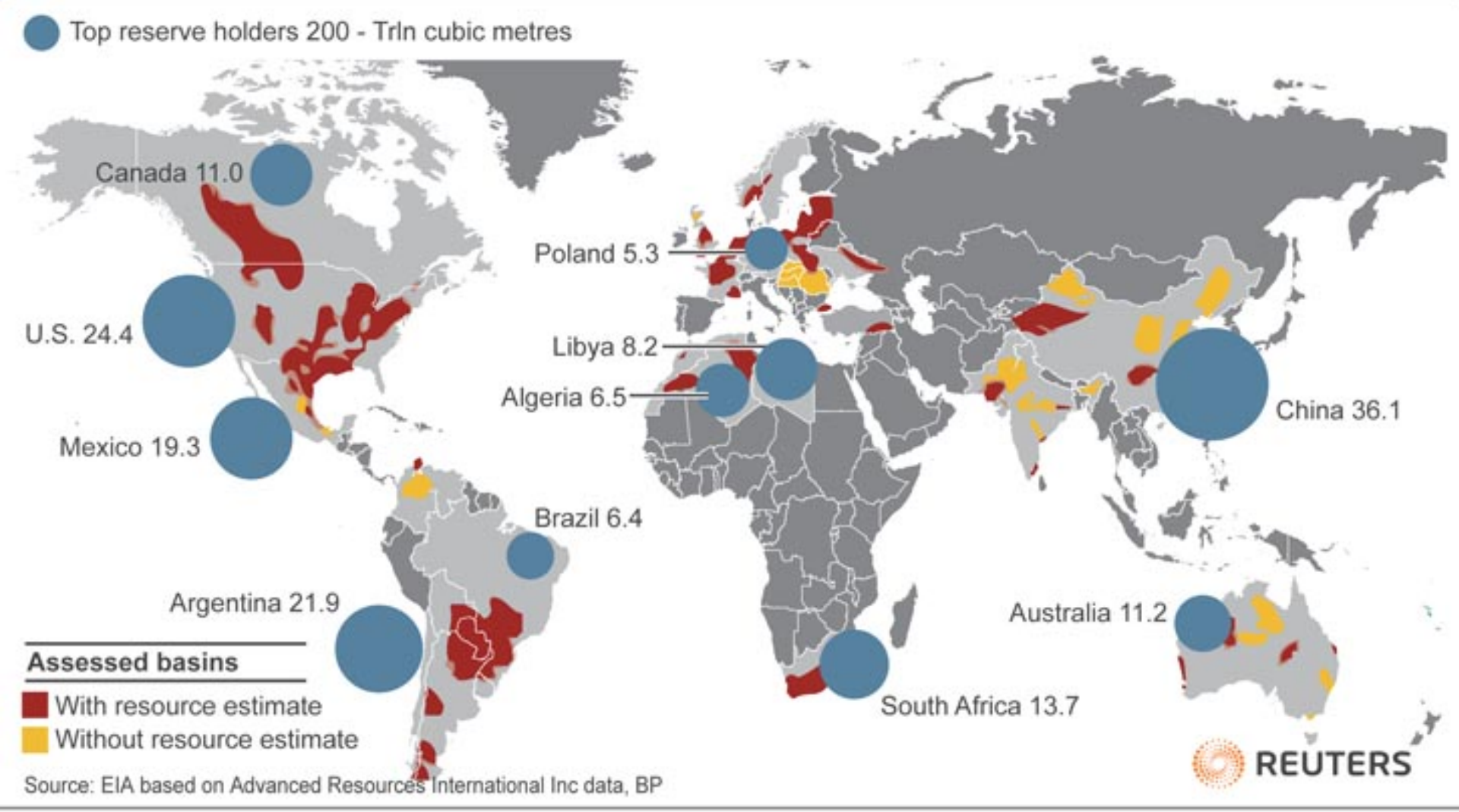
Vers un changement de nos habitudes ?



- ☑ Le CO_2 sera parmi nous pendant encore un long moment
- ☑ Il faut trouver et utiliser les moyens de capture
  - ☑ 1 génération : MEA (solvants)
  - ☑ 2 génération : adsorbants
  - ☑ 3 génération : membranes
- ☑ Le stockage géologique du CO_2 n'est qu'une solution temporaire
- ☑ Faut mettre en place la re-transformation de CO_2 en …

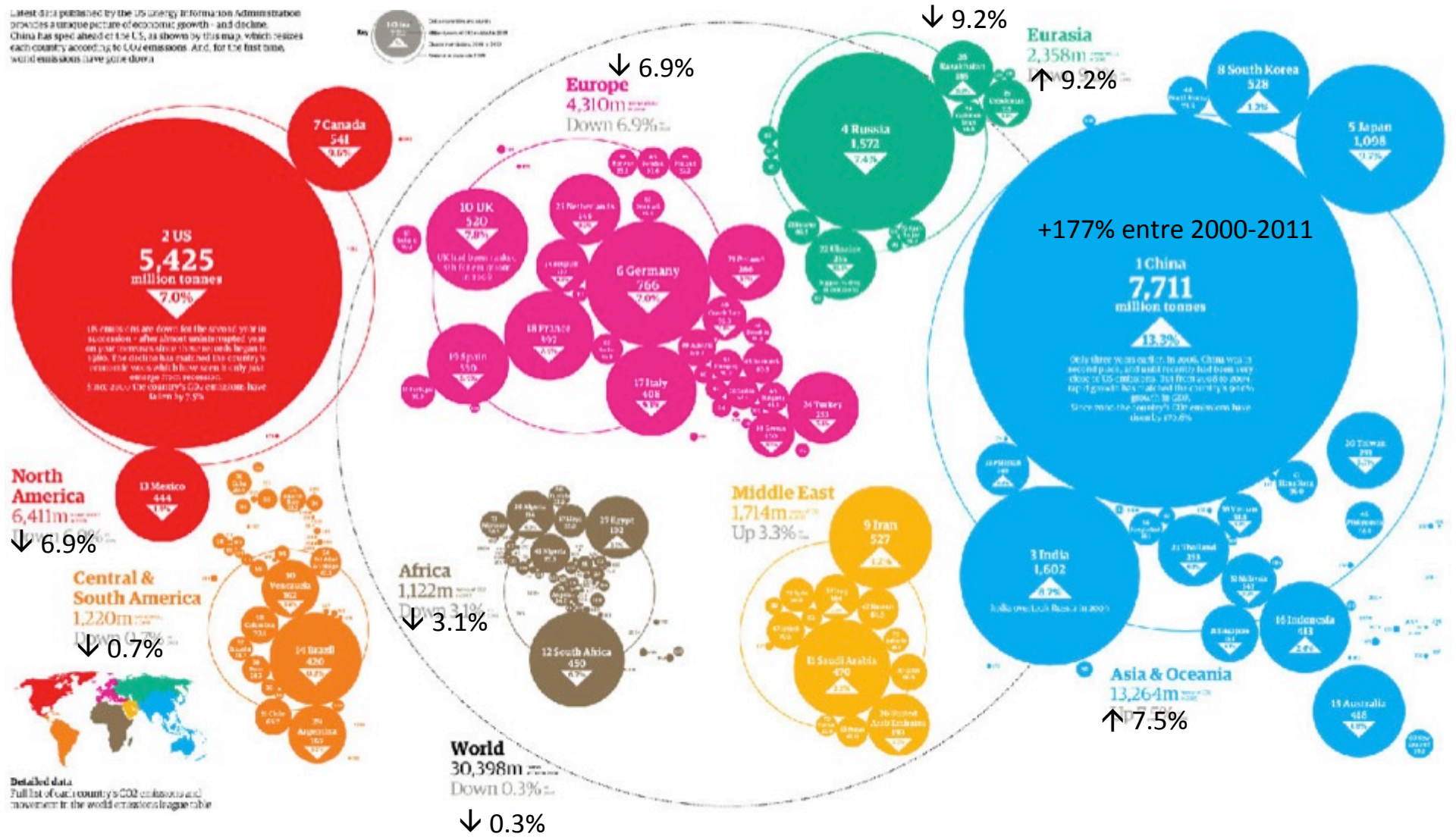
- ☑ Les solutions existent - c'est un problème purement politique

Global shale gas basins, top reserve holders

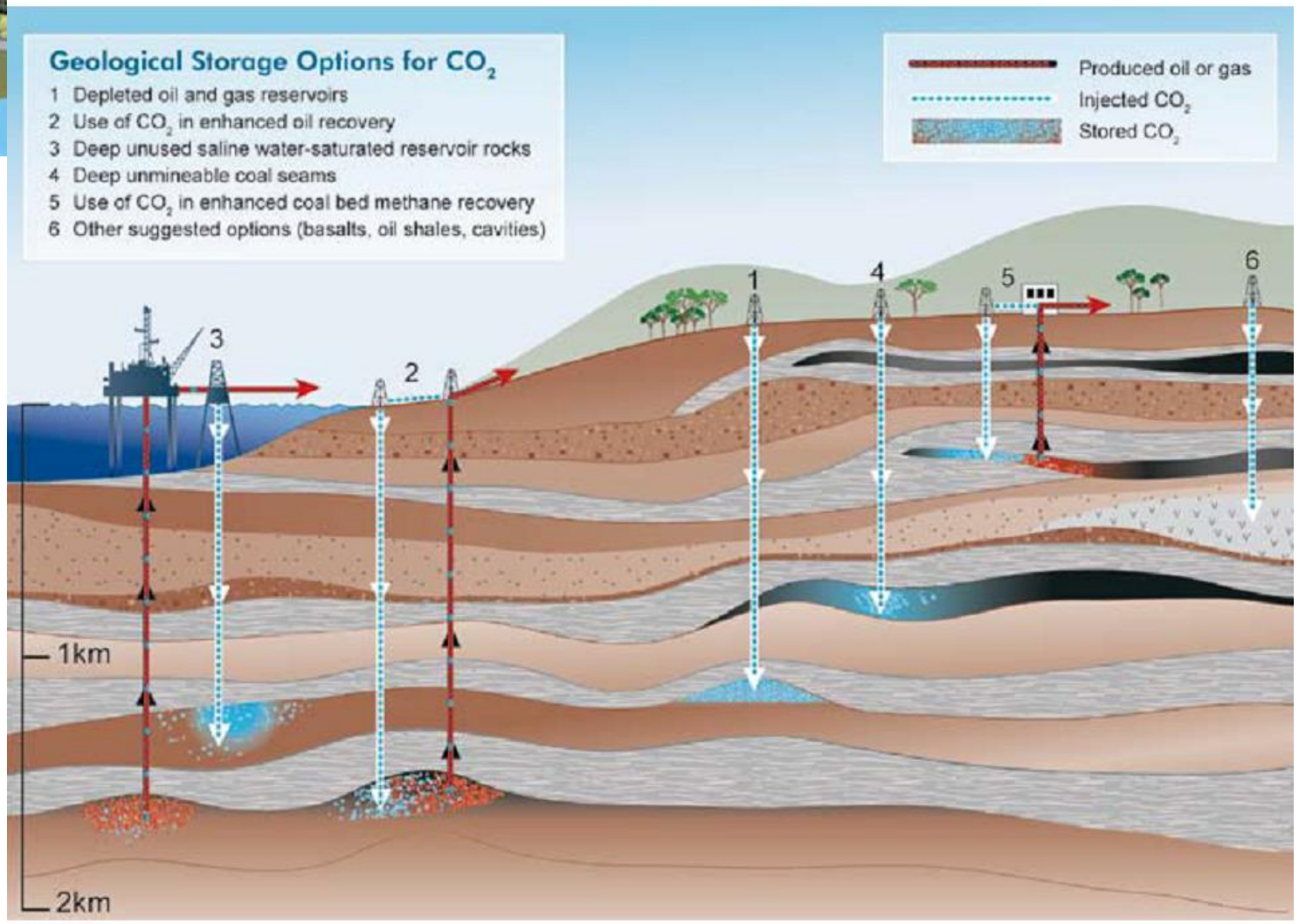


Reuters graphic/Catherine Trevethan

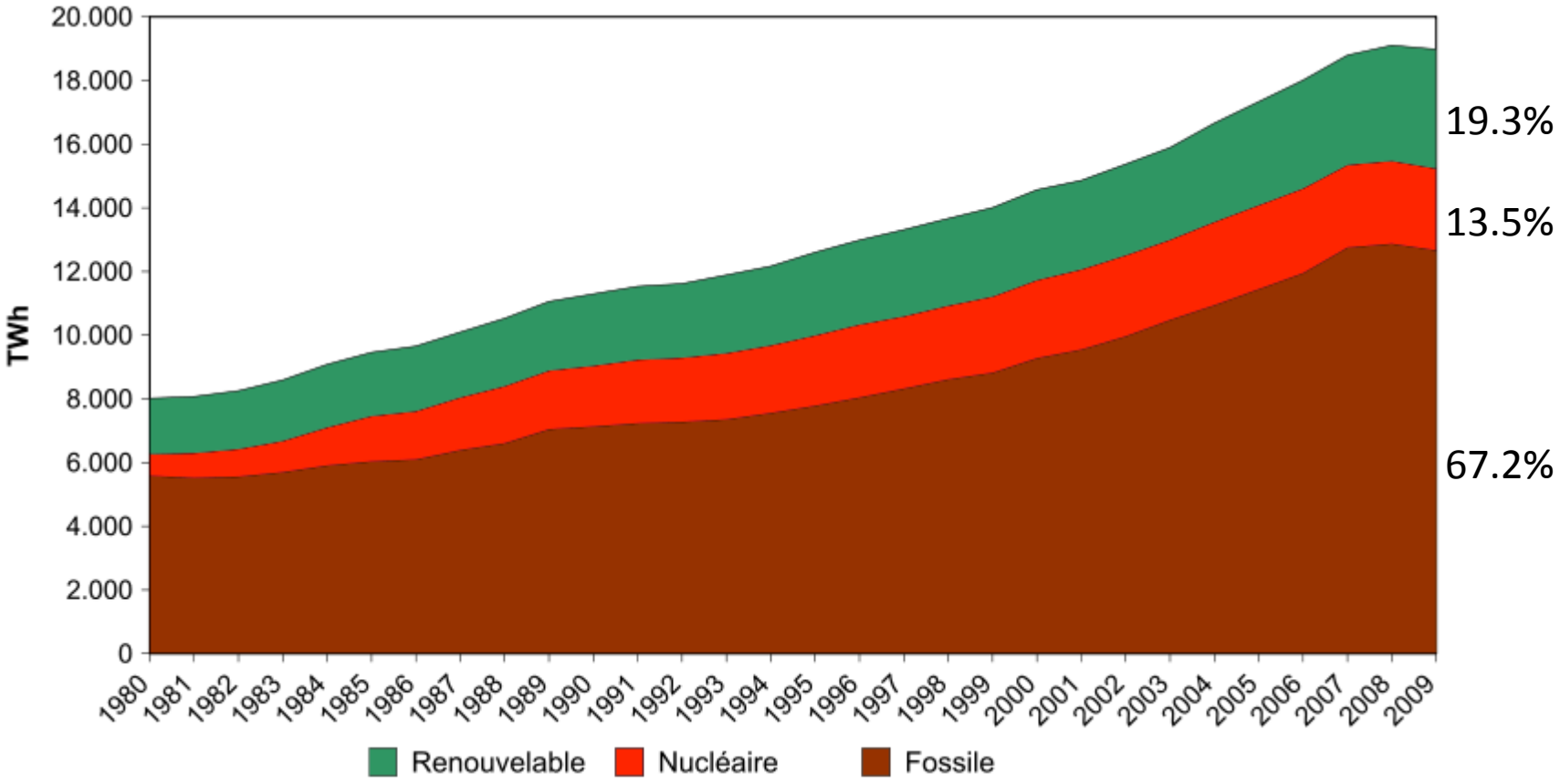
Atlas of world CO_2 emissions



Stocker le CO2

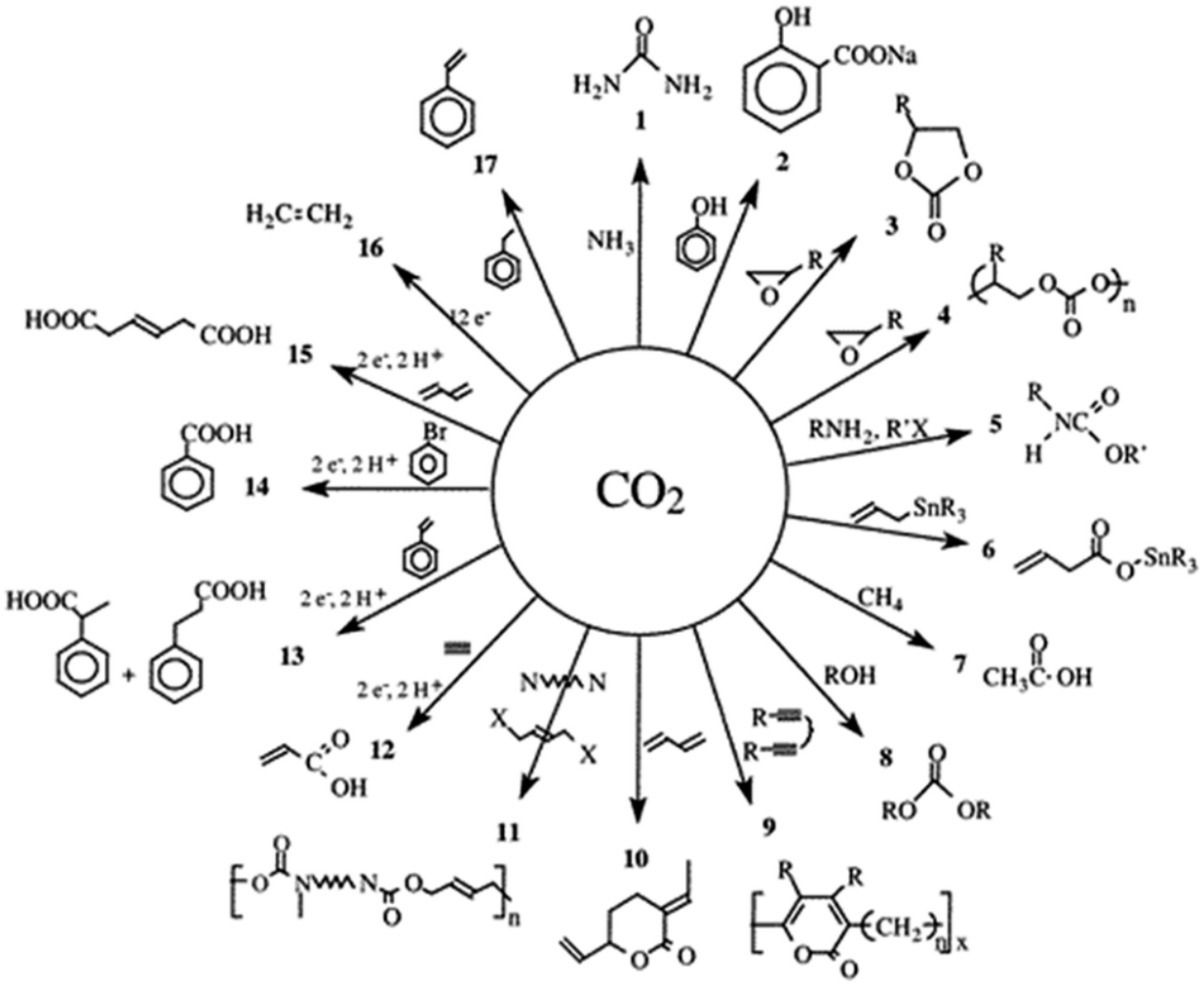


Production annuelle nette d'électricité dans le monde



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/76/Production_%C3%A9lectricit%C3%A9_dans_le_monde.svg/800px-Production_%C3%A9lectricit%C3%A9_dans_le_monde.svg.png

CO_2 transformation



8 Projets grand échelle (2011)

In Salah CO_2 Injection — Algeria

- ☑ In Salah is a fully operational onshore gas field with CO2 injection. CO2 is separated from produced gas and reinjected in the producing hydrocarbon reservoir zones. Since 2004, about 1 Mt/a of CO2 has been captured during natural gas extraction and injected into the Krechba geologic formation at a depth of 1,800m. The Krechba formation is expected to store 17Mt CO2 over the life of the project.

Sleipner CO_2 Injection — Norway

- ☑ Sleipner is a fully operational offshore gas field with CO2 injection initiated in 1996. CO2 is separated from produced gas and reinjected in the Utsira saline aquifer (800–1000 m below ocean floor) above the hydrocarbon reservoir zones. This aquifer extends much further north from the Sleipner facility at its southern extreme. The large size of the reservoir accounts for why 600 billion tonnes of CO2 are expected to be stored, long after the Sleipner natural gas project has ended.

Snøhvit CO_2 Injection — Norway

- ☑ Snøhvit is a fully operational offshore gas field with CO2 injection. The LNG plant is located onshore. CO2 is necessarily separated to produce liquefied natural gas(LNG) and then CO2 is injected in a saline aquifer below the hydrocarbon reservoir zones offshore at a rate of 700,000 t/a into the Tubåen sandstone formation 2,600 m under the seabed for storage.

Great Plains Synfuel Plant and Weyburn-Midale Project — Canada

- ☑ Weyburn-Midale is a coal gasification operation that produces synthetic natural gas and various petrochemicals from coal. This project captures about 2.8 Mt/a of CO2 from its coal gasification plant located in North Dakota, USA, transported by pipeline 320 km across the Canadian border and injects it into depleting oil fields in Saskatchewan where it is used for enhanced oil recovery (EOR).

Shute Creek Gas Processing Facility — USA

- ☑ Around 7 million tonnes per annum of carbon dioxide are recovered from ExxonMobil's Shute Creek gas processing plant in Wyoming, and transported by pipeline to various oil fields for enhanced oil recovery. This project has been operational since 1986.

Enid Fertilizer — USA

- ☑ The Enid Fertilizer plant sends 675,000 tonnes of CO2 to be used for EOR. The pipeline and wells are operated separately by Anadarko Petroleum.

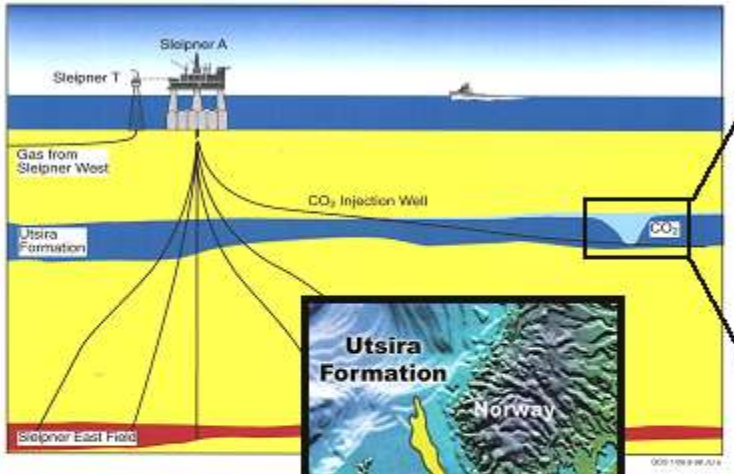
Val Verde Natural Gas Plants — USA

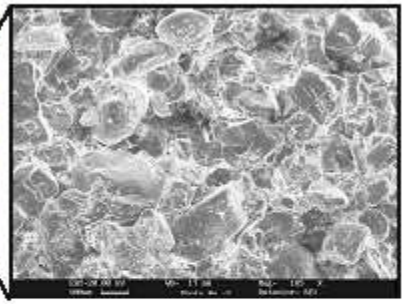
- ☑ CO2 from Mitchell, Gray Ranch, Puckett, and Turrell gas processing plants is transported via the Val Verde and CRC pipelines for EOR (incl. Sharon Ridge EOR field).

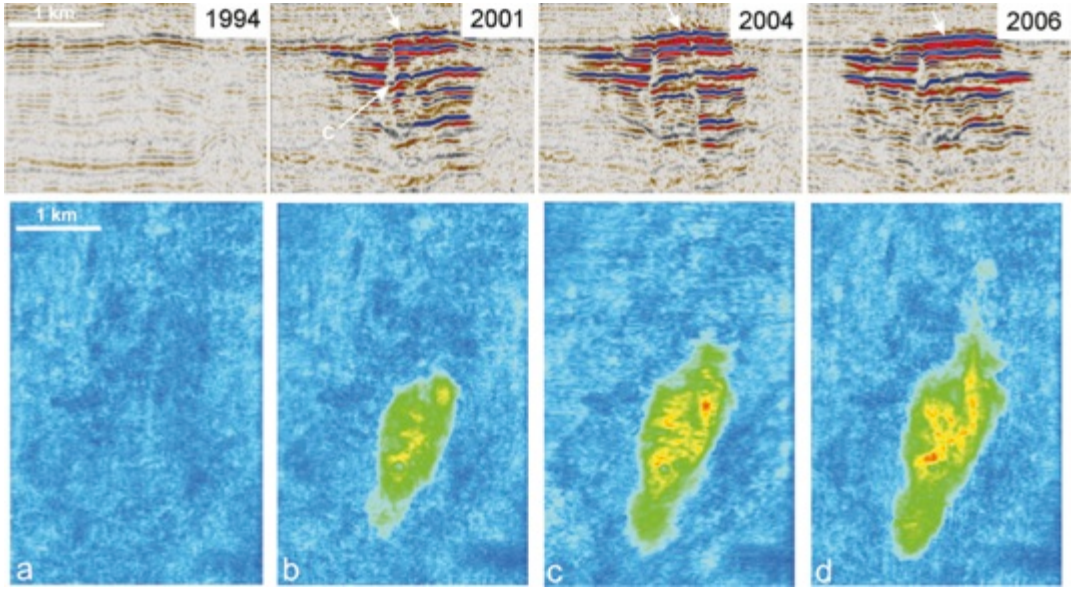
Century Plant — USA

- ☑ Occidental Petroleum, along with Sandridge Energy, is operating a West Texas hydrocarbon gas processing plant and related pipeline infrastructure that provides CO2 for use in EOR. With a total CO2 capture capacity of 8.5 Mt/a expected in 2012, the Century plant would be the largest single industrial source CO2 capture facility in North America.

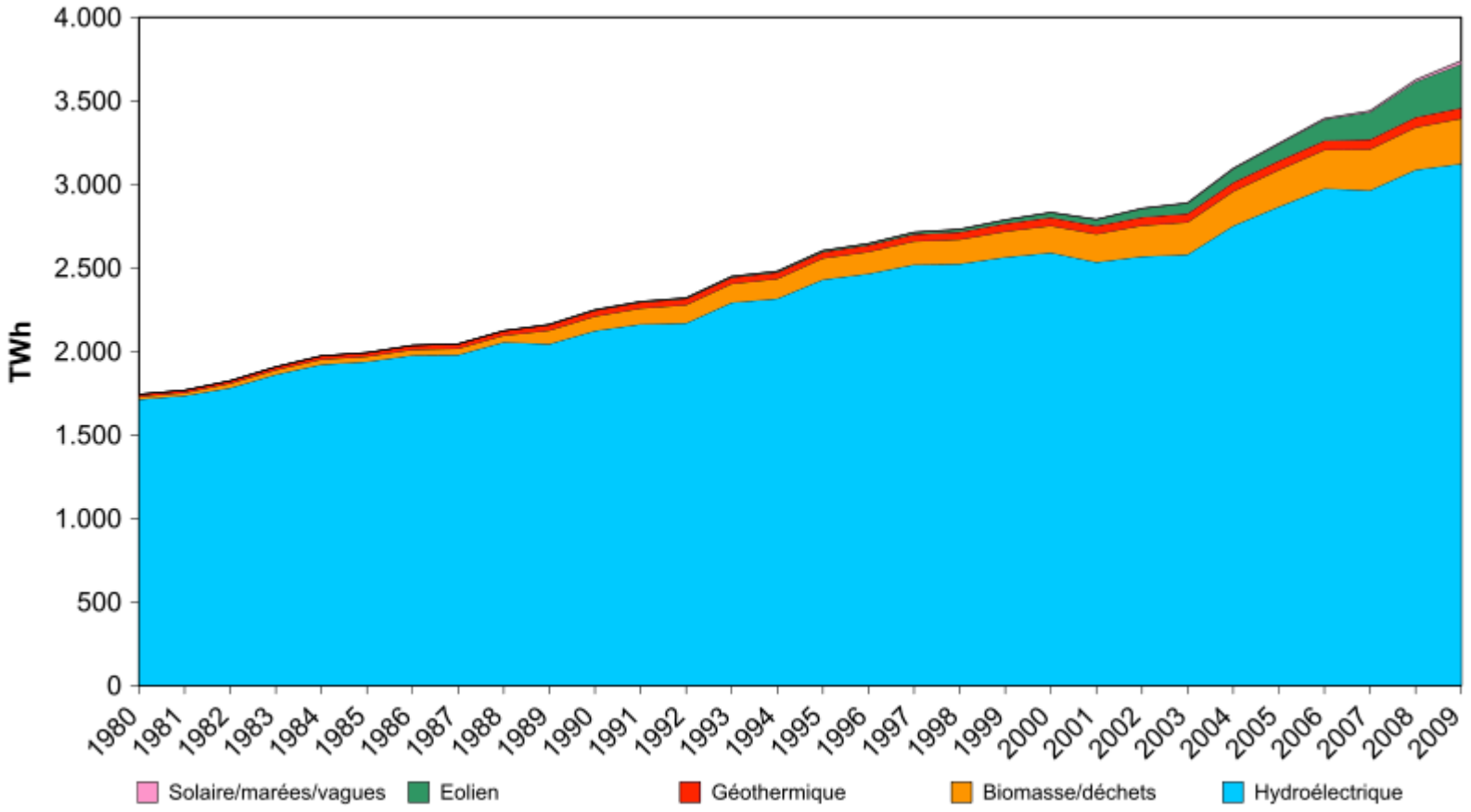
Sleipner CO_2 Injection — Norway







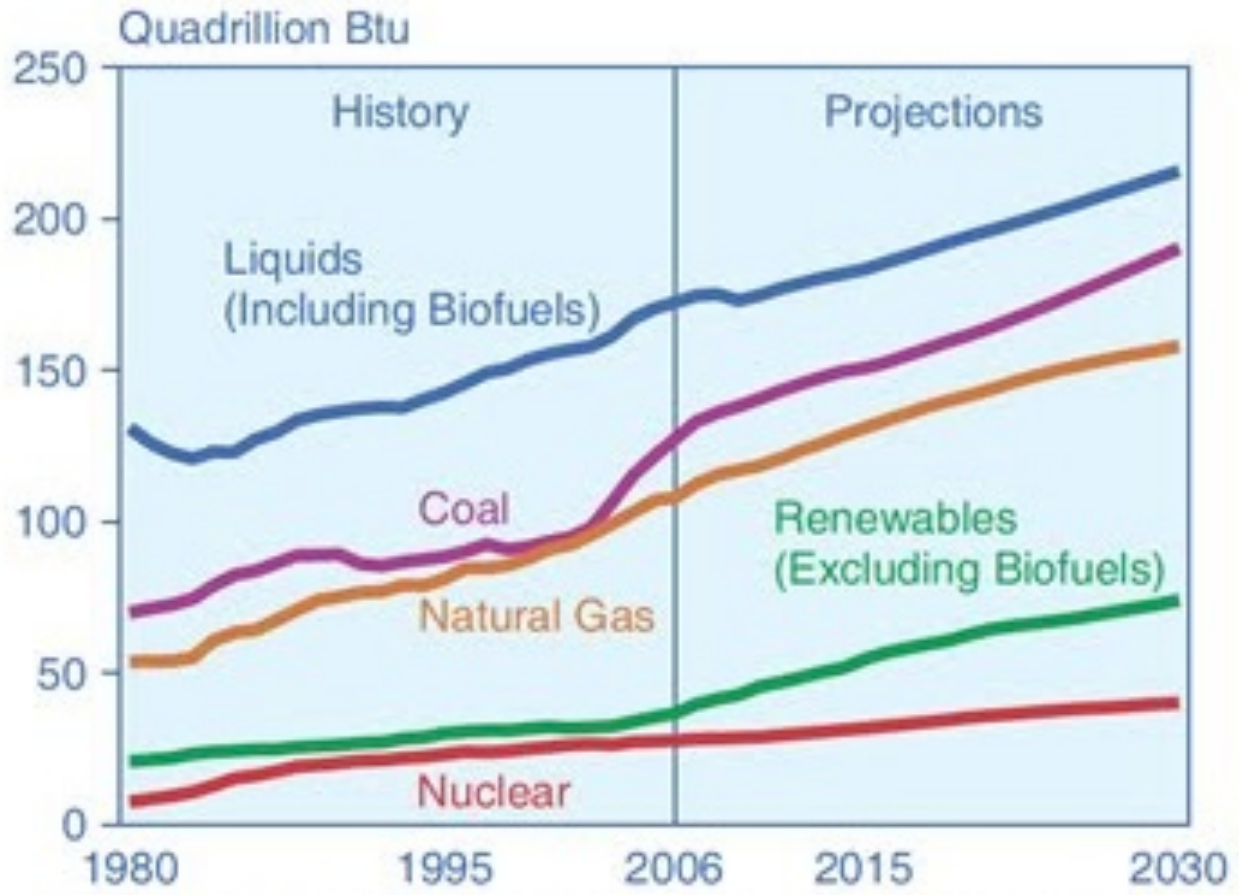
Production annuelle nette d'électricité par des énergies renouvelables dans le monde



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Production_%C3%A9lectricit%C3%A9_%C3%A9nergies_renouvelables_dans_le_monde.svg/800px-Production_%C3%A9lectricit%C3%A9_%C3%A9nergies_renouvelables_dans_le_monde.svg.png

- ☑ http://www.energethique.com/climat/captage_co2.htm
  - ☑ **L'oxycombustion** qui consiste à réaliser une combustion à l'oxygène pur et non pas à l'air pour obtenir des fumées concentrées en CO2 à 90 %. Avec le recyclage d'une partie du CO2 en substitution de l'azote de l'air, l'oxycombustion est bien adaptée à une remise à niveau (retrofit) d'une installation existante.
  - ☑ **Le captage pré-combustion** qui vise à extraire le CO2 à la source en transformant le combustible fossile avant usage en un gaz de synthèse. Ici, l'objectif est de capter le carbone avant combustion, lors du processus de fabrication du combustible : il est converti en entrée d'installation en gaz de synthèse, un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène. Le CO présent dans le mélange réagit avec l'eau au cours de l'étape de shift-conversion pour former du CO2 et de l'hydrogène. Le CO2 est alors séparé de l'hydrogène, lequel peut être utilisé pour produire de l'énergie (électricité et ou chaleur) sans émission de CO2.
  - ☑ *Pour chacune des 3 grandes voies de captage il y a donc, à un moment donné, une séparation gazeuse: N2/CO2 (post-combustion), O2/N2 (oxycombustion) et CO2/H2 (pré-combustion). On dispose de tout un ensemble de technologies de séparation gazeuse. Certaines existent à l'échelle industrielle, d'autres ne sont disponibles qu'au laboratoire et nécessitent la réalisation de démonstrateurs. Toutes font encourir une pénalité énergétique qu'il faut réduire*

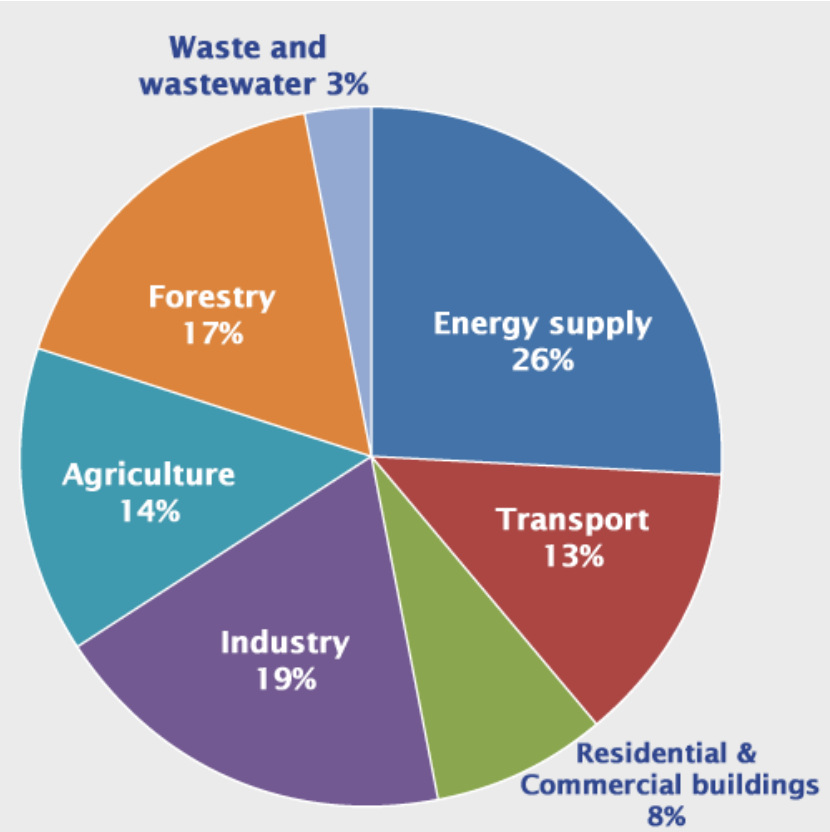
Energie par source



Sources: **History:** Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2006* (June-December 2008), web site www.eia.doe.gov/iea. **Projections:** EIA, World Energy Projections Plus (2009).

D'où vient le CO_2 ?

- ☑ Batiments
  - ☑ Meilleur construction (concept, matériaux …)
  - ☑ meilleur gestion de la régulation en température
- ☑ Transport
  - → vers les voitures électriques
  - → voiture à pile à combustible
  - → une *vrai* politique de transport en commun
- ☑ Industrie / Energie
  - ☑ cimenteries
  - ☑ aciérie
  - ☑ centrales thermiques → 10^9 T CO_2/an/US
    - ☑ 10-20% dans l'air
    - ☑ 500-1000 kg CO_2/MWh

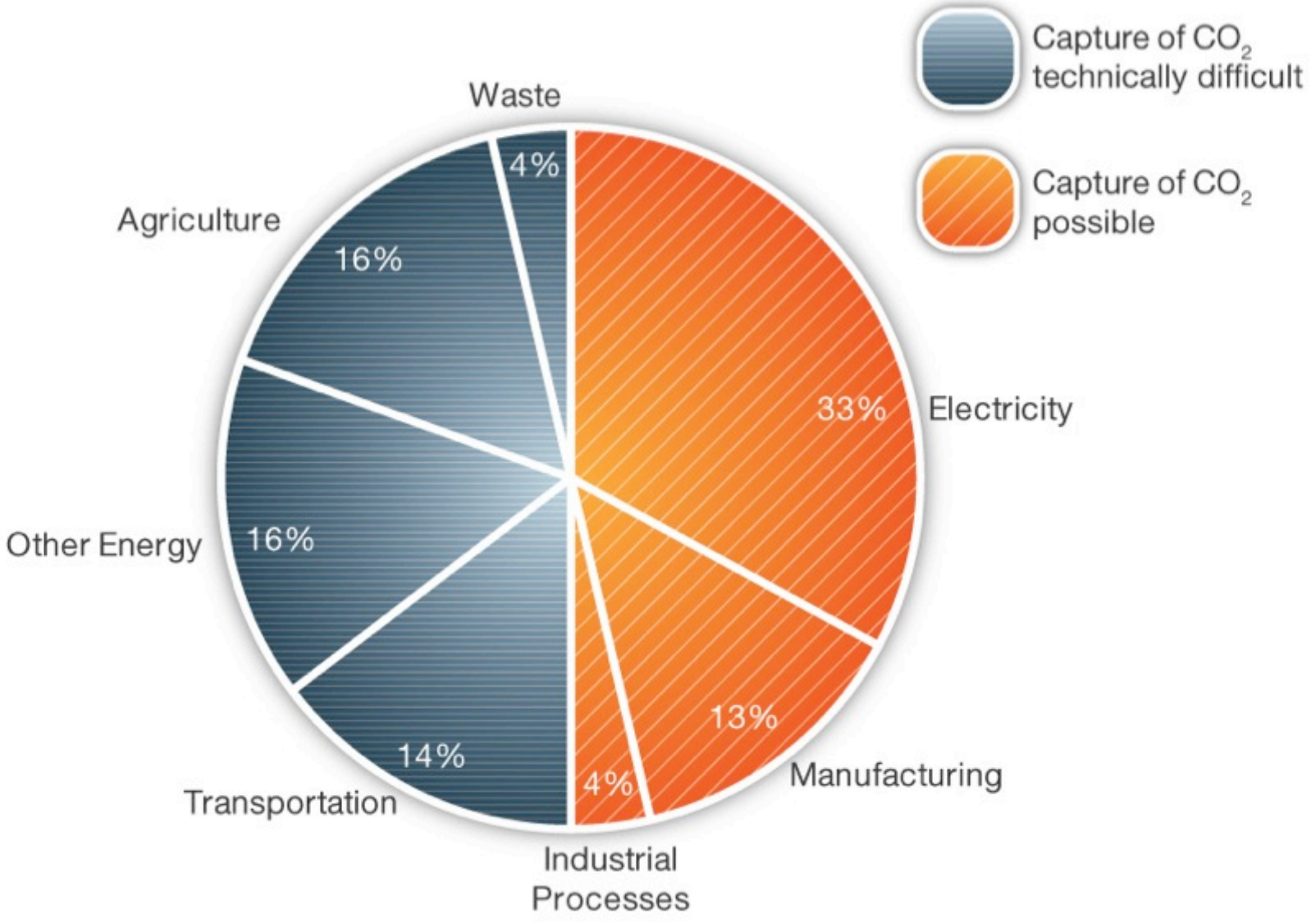


Global Greenhouse Gas Emissions by Source
http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html

Comment capter le CO2

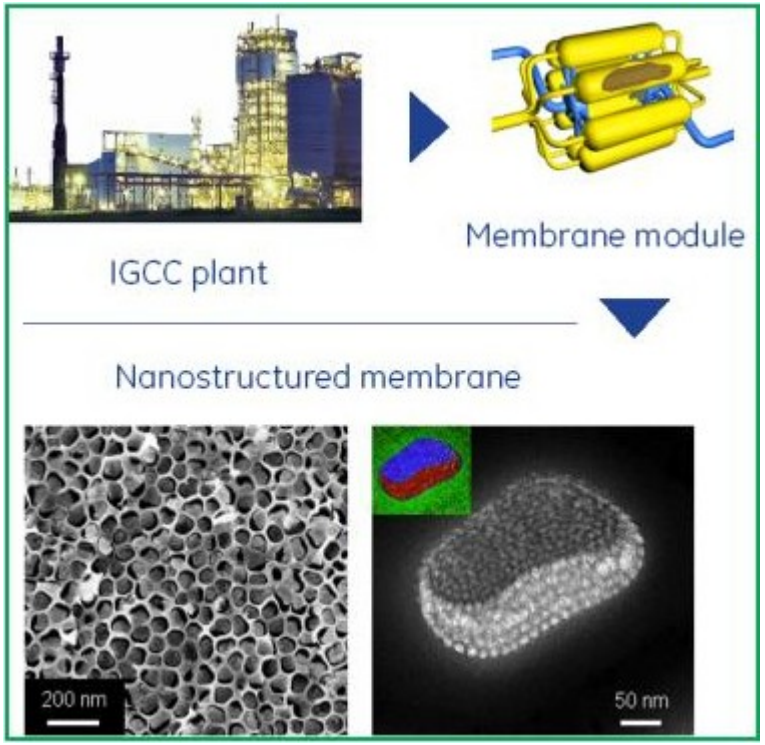
- ☑ Absorption par des **solvants**
  - ☑ Technologie connu depuis 60 ans
  - ☑ Solution de ***mono-ethanol amine***
  - ☑ déjà utilisé parfois
    - ☑ Centrale Charbon (Warrior Run, US)
      → 1520 T/j
  - ☑ Augmentation du prix de l'électricité par ≈ 35-50%
    - ☑ pbm de corrosion
  - ☑ Recherche ….

% emission par type de source (Australie)

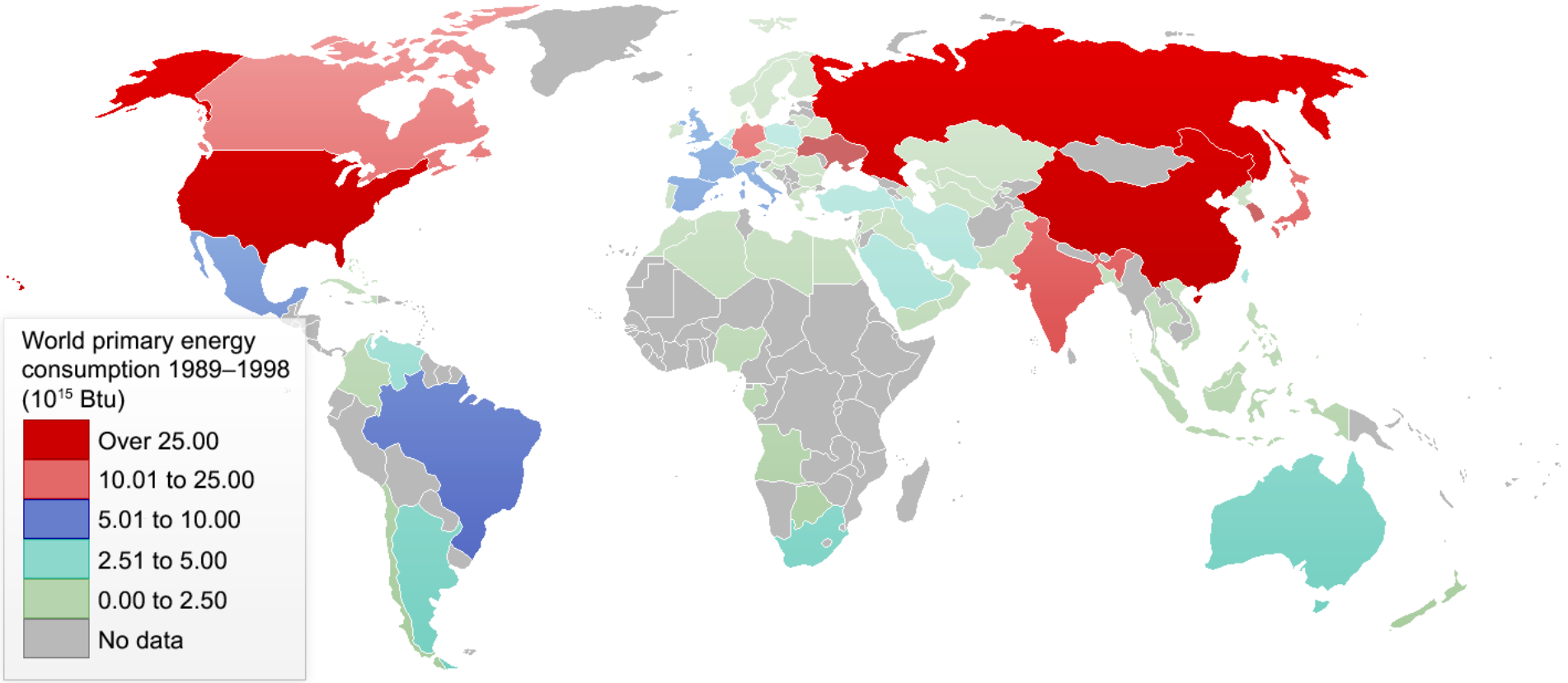


Comment capter le CO2

- ☑ Membranes
  - ☑ Semble le solution le moins cher
  - ☑ .. Mais c'est le plus loin de l'application
  - ☑



La consommation d'énergie dans le monde ..




Cretaceous-Tertiary Shale Gas Play
Jurassic Shale Gas Play
Upper Paleozoic Shale Gas Play
Lower Paleozoic Shale Gas Play