

**PARTIE 1 (présentée)**  
**COP 28/29 (transition énergétique)**



# COP 28/29 (transition énergétique)

## Recueil de communications du séminaire COP28 (20/10/2023)

- Opportunité de poursuivre ces démarches pour la COP29.
- Dans l'affirmative : nature des démarches, calendrier et financement.

# COP 28/29 (transition énergétique)

## Recueil de communications du séminaire COP28 (20/10/2023)

Travail toujours en cours ! (avancement 50%)

- Actions : intervenants (et à défaut PP ?)

## Manuel transition à destination du complexe du carbone fossile

- Qui est volontaire ?

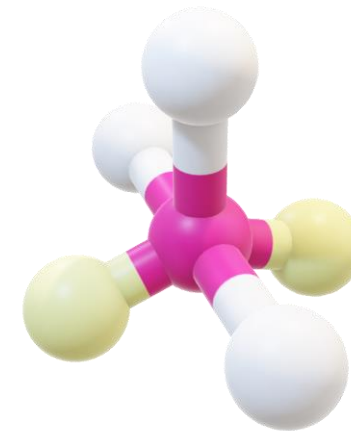
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

### 1. Objet de la journée du 20 octobre 2023

Comment mettre en œuvre les recommandations ACP Energies de octobre 2022 ?

- Internaliser au sein du Complexe du Carbone Fossile la gestion du cycle géologique du carbone
- Substituer des bio-énergies aux énergies fossiles



# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

### Discussion / synthèse

#### Proposition n°1

Chaque acteur du « Complexe du Carbone Fossile » doit adopter sans attendre une posture de « Neutralité Géologique en Carbone » \*

#### Proposition n°2

L'usage des énergies bio-carbonées doit être fortement développé pour diminuer les concentrations de carbone atmosphérique et inciter les consommateurs à s'éloigner des énergies fossiles

#### Proposition n°3 (Conséquence écologique de la proposition n°2)

Les cycles énergétiques anthropiques peuvent et doivent être insérés dans les cycles énergétiques carbonés naturels, ce qui résultera en une diminution progressive des besoins en énergies fossiles

#### Proposition n°4

Le financement des pays émergents à faible passif carbone doit être adapté à leur situation



# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

## 2. Rappel de quelques concepts

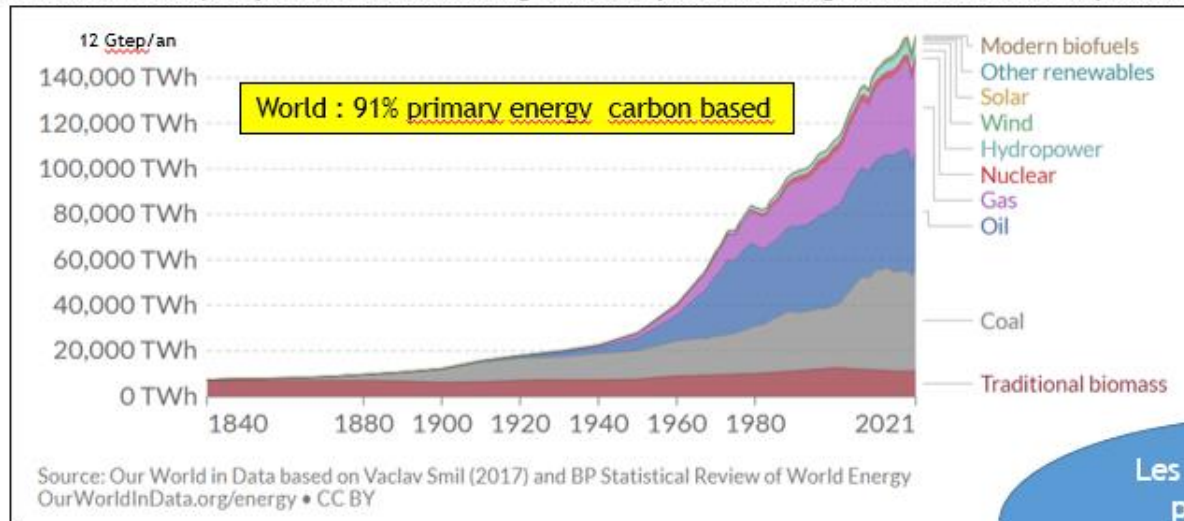
- Dépendance aux énergies carbonées

### Situation historique et principe de réalité

### Situation actuelle

Plus de 91% des énergies primaires utilisées par l'homme sont carbonées et d'origine biologique.

A l'échelle mondiale, chaque nouvelle source d'énergie vient s'empiler sur les énergies existantes au lieu de s'y substituer



Energies primaires = 91% carbonées

- 10% de bioénergies
- 81% d'énergies carbonées fossiles

Les énergies primaires  
proviennent pour  
l'essentiel de biomasse  
fossilisée ou actuelle

# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

### 2. Rappel de quelques concepts

- Bioénergies : pourquoi ?

=> Chaines énergétiques H<sub>2</sub> modularisables à façon !

### Biomasse = Vecteur d'Hydrogène

#### RAPPEL

Teneur en hydrogène (% poids) de liquides les plus riches en hydrogène  
En conditions ambiantes

- Hydrocarbures (alcanes C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>)
  - 14.2% à 16.8% H<sub>2</sub> (\*)
- Alcools (méthanol CH<sub>3</sub>OH, éthanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH )
  - 12.5% à 13% H<sub>2</sub>

Méthane = 25% H<sub>2</sub>

(\*) liquides ou solides pour n>=5

gazeux sinon avec 17% à 25% pour C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (butane) à CH<sub>4</sub> (méthane)

Une vérité qui dérange : les vecteurs carbonés que sont le méthane, certains hydrocarbures ou liquides organiques (alcools) sont les meilleurs vecteurs d'hydrogène !

#### Pour mémoire

Eau H<sub>2</sub>O

- 11% H<sub>2</sub>

Ammoniac NH<sub>3</sub> (gaz)

- 17.5% H<sub>2</sub>  
(liquide sous -33°C)

Thermodynamiquement, il est 7 fois plus facile de dissocier l'hydrogène du carbone que de l'oxygène (électrolyse eau)



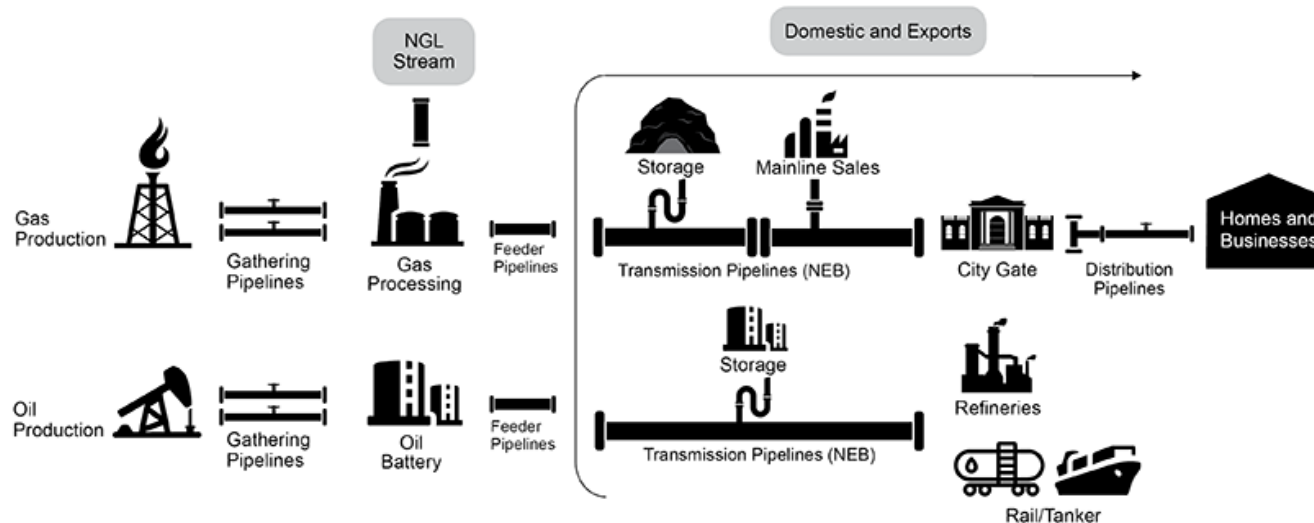
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

## 2. Rappel de quelques concepts

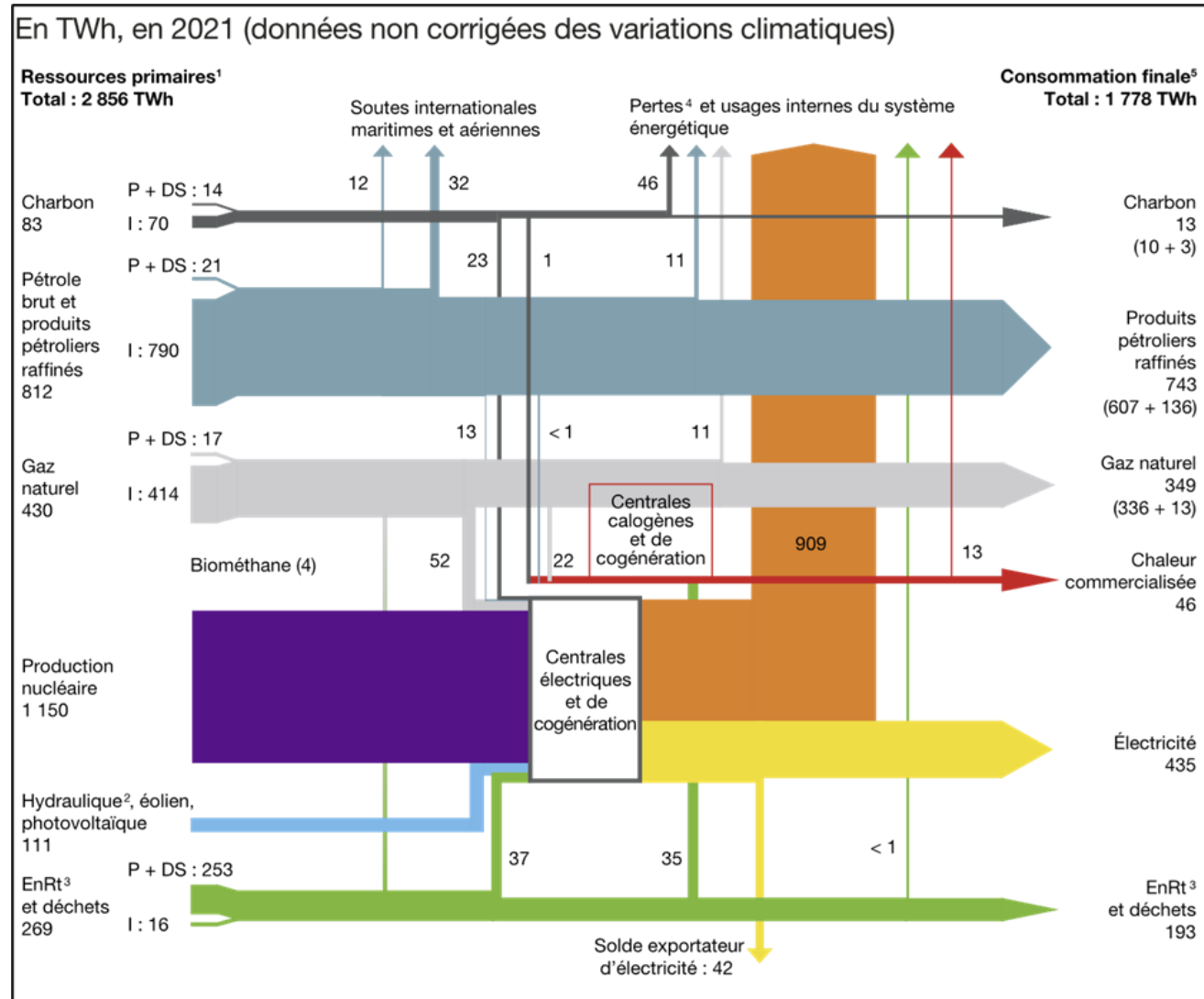
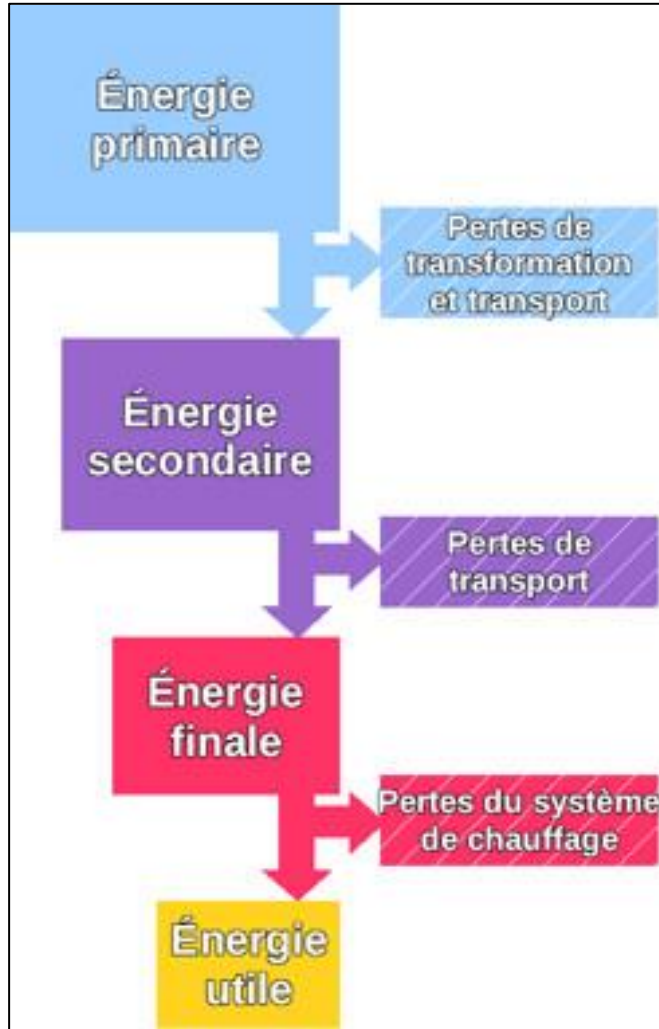
- Complexe du Carbone Fossile
  - Acteurs en présence
    - Etats producteurs, **opérateurs pétroliers**, **transport**, **raffinage**, **distribution**, **consommateurs/utilisateurs**, états consommateurs, banques, organismes financiers
    - Chaîne
    - Maillon





## 2. Rappel de quelques concepts

- Chaines énergétiques = fortes déperditions (70%) dans l'approvisionnement des machines et autres dispositifs énergétiques à l'échelle mondiale



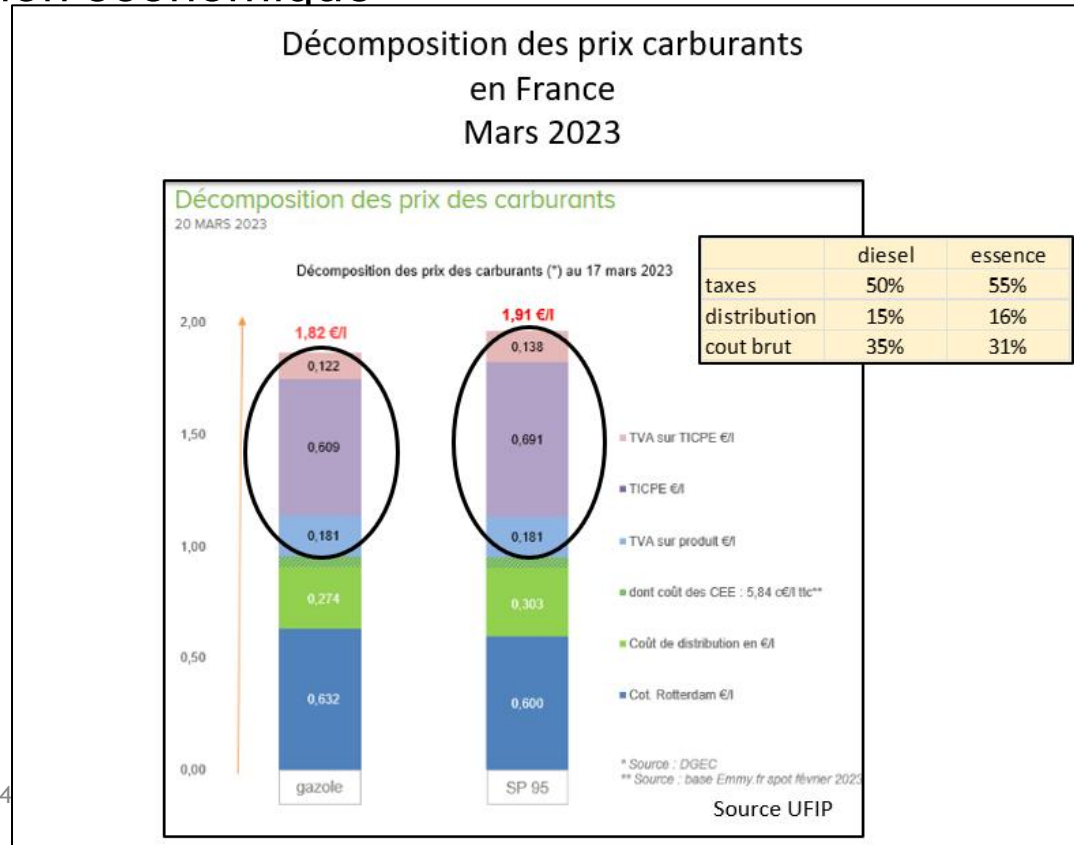
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

## 2. Rappel de quelques concepts

- Complexe du Carbone Fossile
  - Traduction économique



En France, la moitié du prix des carburants consiste en des prélèvements fiscaux au bénéfice des l'administration française et européenne.  
L'autre moitié du prix concerne la chaine de production/transport/raffinage/distribution et les redevances pétrolières au pays producteur.

Le CCS, dont le cout est de quelques dizaines de centimes d'euros, pourrait être pris en charge à parts égales par ces 3 classes d'acteurs.

Il en résulterait une érosion de leurs marges mais leur activité ne serait pas mise pour autant en péril !

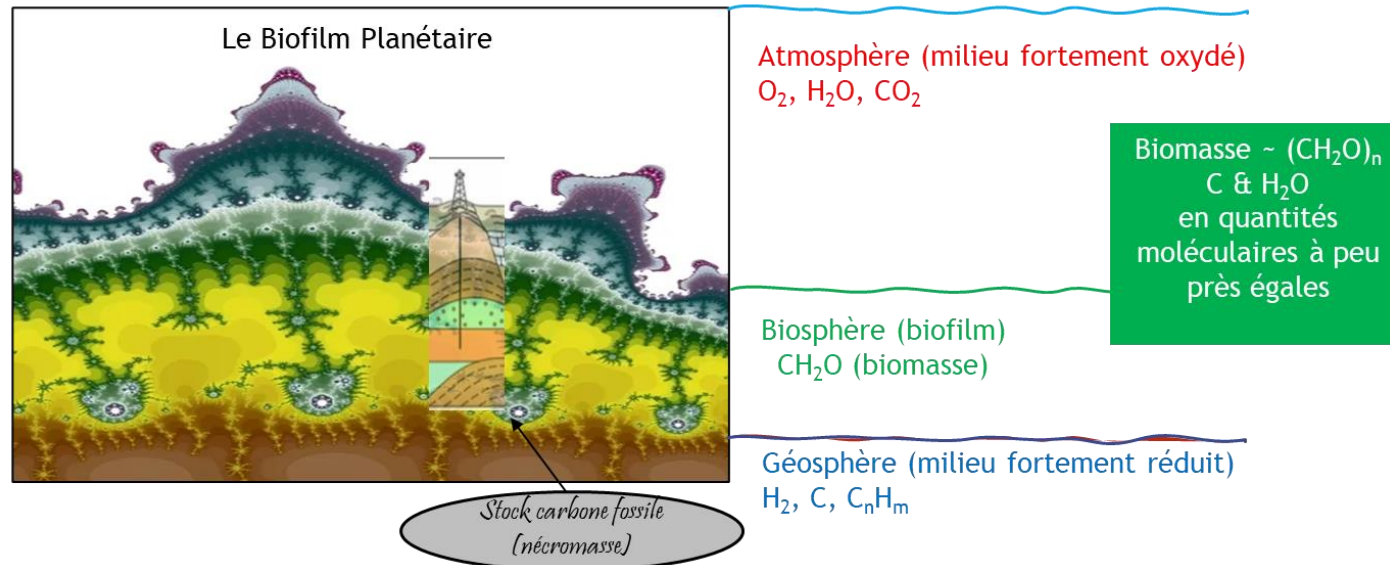
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Biosphère, biomasse

Notre vie et l'activité économique des sociétés se déroulent au sein d'un biofilm planétaire(\*), qui se développe de la cime des arbres jusqu'à plusieurs km de profondeur sous la surface terrestre



(\*) espace régénératif multifractal de dimension inférieure à 3 que les géométries newtoniennes des économistes ne savent pas encore bien modéliser

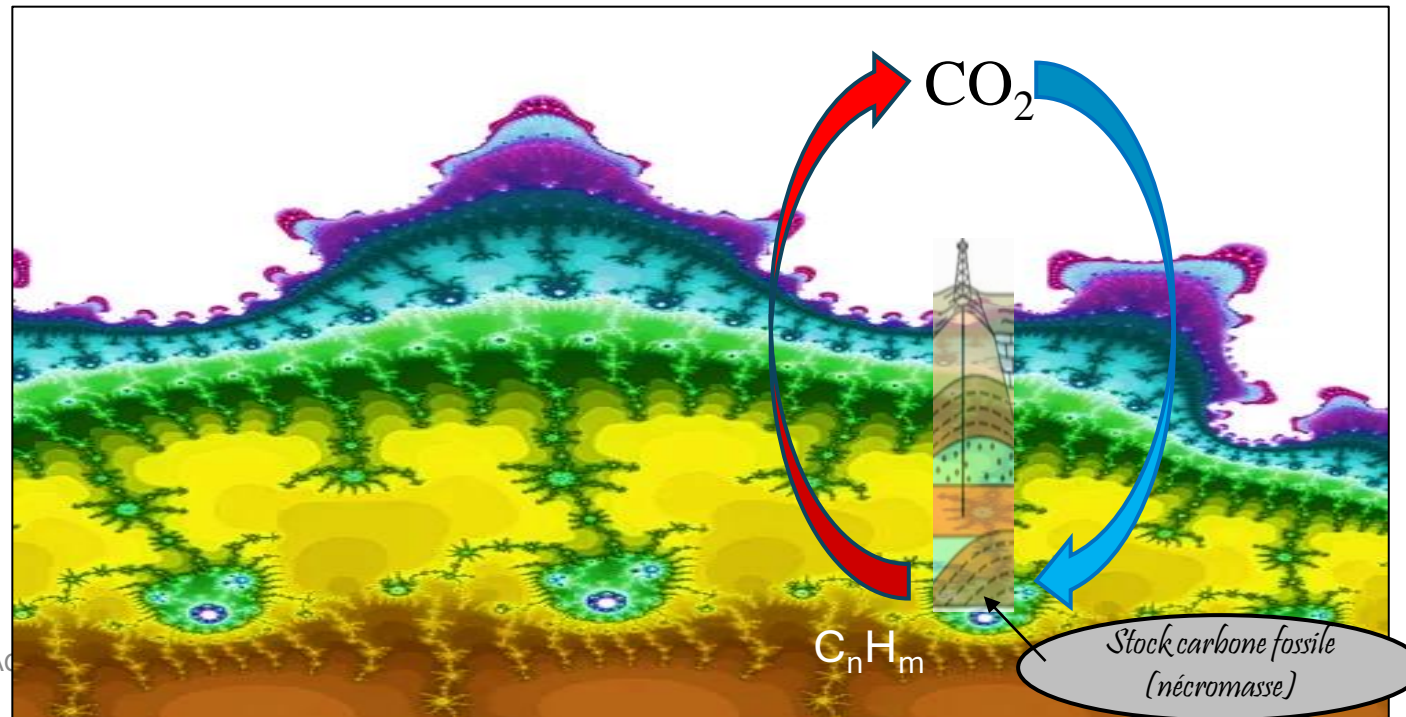
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

### 2. Rappel de quelques concepts

- Neutralité Géologique en Carbone : définition
  - Chaque flux de carbone fossile extrait à des fins énergétiques doit être compensé par un flux équivalent de séquestration géologique du carbone



AG AC

# FORUM DECARBONATION 2023

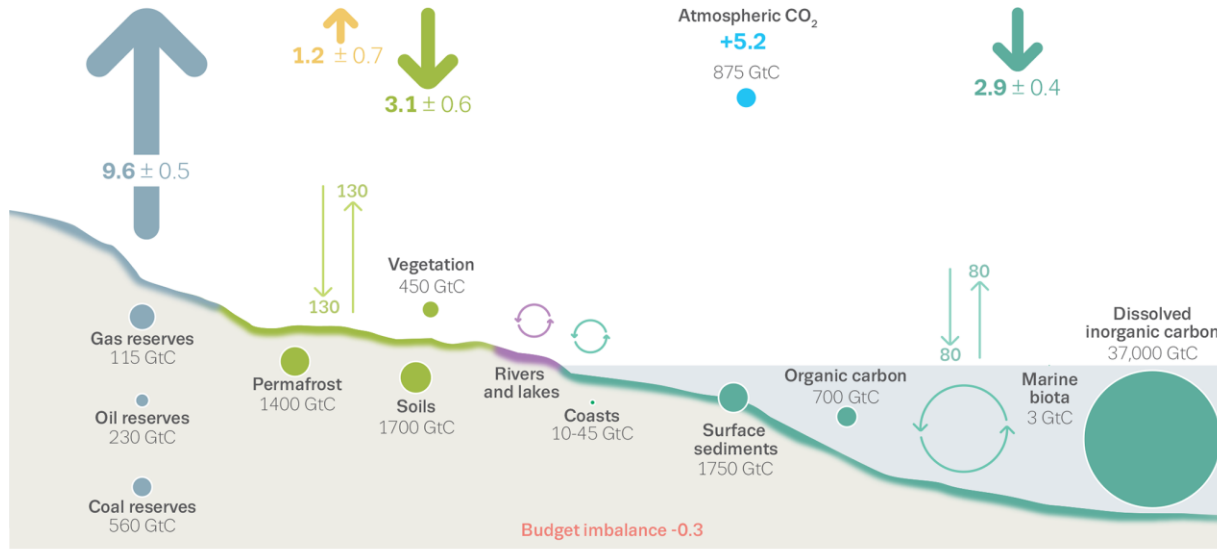
## Gestion du cycle long du carbone

### Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Cycle du carbone et émissions carbone fossile

Les océans, avec un stock de biomasse de 3 GtC retirent presque autant de carbone de l'atmosphère (50 GtC/an) que les surfaces terrestres (60 GtC/an) qui ont un stock de 500 GtC. Ceci s'explique par une meilleure efficacité des algues et du phytoplancton, qui ont par ailleurs une bien plus courte durée de vie que les végétaux terrestres. Ceci est à mettre en rapport avec des émissions issues des énergies fossiles de 10 GtC/an. Une des voies les plus prometteuses pour accélérer le retrait du carbone atmosphérique est donc le développement de systèmes d'algues côtiers et marins.

### The global carbon cycle



Anthropogenic fluxes 2012-2021 average GtC per year

- ↑ Fossil CO<sub>2</sub> E<sub>FOS</sub>
- ↓ Land uptake S<sub>LAND</sub>
- ↑ Land-use change E<sub>LUC</sub>
- ↓ Ocean uptake S<sub>OCEAN</sub>
- ↑ Carbon cycling GtC per year
- Stocks GtC
- + Atmospheric increase G<sub>ATM</sub>
- Budget Imbalance B<sub>IM</sub>

436 Gt total  
Cfossile emis  
depuis 1750

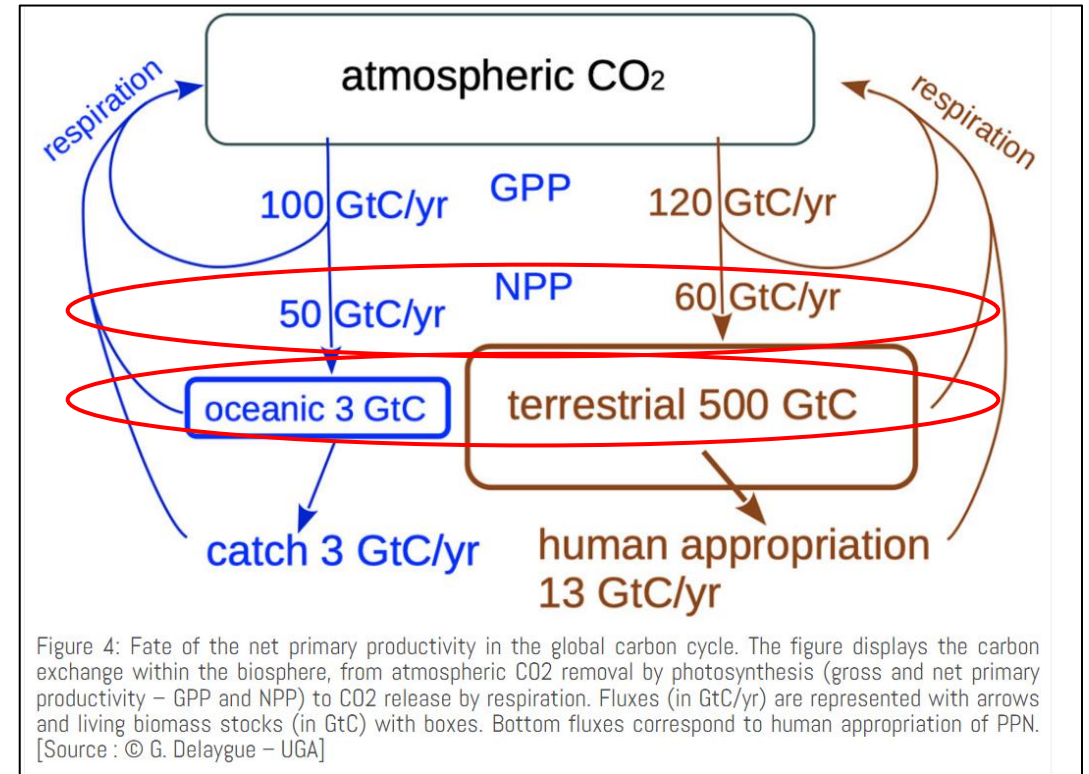


Figure 4: Fate of the net primary productivity in the global carbon cycle. The figure displays the carbon exchange within the biosphere, from atmospheric CO<sub>2</sub> removal by photosynthesis (gross and net primary productivity – GPP and NPP) to CO<sub>2</sub> release by respiration. Fluxes (in GtC/yr) are represented with arrows and living biomass stocks (in GtC) with boxes. Bottom fluxes correspond to human appropriation of PPN. [Source : © G. Delaygue – UGA]

# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

## 2. Rappel de quelques concepts

- Neutralité Géologique en Carbone : mise en œuvre au sein d'une chaîne
  - Chaque chaîne doit être géologiquement neutre en carbone
  - Chaque maillon de chaque chaîne doit s'impliquer dans la neutralité géologique
    - En gérant lui-même le carbone fossile qu'il produit ou acquière
    - En demandant à des tiers de le faire pour lui
    - En transmettant cette obligation au maillon aval
    - A défaut le consommateur final doit payer une taxe qui permet à son état de le gérer à sa place



# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

## 2. Rappel de quelques concepts

### **Initiative « Geological Net Zero » « Neutralité Géologique en Carbone »**

Suivre et gérer physiquement et territorialement les flux de carbone fossile(\*) afin de séquestrer géologiquement des flux équivalents, si possible dans les mêmes territoires

=>impliquer dans la gestion du carbone fossile tous les maillons des chaînes {producteur->consommateur} d'énergies fossile

(\*)au lieu de le virtualiser dans des comptabilités qui in fine le laissent fuir dans l'atmosphère

# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (1/2)

### 2. Rappel de quelques concepts

- Neutralité Géologique en Carbone : moyens physiques et industriels d'y arriver
  - Carbon capture and storage (CCS)
    - Points source d'émissions
    - 40 à >200 USD/t CO<sub>2</sub> séquestré géologiquement
    - Opérationnalité à l'échelle nécessaire (plusieurs Gt CO<sub>2</sub>/an ) questionnée
  - Carbon Dioxide Removal (CDR)
    - Carbone atmosphérique (diffus 0.042%)
      - Moyen artificiel : Direct Air Capture (>200 US\$/t CO<sub>2</sub>)
      - Moyens naturels : photosynthèse continentale et océanique, réactions de carbonatation naturelle,  
dissolution CO<sub>2</sub> dans les océans ... (0 à 10 US\$/t CO<sub>2</sub>)
    - Plusieurs dizaines de Gt CO<sub>2</sub>/an





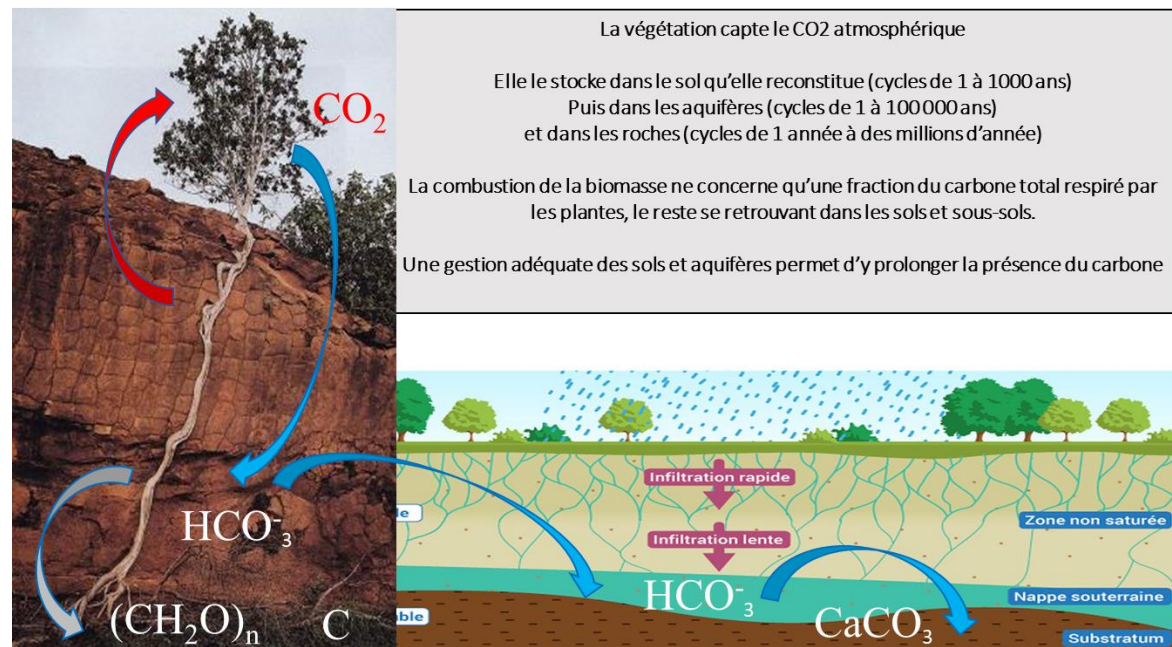
# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Capture et séquestration du carbone (surfaces émergées)

2/ C'est le meilleur (le seul ?) moyen de faire baisser le taux de carbone atmosphérique à l'échelle et dans les délais requis (1/2)

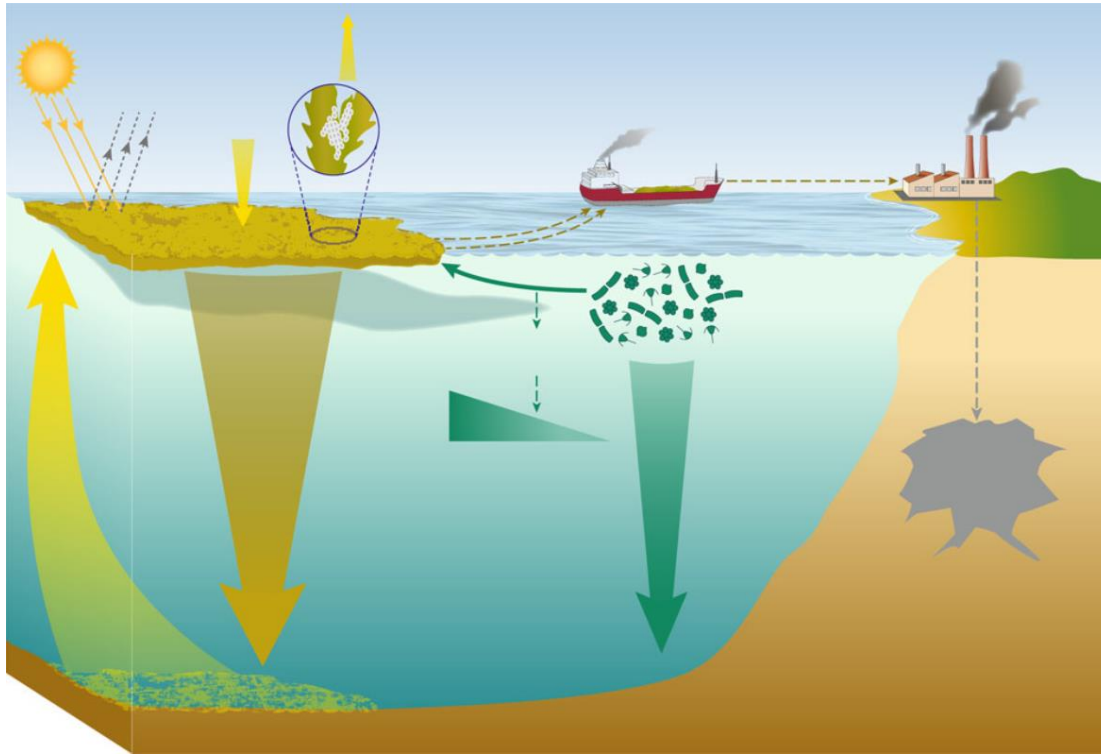


# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Capture et séquestration du carbone (océans)

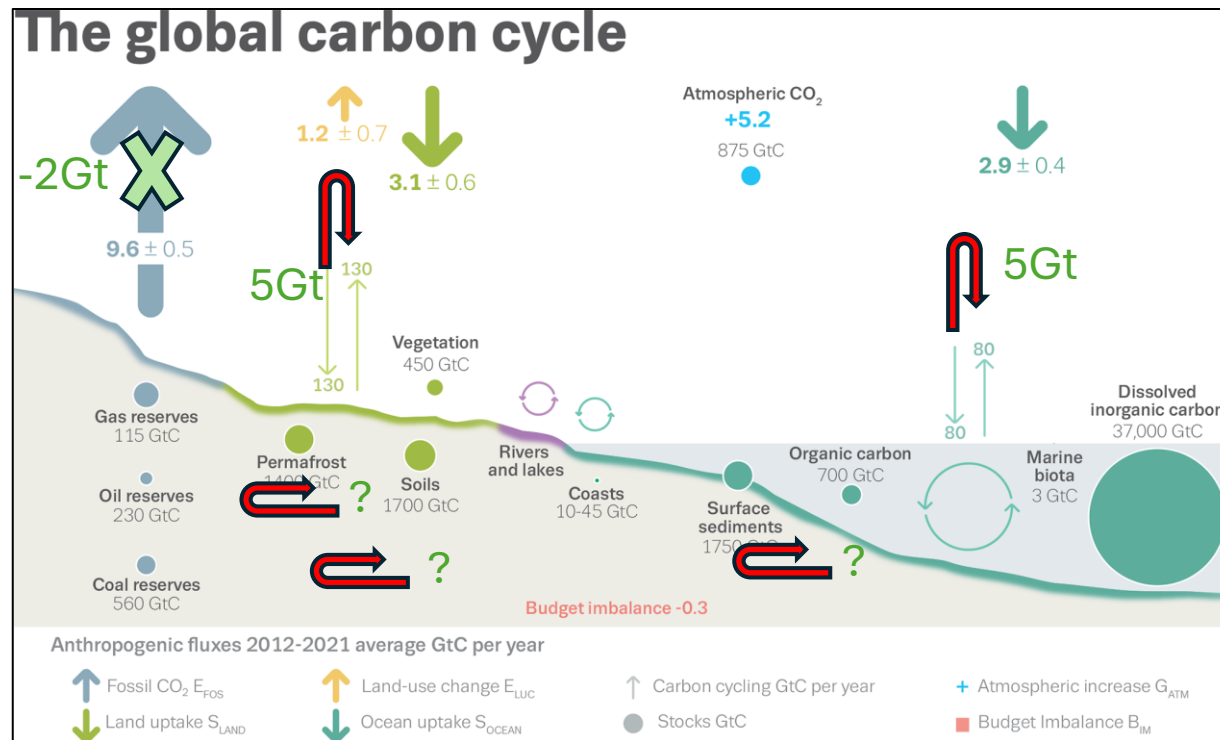


# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Proposition : **réencastrer** les circuits énergétiques anthropiques dans les cycles biogéochimiques naturels



Les 10 Gt de carbone dont le métabolisme anthropique a besoin pourraient s'inscrire circulairement au sein des processus de respiration saisonniers des biomasses océaniques et continentales.

Des ressources biologiques inconnues importantes existent également probablement sous les océans et sous terre

=> mobiliser les géomicrobiologistes

# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Table ronde n°1 Régulation du complexe fossile

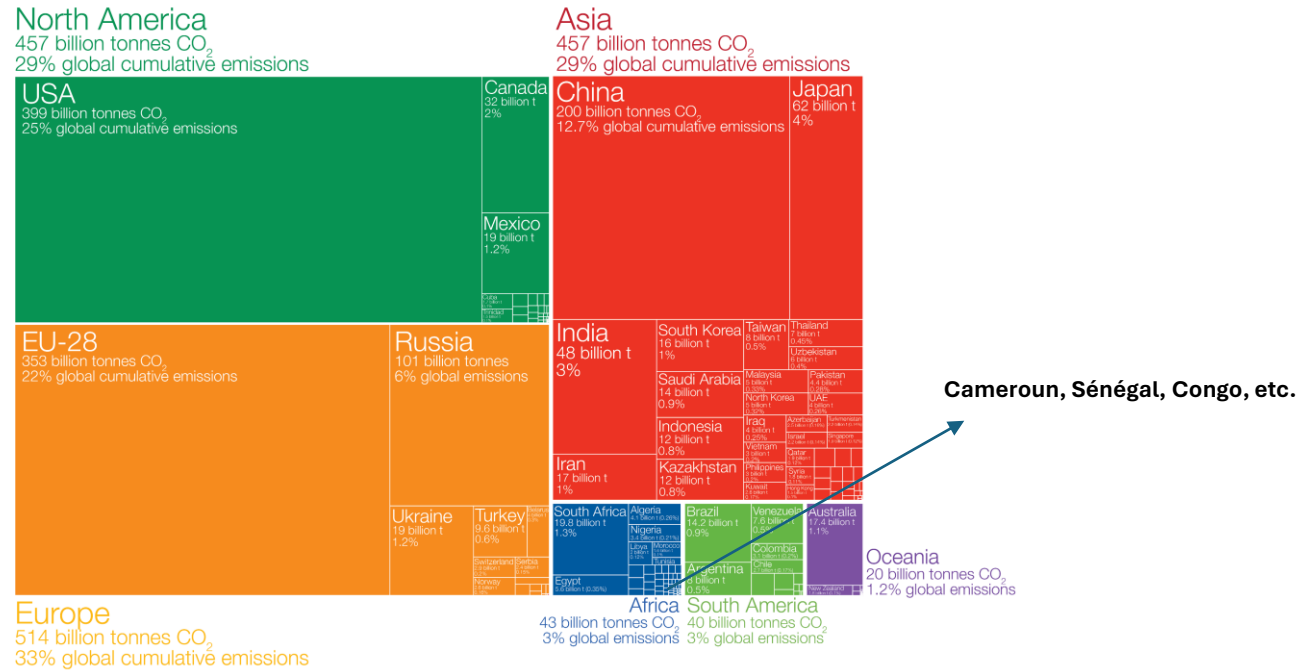
Jean-Jacques Koum, Jean-Pierre Favennec, Henri Beaussant

- « Historique » carbone fossile

### Who has contributed most to global CO<sub>2</sub> emissions?



Cumulative carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions over the period from 1751 to 2017. Figures are based on production-based emissions which measure CO<sub>2</sub> produced domestically from fossil fuel combustion and cement, and do not correct for emissions embedded in trade (i.e. consumption-based). Emissions from international travel are not included.



AG ACP Energies 9 Mars 2024

Figures for the 28 countries in the European Union have been grouped as the 'EU-28' since international targets and negotiations are typically set as a collaborative target between EU countries. Values may not sum to 100% due to rounding.

Data source: Calculated by Our World in Data based on data from the Global Carbon Project (GCP) and Carbon Dioxide Analysis Center (CDIAC). This is a visualization from OurWorldInData.org, where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

### Discussion / synthèse

#### Proposition n°1

Chaque acteur du « Complexe du Carbone Fossile » doit adopter sans attendre une posture de « Neutralité Géologique en Carbone » \*

#### Proposition n°2

L'usage des énergies bio-carbonées doit être fortement développé pour diminuer les concentrations de carbone atmosphérique et inciter les consommateurs à s'éloigner des énergies fossiles

#### Proposition n°3 (Conséquence écologique de la proposition n°2)

Les cycles énergétiques anthropiques peuvent et doivent être insérés dans les cycles énergétiques carbonés naturels, ce qui résultera en une diminution progressive des besoins en énergies fossiles

#### Proposition n°4

Le financement des pays émergents à faible passif carbone doit être adapté à leur situation



# COP 28/29 (transition énergétique)

## Opportunité de poursuivre une action pour la COP29 ?

### Action 1

Ce seront les consommateurs et utilisateurs finaux qui feront la transition

- **Elargir la possibilité pour les consommateurs de faire des choix de dispositifs énergétiques et de combustibles**
  - => les informer de l'empreinte carbone fossile des produits utilisés (mise en place indicateur empreinte carbone fossile)
  - => élargir la palette d'énergies accessibles en privilégiant les énergies locales et décarbonant l'atmosphère et les informer de ces options

# COP 28/29 (transition énergétique)

## Opportunité de poursuivre une action pour la COP29 ?

### Action 2

- Responsabiliser les producteurs d'énergies fossiles et les institutions qui les contrôlent (états et actionnaires), les évaluent (ESG) ou les financent quant à la mise en place de circuits de gestion ou de compensation physique des émissions de C-fossile

# COP 28/29 (transition énergétique)

## Opportunité de poursuivre une action pour la COP29 ?

### Action 3

- Remplacement des dispositifs énergétiques alimentés par des combustibles fossiles par des piles à combustible, moteurs à hydrogène, pompes à chaleur ou circuits géothermiques
  - Ou à défaut et/ou en attendant, remplacement des combustibles fossiles par des biocombustibles



# FORUM DECARBONATION 2023

## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

- Biosystèmes : une inspiration pour les chaînes énergétiques du futur ?

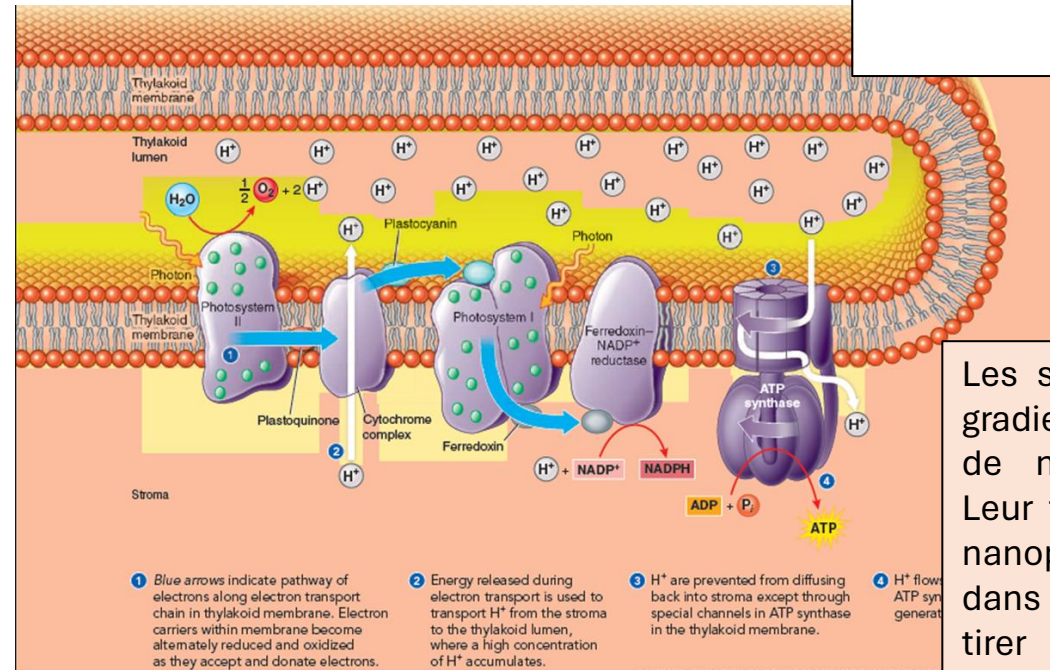
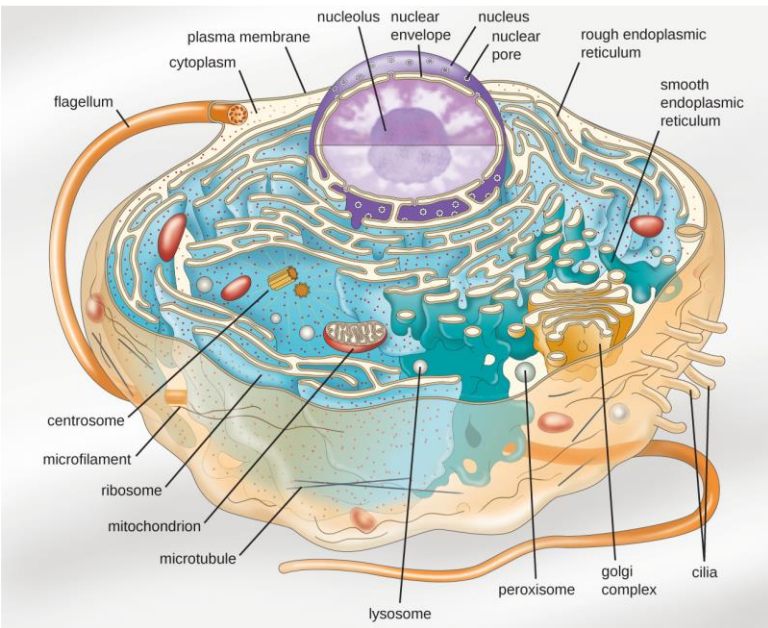
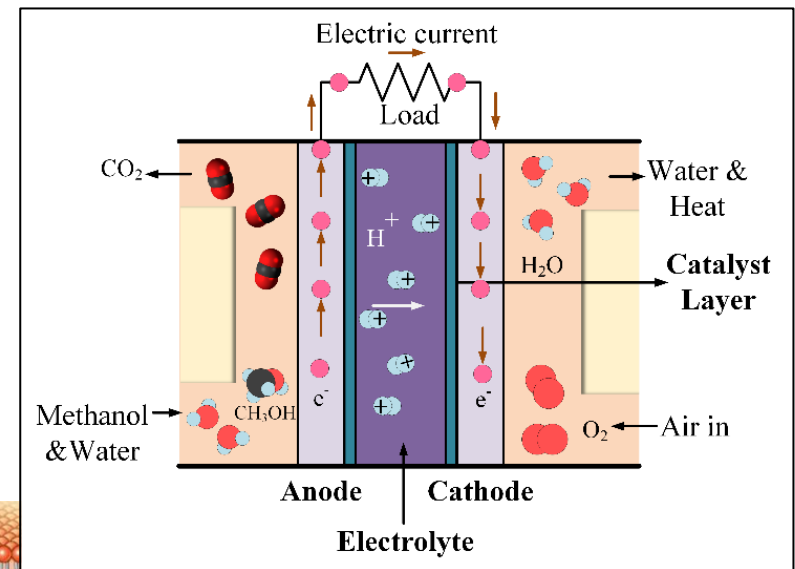


Figure 9-13 A detailed look at electron transport and chemiosmosis

Les systèmes vivants tirent leur énergie de gradients protoniques créés de part et d'autre de membranes conductrices d'électrons. Leur fonctionnement s'apparente à celui de nanopiles à combustible distribuées partout dans les tissus vivants. Ne peut-on pas en tirer une analogie vis-à-vis de la métamorphose énergétique où nous sommes engagés ?

# COP 28/29 (transition énergétique)

## Opportunité de poursuivre une action pour la COP29 ?

### Action 4

Quantification sérieuse du potentiel des bio-énergies

- Dans leurs 3 composantes : terrestre, océanique et souterraine en incluant les 2 modes de production primaire photosynthétique et chimiosynthétique
- En intégrant les effets de stimulation biologique par interventions humaines

# FORUM DECARBONATION 2023

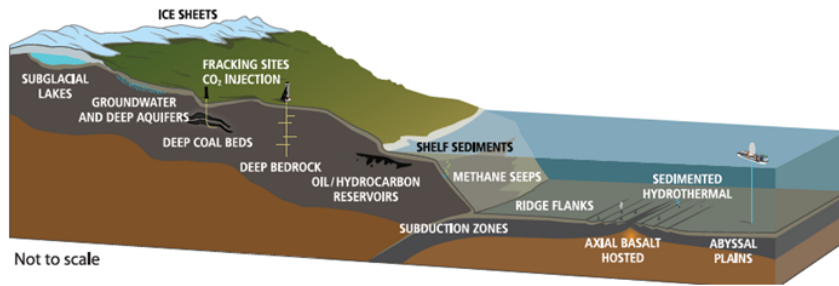
## Gestion du cycle long du carbone

Exposé introductif (2/2) Biomasse et Bioénergies

Des ressources bio énergétiques inconnues importantes existent également probablement sous les océans et sous terre

### Biomasse profonde : primaire chimiosynthétique et décomposition de biomasse existante

? Gtep/an viennent de la subsurface (production ? Gtep/an, taux prélèvement ?%)



Enorme potentiel ?

La production et l'appropriation de biomasse du sol et du sous-sol restent des potentialités inexplorées

20 GtC biomasse microbienne estimée jusqu'à 5 km dans la lithosphère, sous les sols et les fonds marins. Probablement beaucoup plus

La dégradation de la matière organique par méthanogénèse génère par ailleurs des flux et des ressources de gaz biogénique et d'hydrates de méthane en zone polaire et au fond des océans (4000 GtC et 1300 Gt H2 en place ?).

# COP 28/29 (transition énergétique)

## Opportunité de poursuivre ces démarches pour la COP29 ?

- Autres propositions ?
- Volontaires pour piloter certaines actions ?
- Calendrier ?
- Financements ?

## **PARTIE 2 (non présentée)**

### **Avis sur stratégie française énergie-climat (Décembre 2023)**

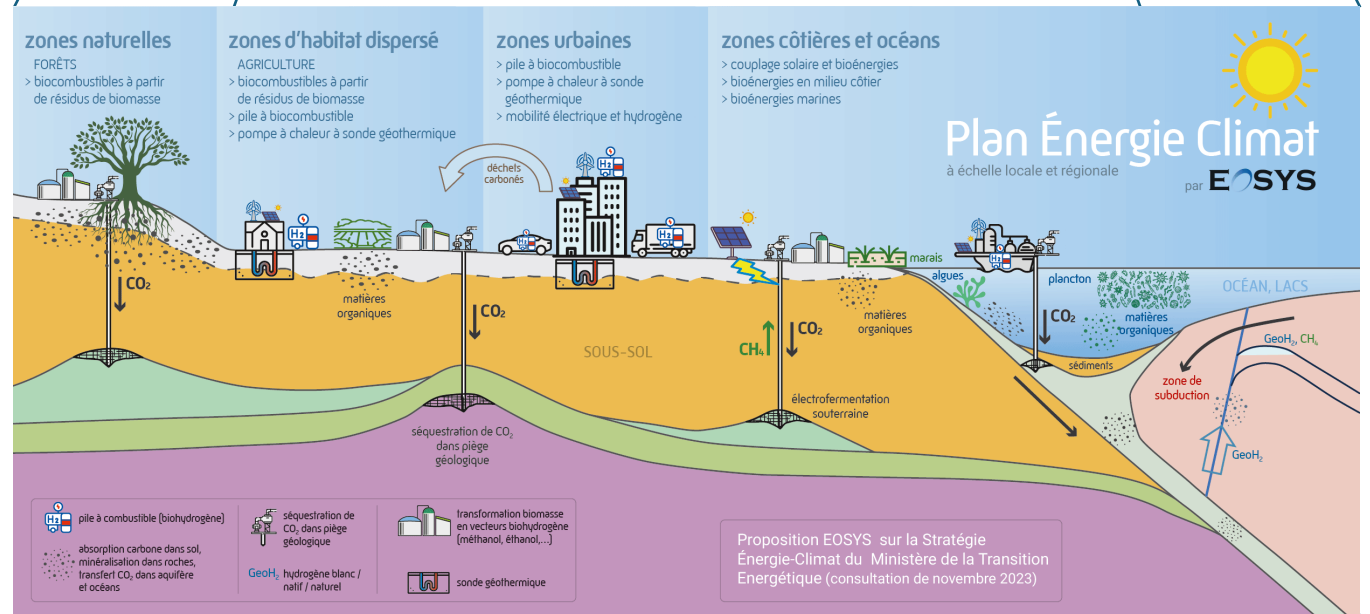
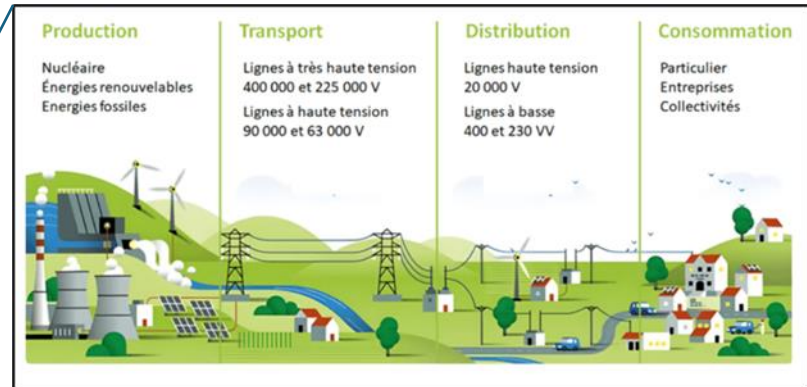
**La priorité est de décarboner l'atmosphère  
Développer les bio-énergies et les piles à combustible est un bon  
moyen d'y arriver**



Stratégie française pour l'énergie et le climat  
Avis et proposition de l'association ACP Energies

et de la société EOSYS

Décembre 2023





# Plan Énergie Climat

à échelle locale et régionale

par **EOSYS**

## zones naturelles

- FORÊTS  
> biocombustibles à partir de résidus de biomasse

## zones d'habitat dispersé

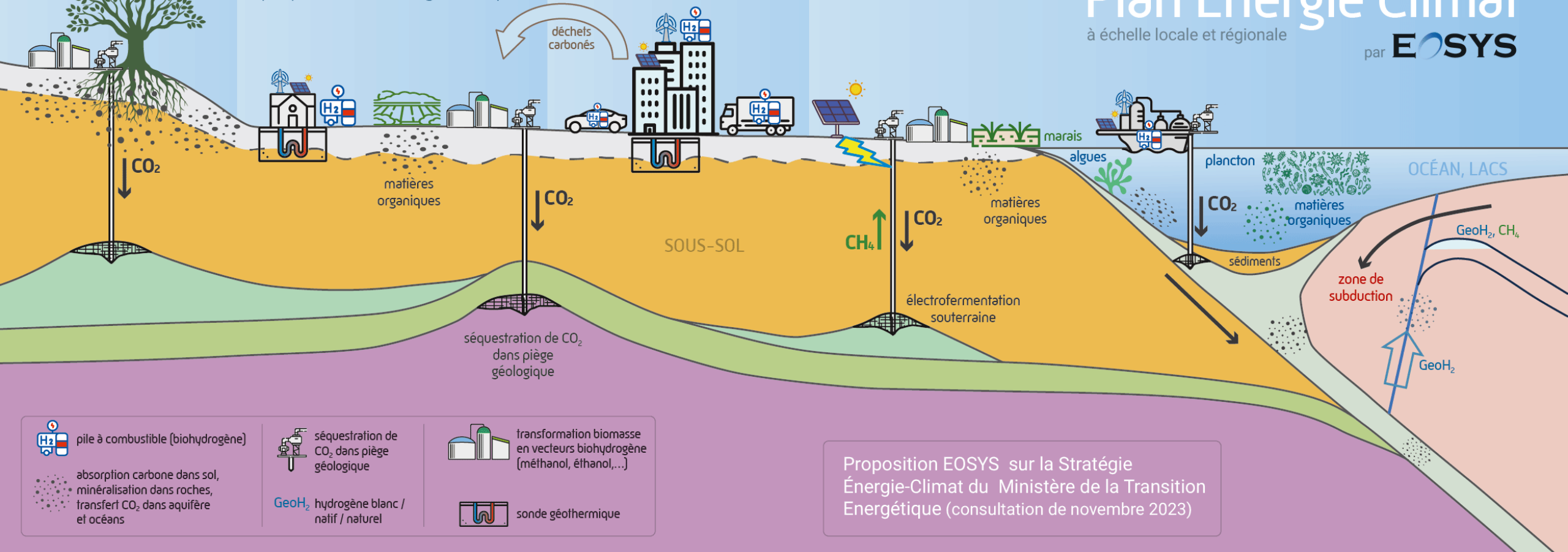
- AGRICULTURE  
> biocombustibles à partir de résidus de biomasse  
> pile à biocombustible  
> pompe à chaleur à sonde géothermique

## zones urbaines

- > pile à biocombustible  
> pompe à chaleur à sonde géothermique  
> mobilité électrique et hydrogène

## zones côtières et océans

- > couplage solaire et bioénergies  
> bioénergies en milieu côtier  
> bioénergies marines



pile à combustible (biohydrogène)	séquestration de CO <sub>2</sub> dans piège géologique	transformation biomasse en vecteurs biohydrogène (méthanol, éthanol,...)
absorption carbone dans sol, minéralisation dans roches, transfert CO <sub>2</sub> dans aquifère et océans	GeOH <sub>2</sub> hydrogène blanc / natif / naturel	sonde géothermique

Proposition EOSYS sur la Stratégie Énergie-Climat du Ministère de la Transition Énergétique (consultation de novembre 2023)



## zones naturelles

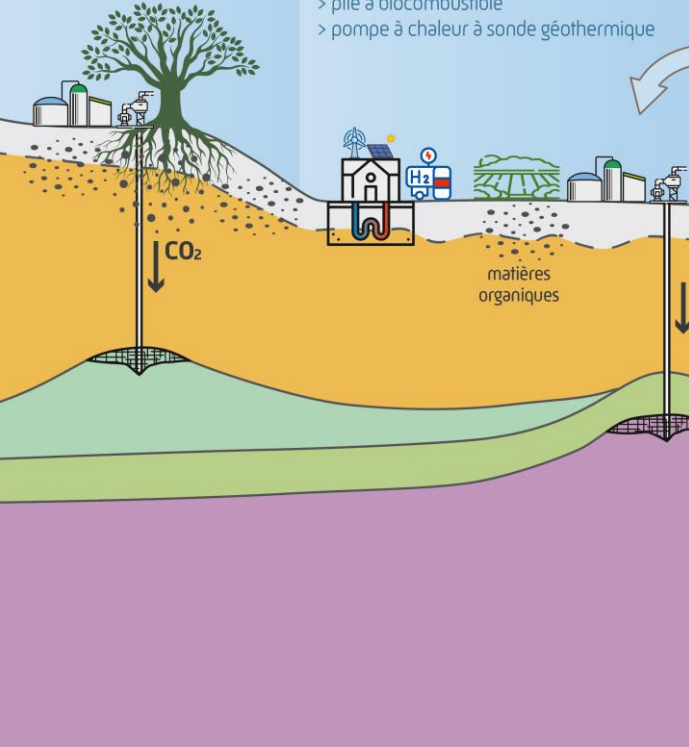
### FORÊTS

- > biocombustibles à partir de résidus de biomasse

## zones d'habitat dispersé

### AGRICULTURE

- > biocombustibles à partir de résidus de biomasse
- > pile à biocombustible
- > pompe à chaleur à sonde géothermique



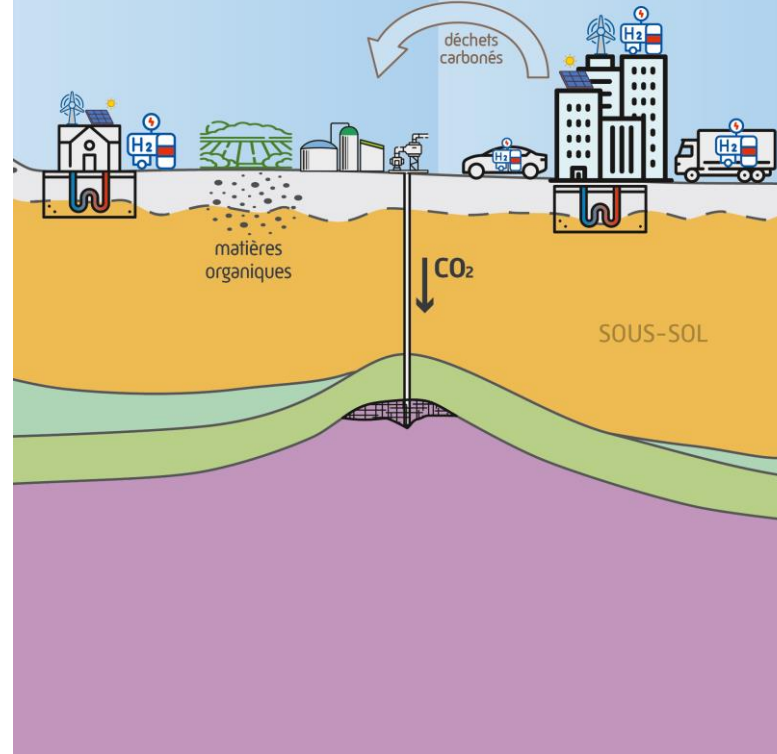
## zones d'habitat dispersé

### AGRICULTURE

- > biocombustibles à partir de résidus de biomasse
- > pile à biocombustible
- > pompe à chaleur à sonde géothermique

## zones urbaines

- > pile à biocombustible
- > pompe à chaleur à sonde géothermique
- > mobilité électrique et hydrogène

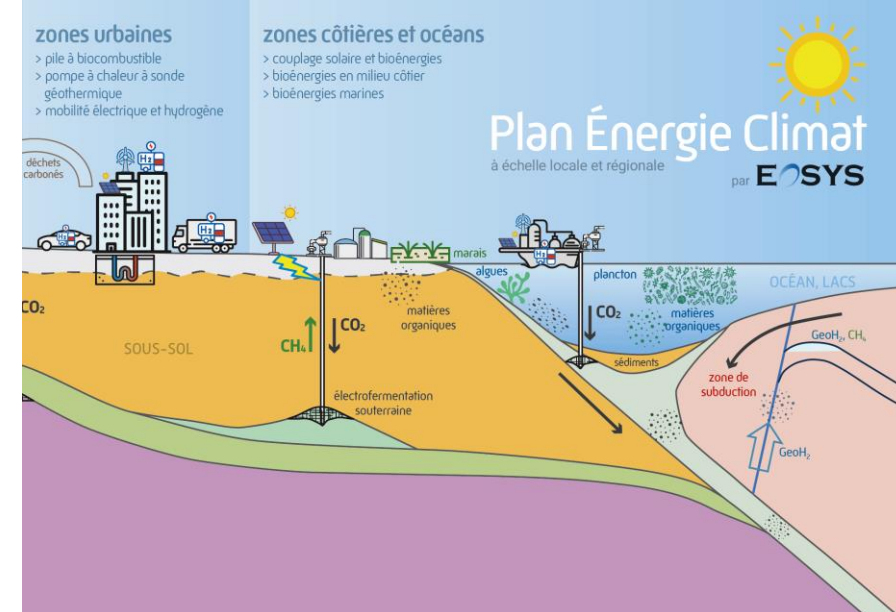


## zones urbaines

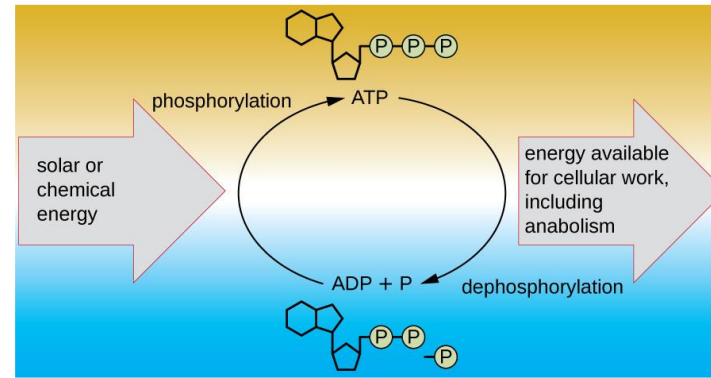
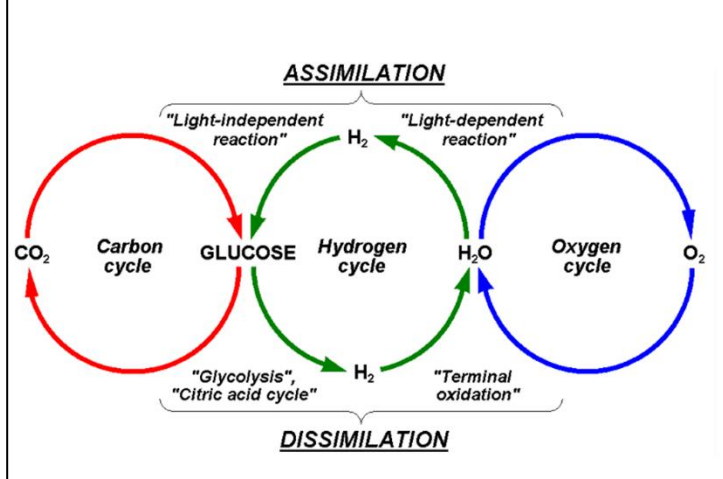
- > pile à biocombustible
- > pompe à chaleur à sonde géothermique
- > mobilité électrique et hydrogène

## zones côtières et océans

- > couplage solaire et bioénergies
- > bioénergies en milieu côtier
- > bioénergies marines

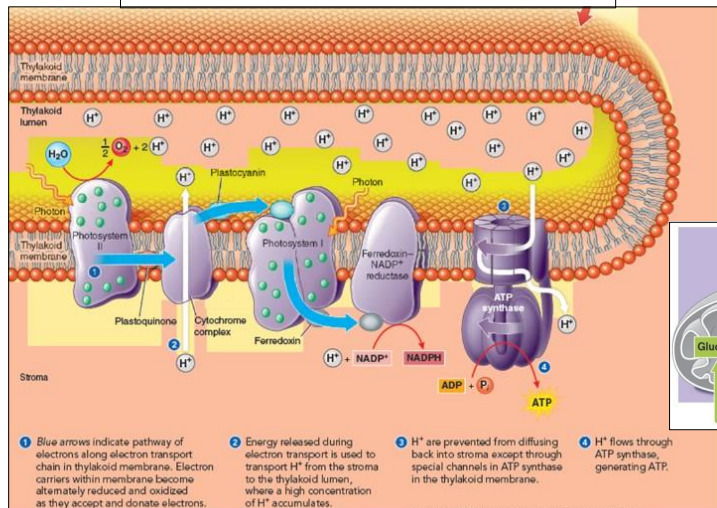




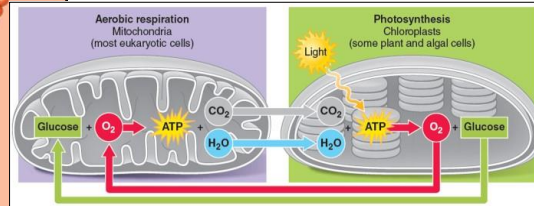


Biosystèmes : une inspiration pour les chaînes énergétiques du futur ?

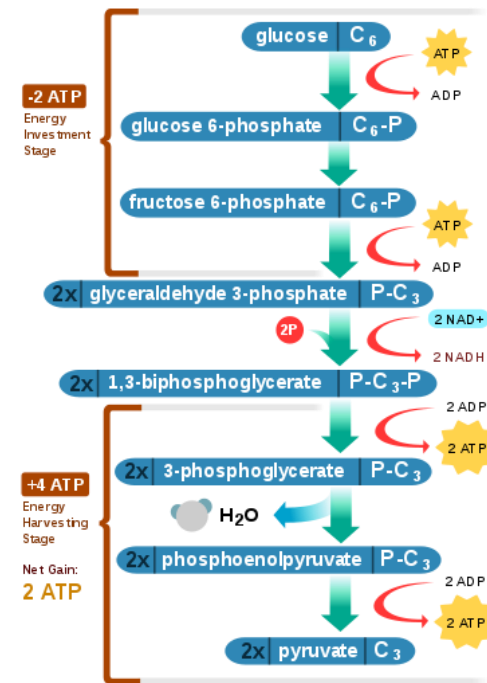
Gradient protons et circulation électrons induits par une membrane cellulaire



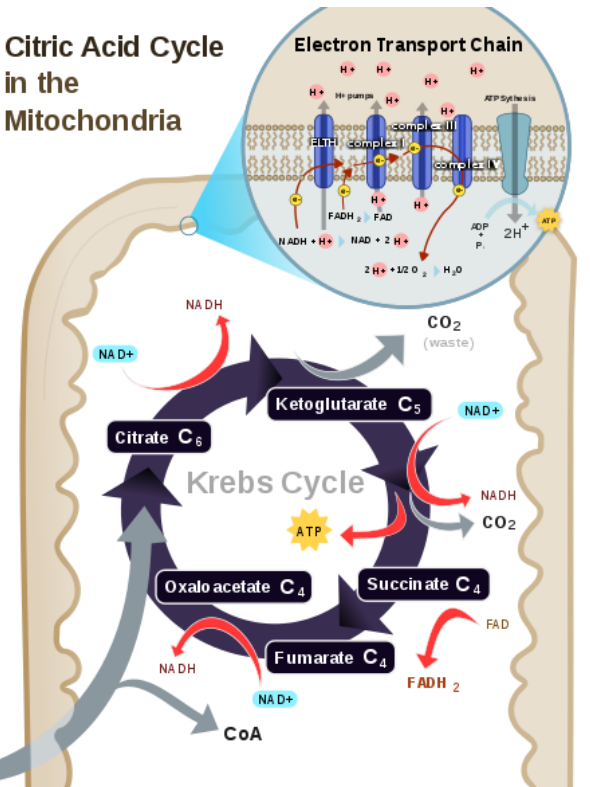
Charge de molécules ATP dans les mitochondries et décharge dans les chloroplastes



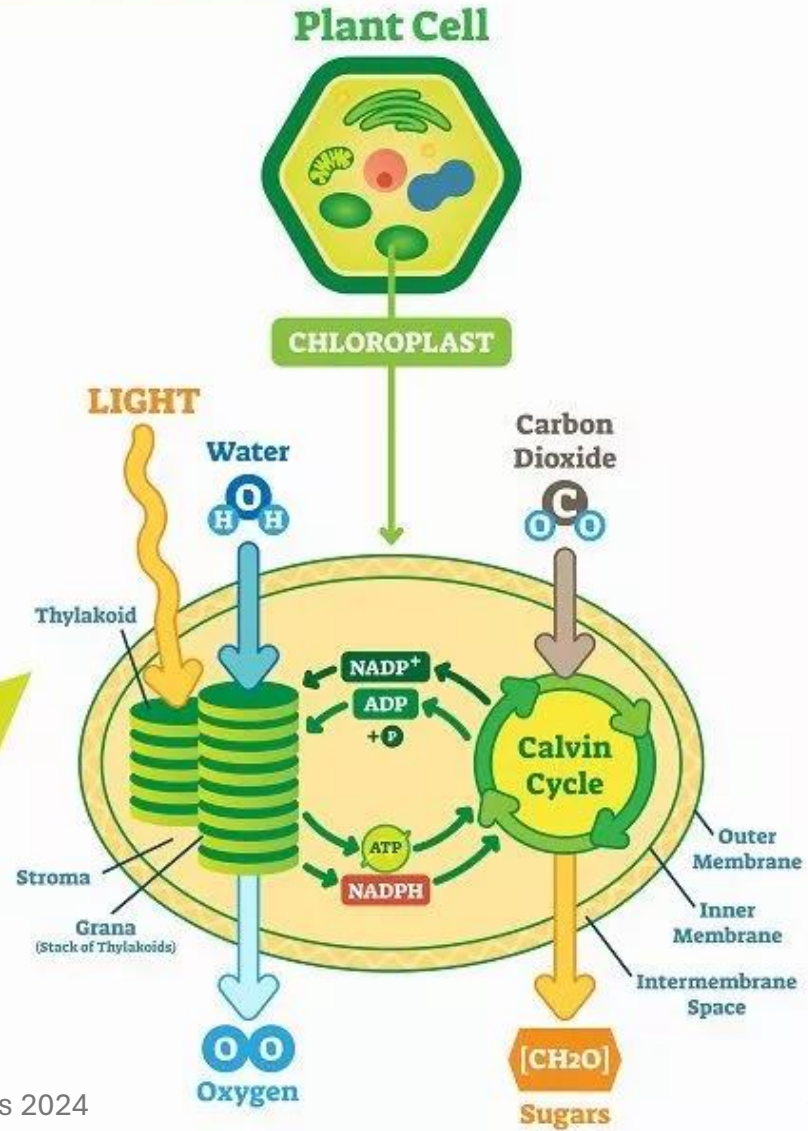
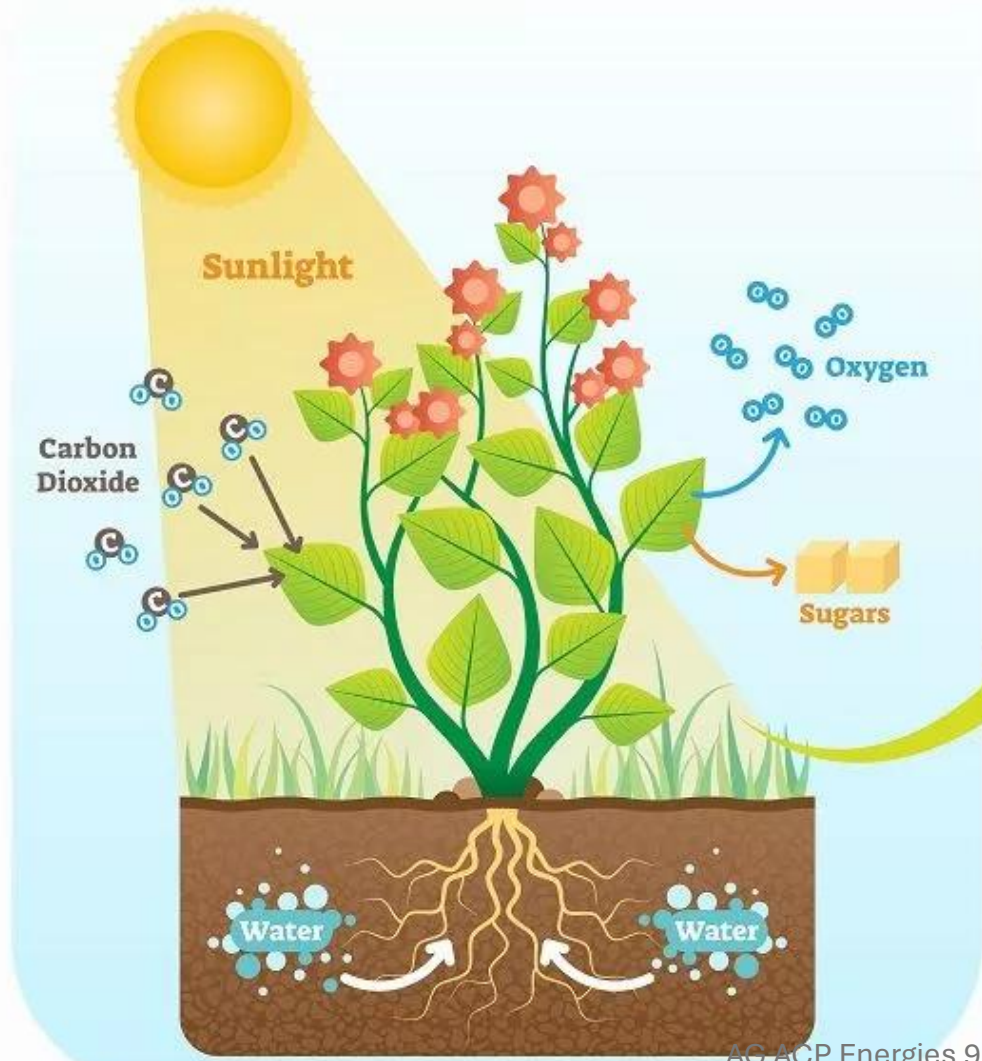
### Glycolysis in the Cytoplasm



### Citric Acid Cycle in the Mitochondria



# PHOTOSYNTHESIS



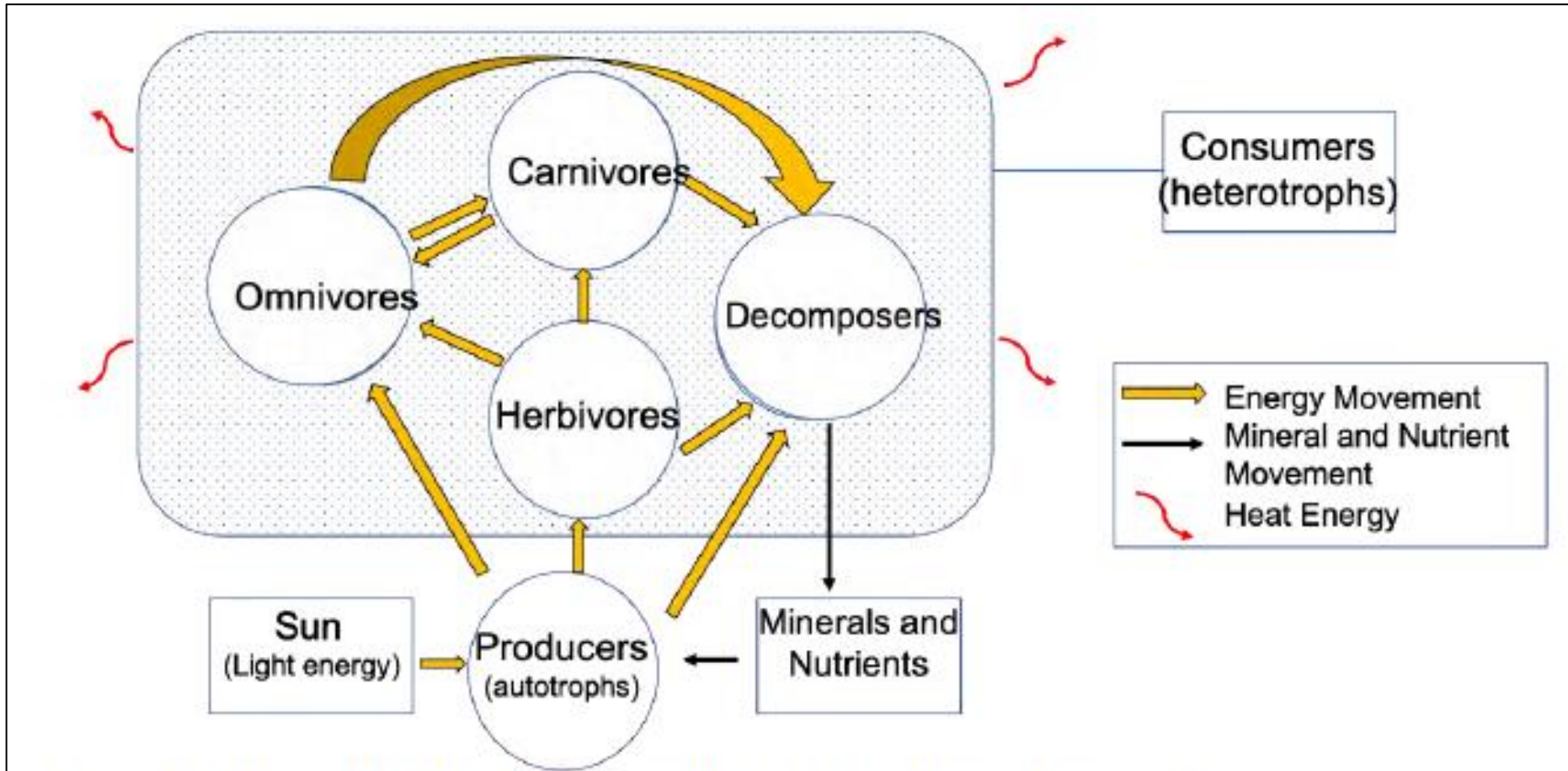


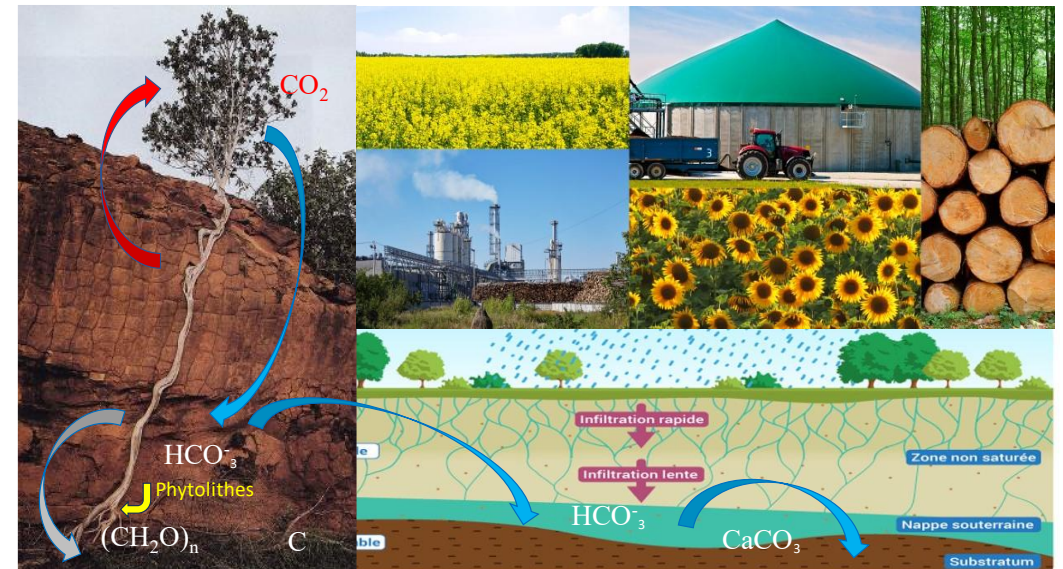
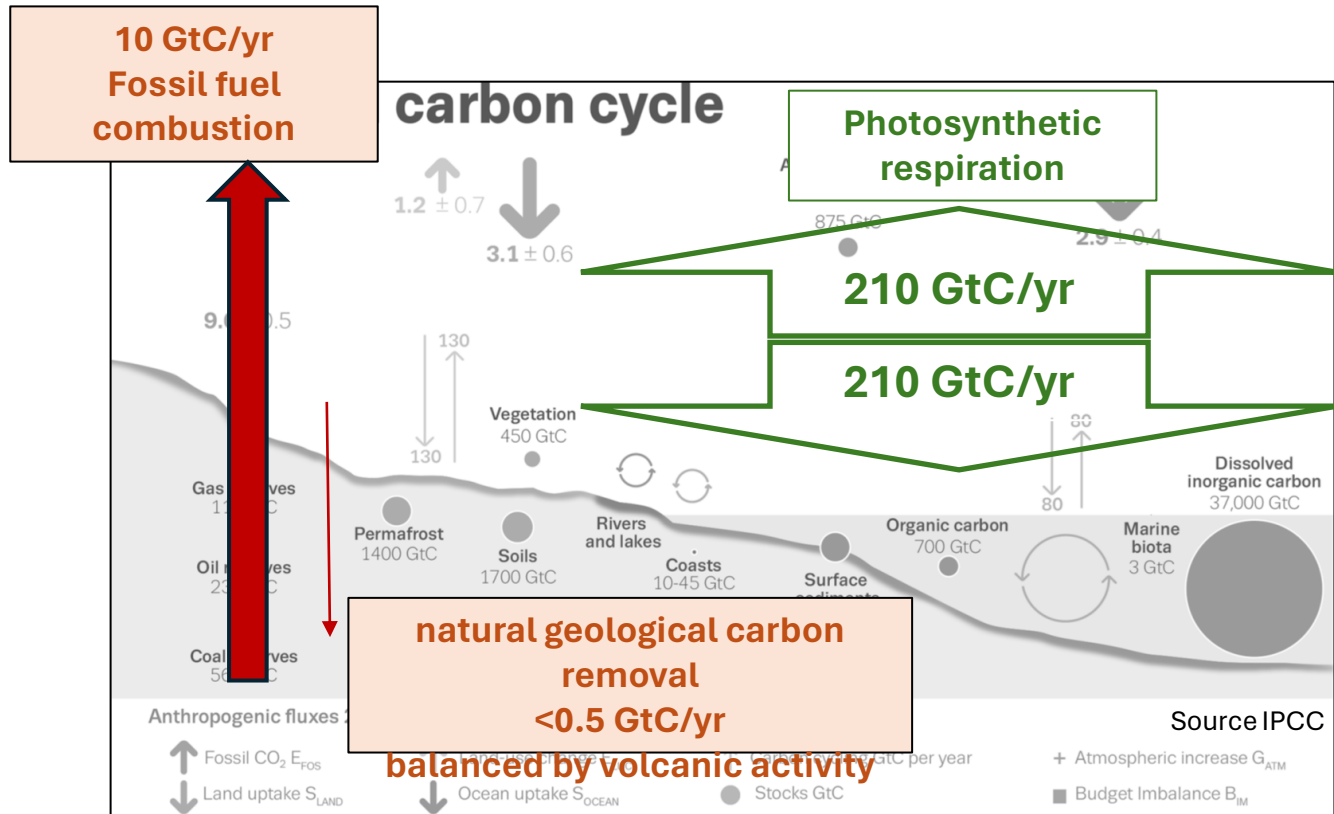
Figure 5.17 A simplified food web model of energy and mineral nutrient movement in an ecosystem. The yellow arrows indicate the flow of energy, the black arrows the movement of minerals and nutrients, and the red arrows the loss of energy in the form of heat. The circles indicate all the species that would be classified under that group. (credit: Elizabeth O'Grady)



# BECCS : geological carbon removal – Why ?

Geological carbon removal occurs naturally at a very low pace (GIEC reports)

**BECCS is a way to accelerate it !**



**Total of 436 Gt fossil C emitted since 1750**

Living biomass 560 GtC

Atmospheric carbon 750 GtC



## **PARTIE 3 (non présentée)**

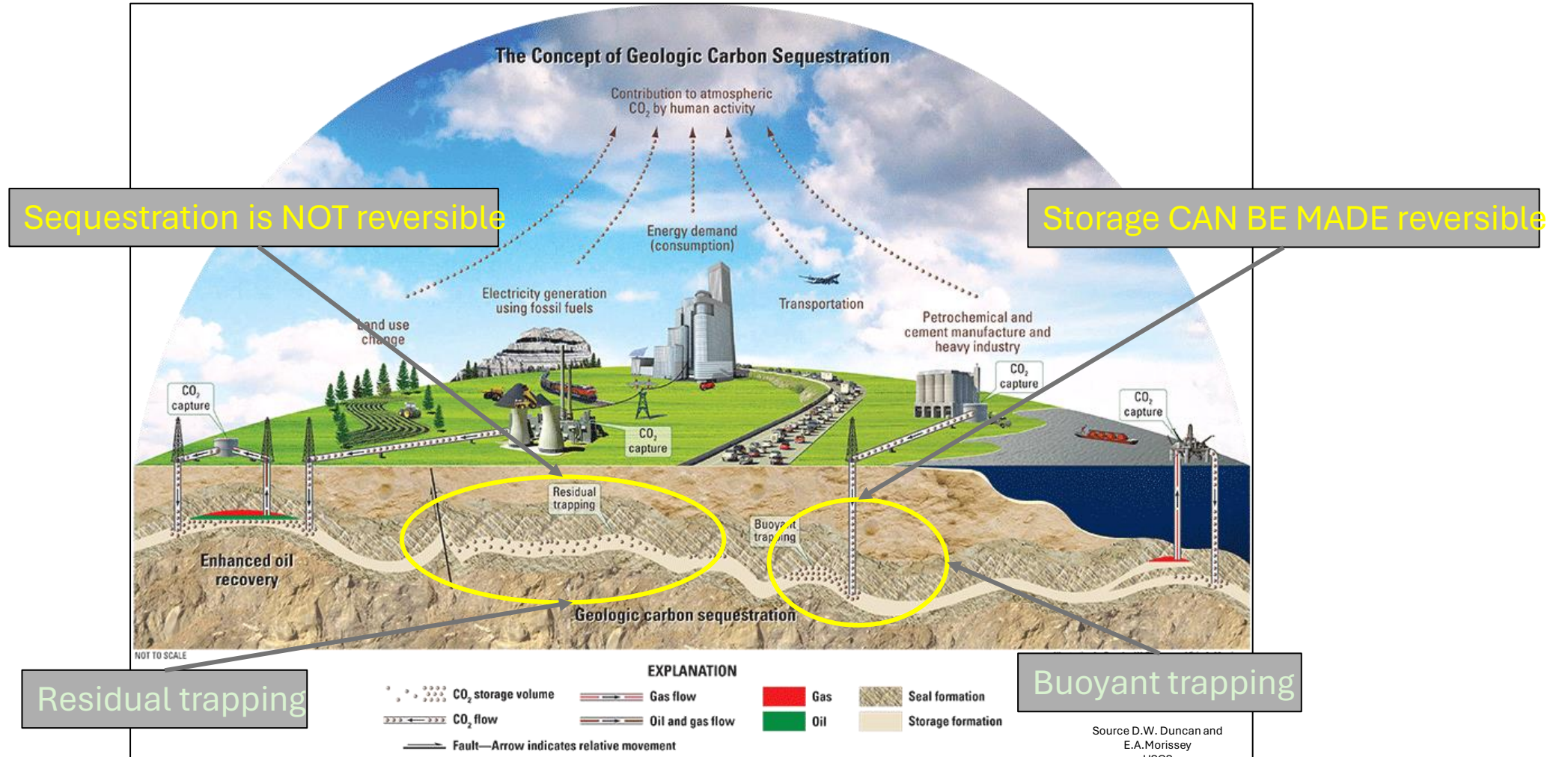
**Salon BioExpo360 (Janvier 2024)**

**Plaidoyer pour un développement accéléré de la  
microséquestration géologique à proximité d'unités de biogaz,  
biocombustibles(méthanol, éthanol,..) ou bioraffineries**



# BECCSS

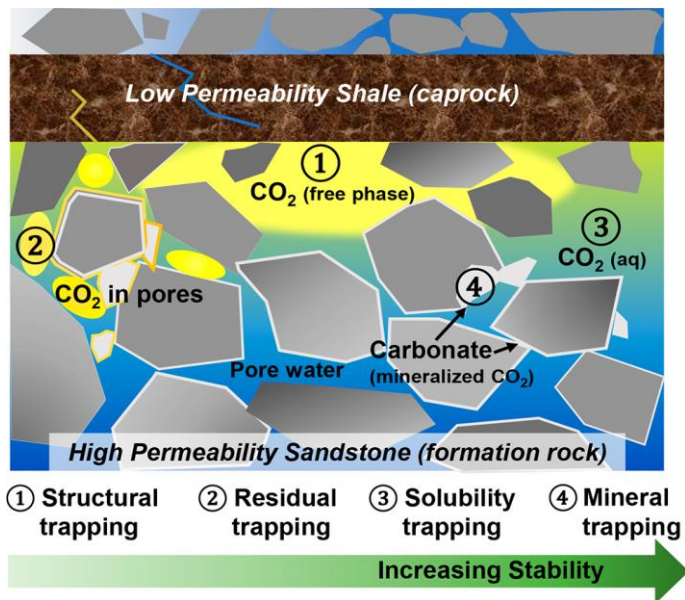
## Bio Energy Carbon Capture Storage and Sequestration



# BECCSS : geological CO<sub>2</sub> removal– How (2/4)?

## In confined reservoirs

- Specificities of CO<sub>2</sub> stored in supercritical state at more than 800m depth



Source YS Jun

### Buoyant trapping

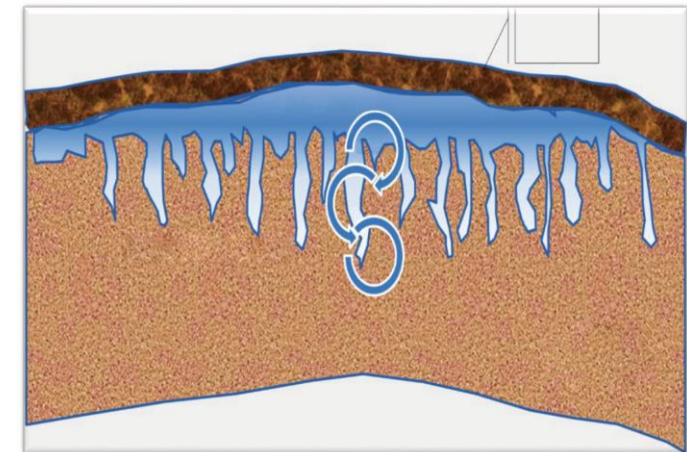
Supercritical CO<sub>2</sub> behaves as a dense gas (density 0.5) and segregates upward within pore network by buoyancy through denser water (density 1.2 to 2 for saline water).

### Residual trapping

While moving in rock, CO<sub>2</sub> gas phase leaves behind trapped residual bubbles

**CO<sub>2</sub> as a gas phase may eventually disappear within storage thanks to :**

- Diffusion in water (dissolved CO<sub>2</sub>)
  - enhanced by convective circulation of water saturated CO<sub>2</sub> within reservoir
- Reaction with minerals (mineral



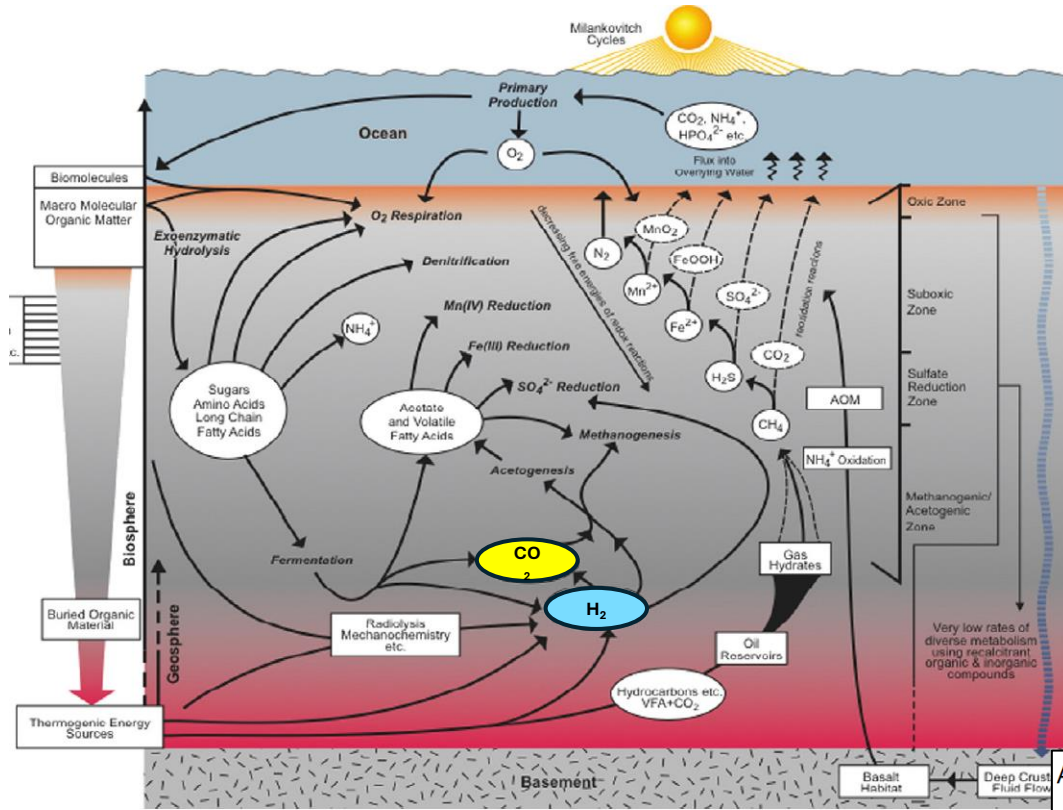
Source Ajayi et al

**In reservoir conditions, CO<sub>2</sub> behaves as an oily emulsion in water**



# BECCSS : geological CO<sub>2</sub> removal– How (3/4)?

## Biological assimilation



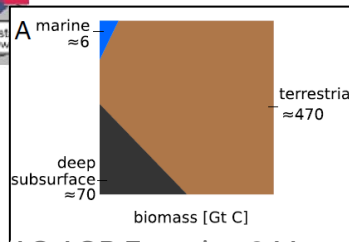
Source : R.J. Parkes et al, 2014

### Biological fate of CO<sub>2</sub> trapped as a gas phase

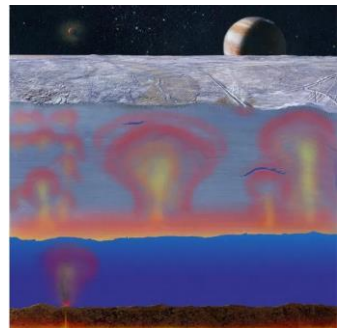
When proper conditions are met\*, **intraterrestrial microbes** will thrive on this **newly available carbon source** and transform part or whole of remaining CO<sub>2</sub> into bio-generated products .

(\* ) for example

- radiolytic hydrogen fluxes generated by natural radioactivity,
- hydrogen fluxes produced by reduced metal oxidation ,
- presence of telluric currents



AG ACP Energies 9 Mars 2024  
Source Bar-On et al., 2018



Source : Nasa/JPL/Carroll





# BECCSS : CCS operations in Europe

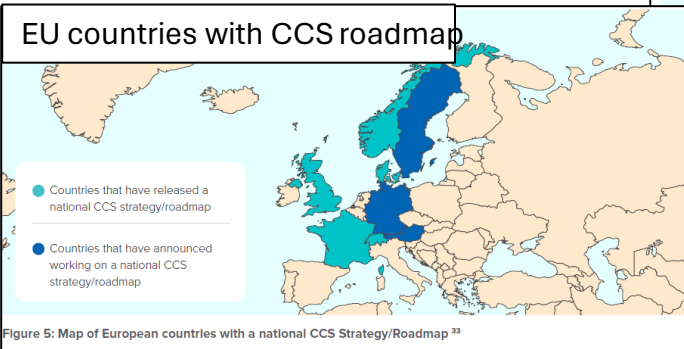


Figure 5: Map of European countries with a national CCS Strategy/Roadmap <sup>23</sup>

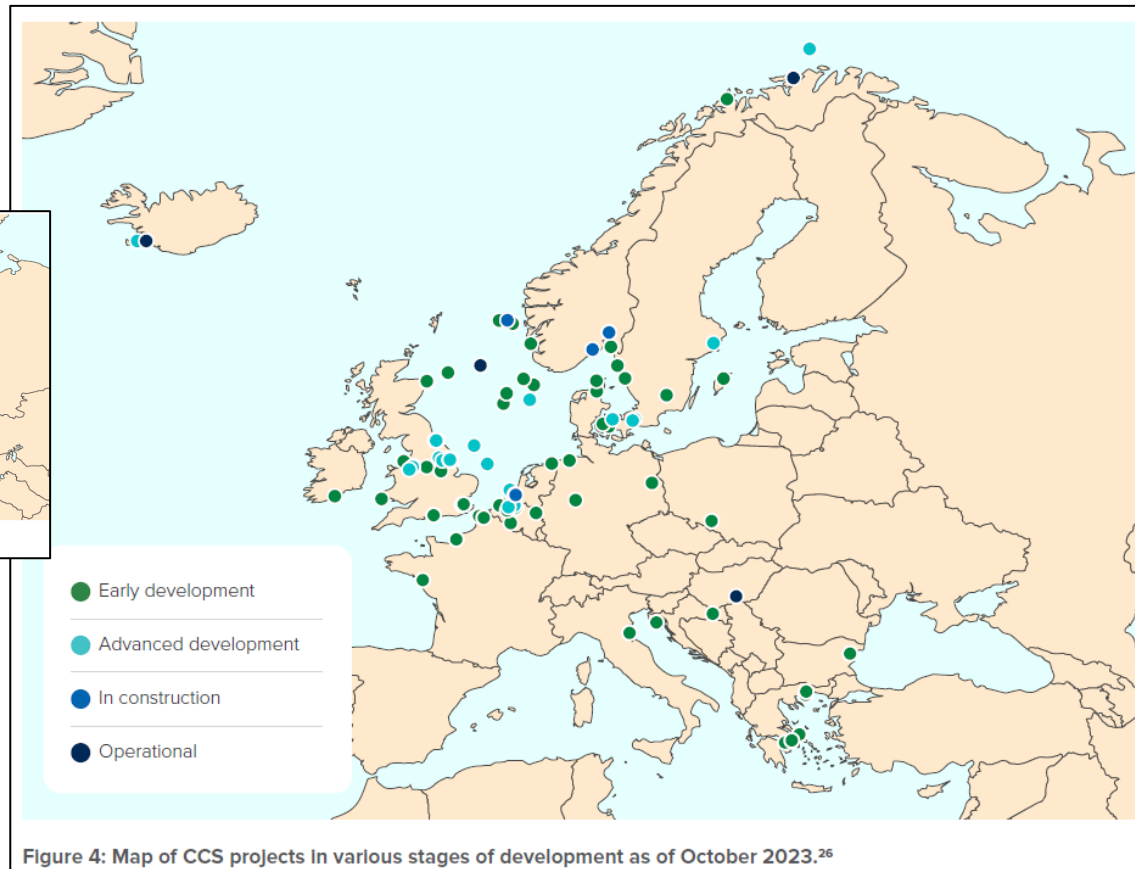
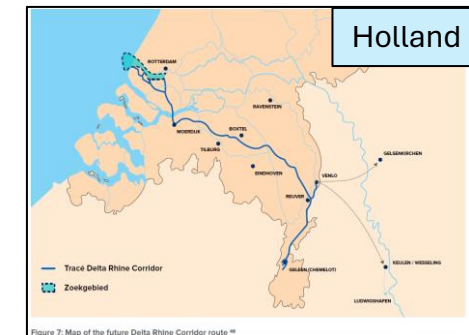
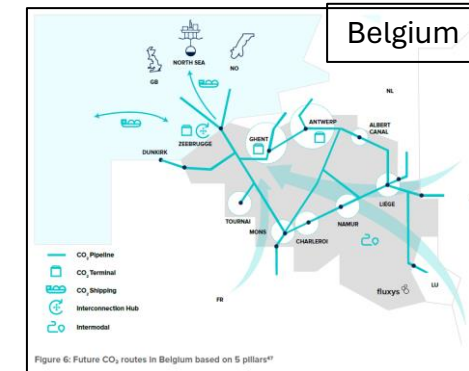


Figure 4: Map of CCS projects in various stages of development as of October 2023. <sup>26</sup>



Source CCS Institute

# BECCSS : CCS operations in Europe

1. Interest in CCS as key climate change mitigation tool is surging :

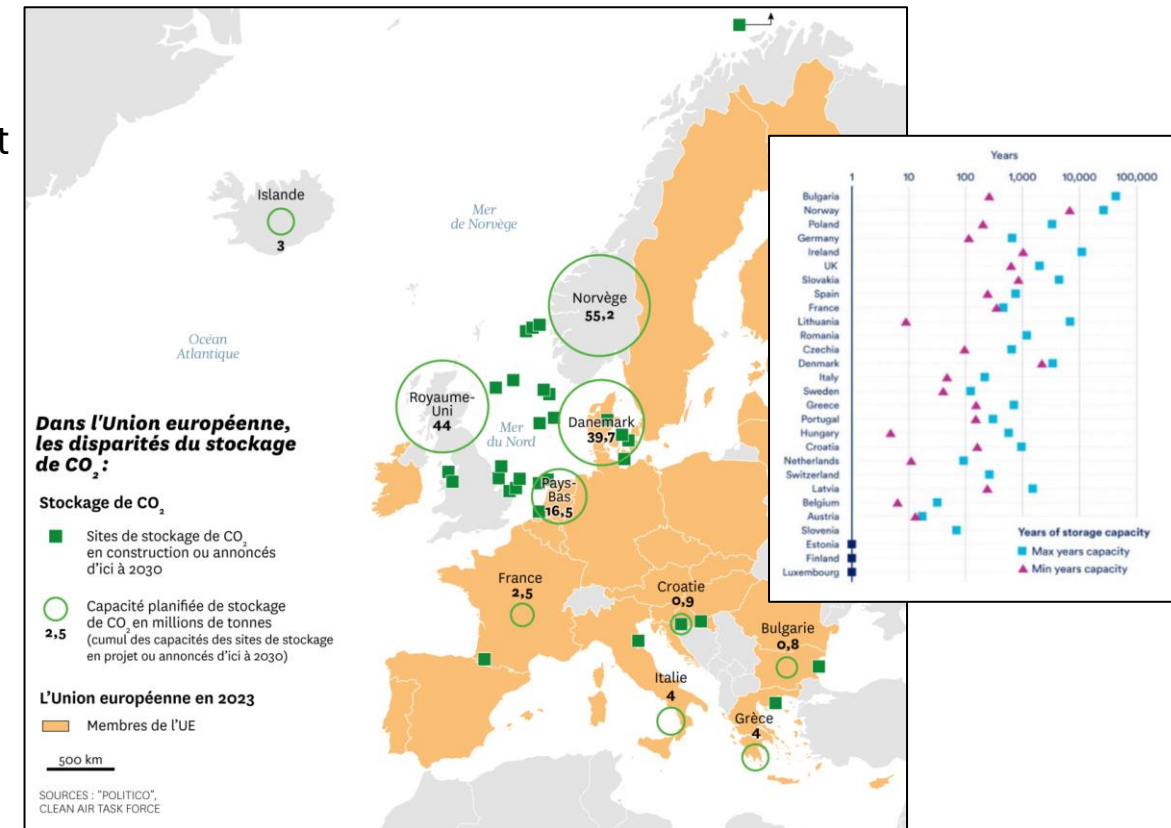
- Commercial scale CCS projects rising 61% in 2023 to 119 (at various stage of development)

2. European commission supporting acceleration of CCS deployment

- Fit for 55 package
- Green Deal Industrial Plan
- Sustainable Carbon Cycles

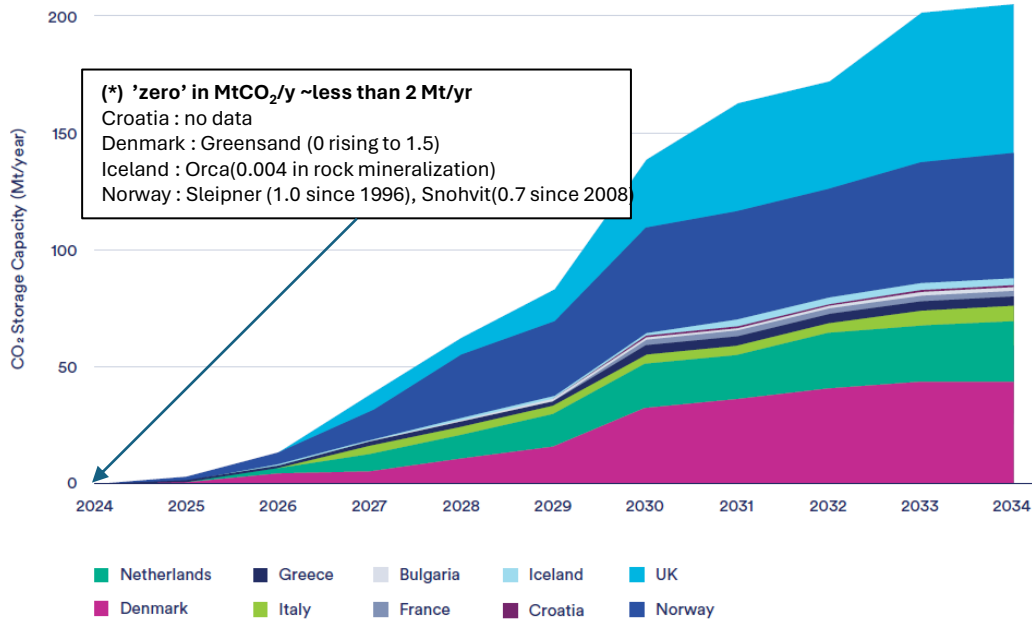
3. NorthSea is and continue to dominate available CO<sub>2</sub> storage sites

- Storage opportunities emerging in Bulgaria, Croatia, SW France, Greece, Italy, Romania



# BECCSS : CCS operations in Europe

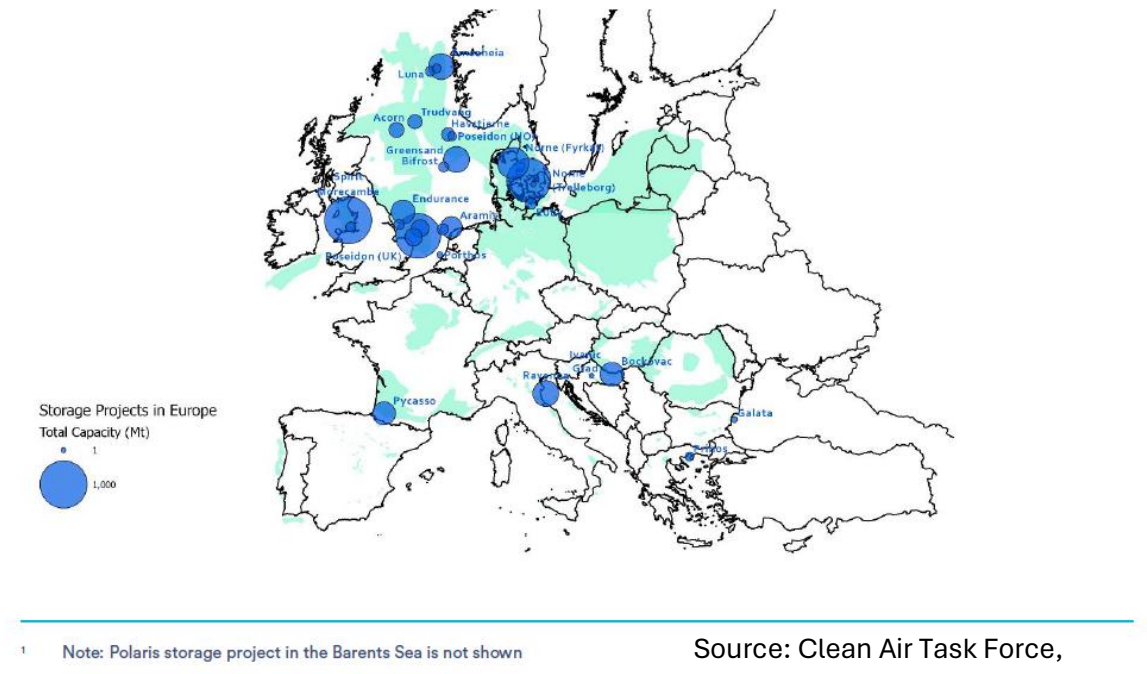
Growth in CO<sub>2</sub> storage capacity (MtCO<sub>2</sub>/y) based on current announcements  
140 Mt/yr targeted in 2030, starting from 'zero'\* in 2024



A strong growth now planned

NB : 35 Bcm biomethane/yr  
~ 30 Bcm CO<sub>2</sub> ~ 55 MtCO<sub>2</sub>/yr

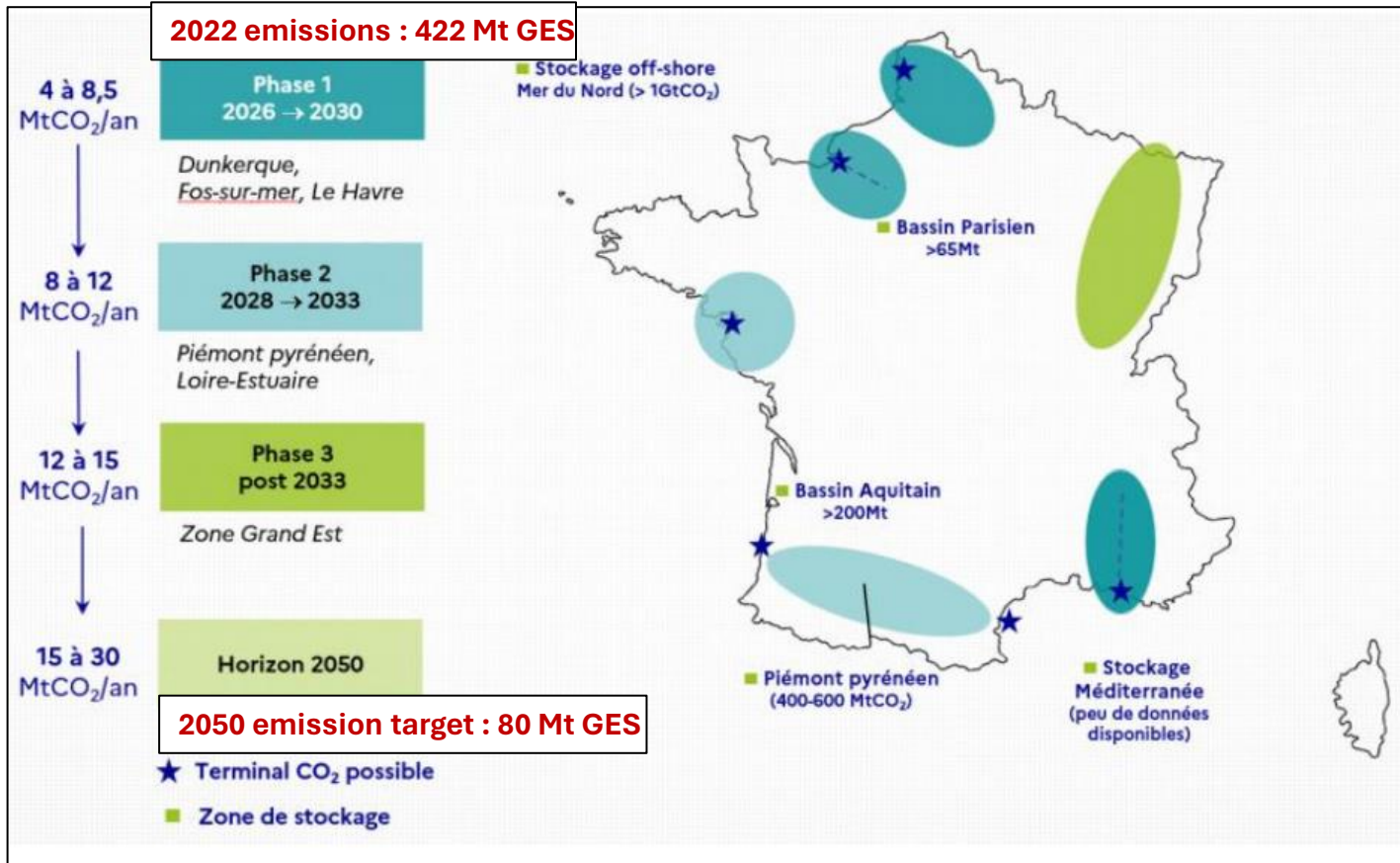
Storage projects scaled according to the total estimated capacity of the storage site (light blue areas show suitable storage geology as mapped by the CO<sub>2</sub>Stop project).<sup>1</sup>



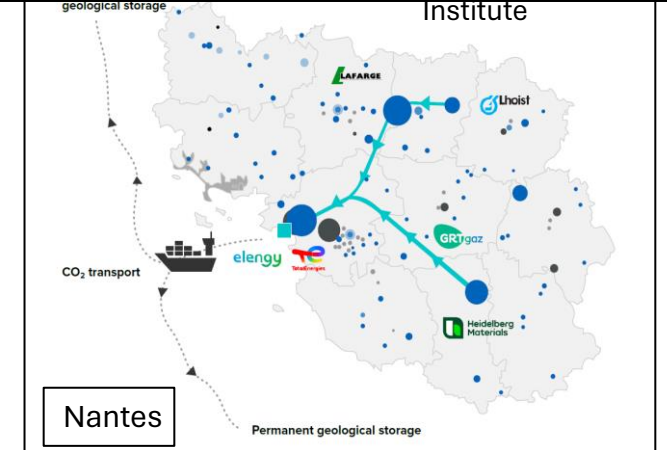
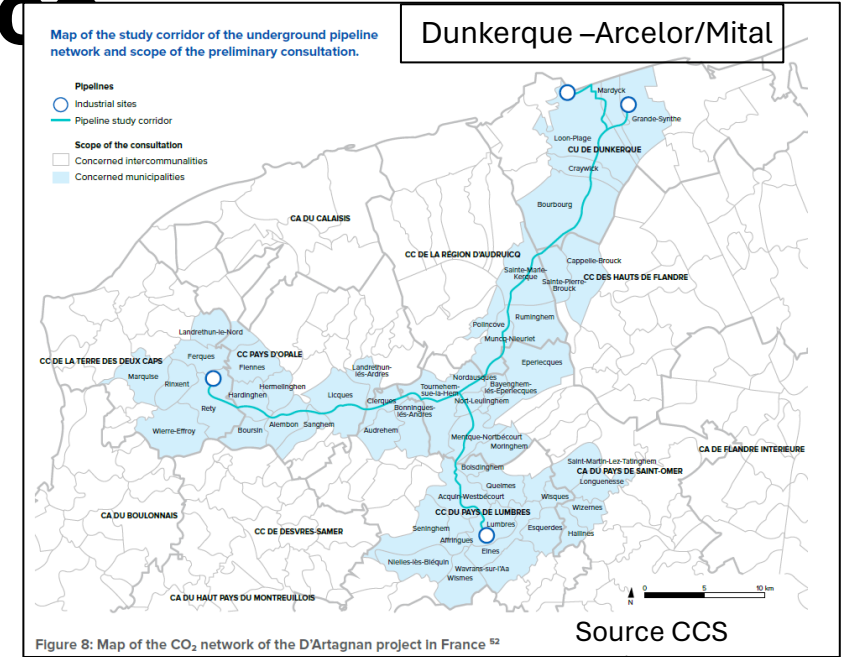
For the moment, most planned storage space is in the North Sea.  
Yet, geological pore space is available throughout Europe !



# BECCSS : CCS strategy in France



Source Ministère de la Transition Énergétique - France

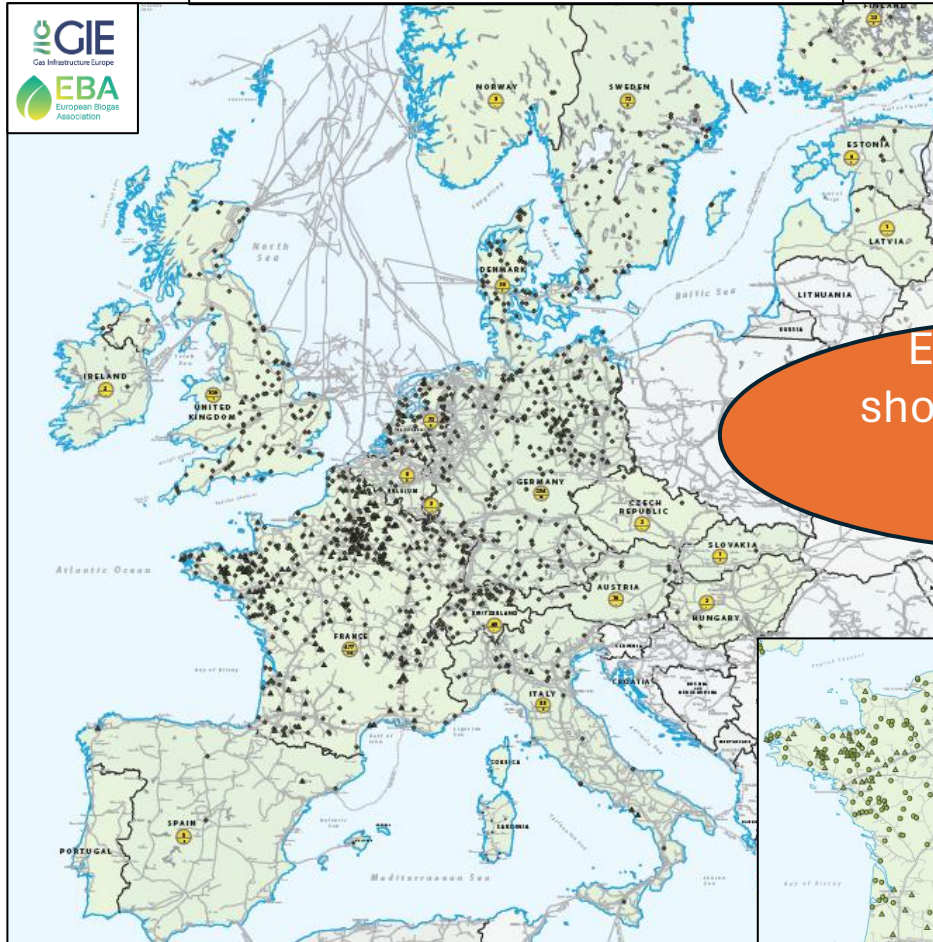


Source CCS Institute



# BECCSS : Bioenergy in Europe – Biogas example

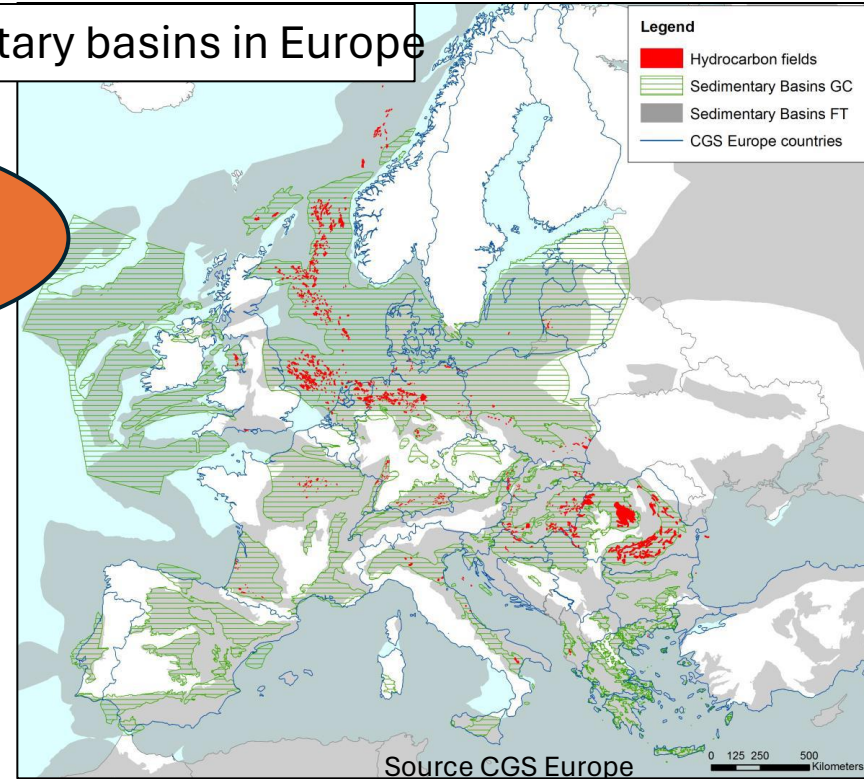
Biogas plants in Europe in 2022



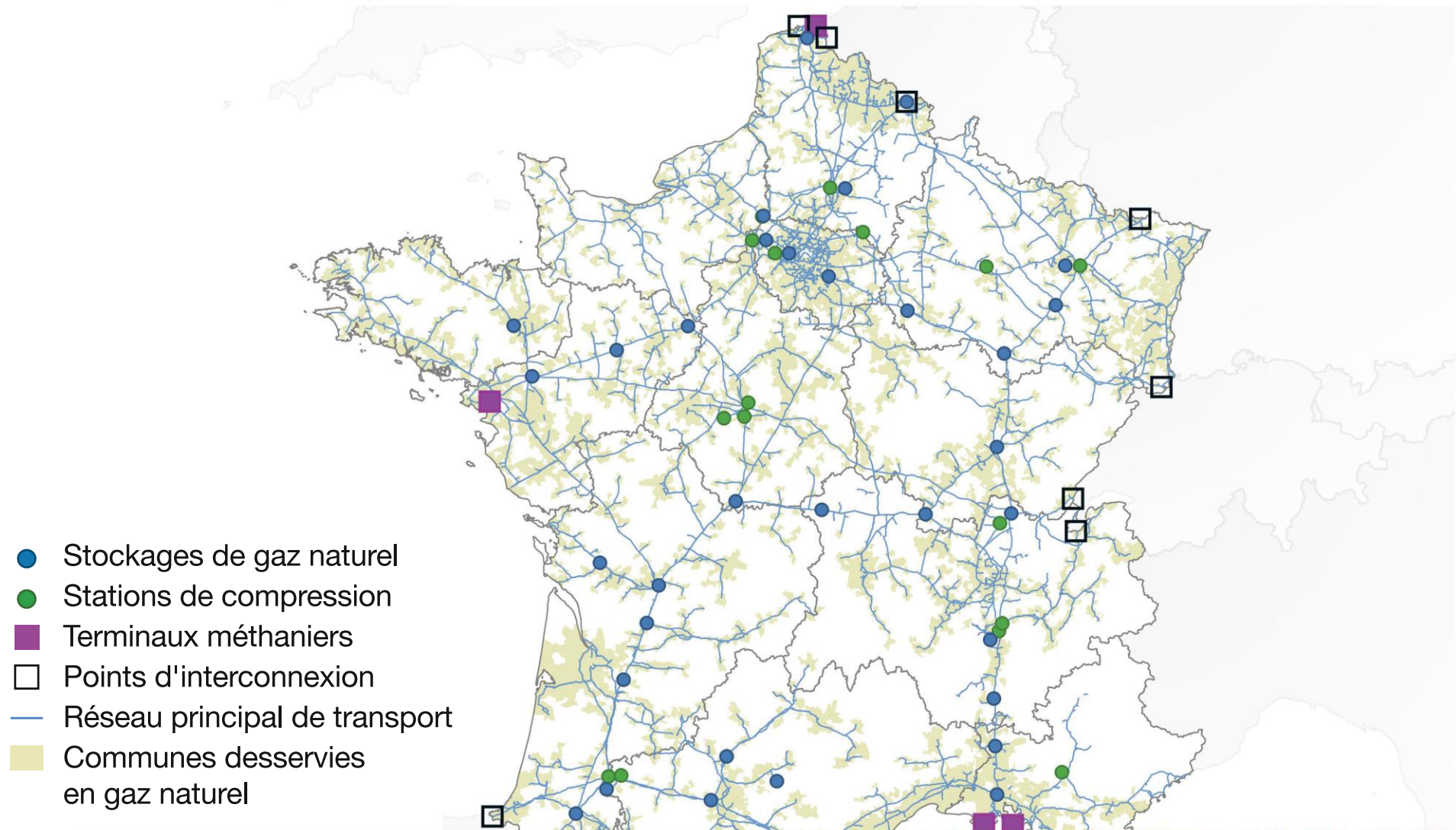
In 2022, 4.2 Bcm\* produced from 1323 plants =>5-8 Mt CO<sub>2</sub> coproduced, that is roughly ~ 2000-3000t CO<sub>2</sub>/yr/plant  
**Small local pilot CCS could be experimented in key places with budget range 1-10 M€.**  
**In case of success, payout period could be less than 10 years.**

Europe can and should start exploring its carbon underground

Sedimentary basins in Europe



# Situation au 31 décembre 2021



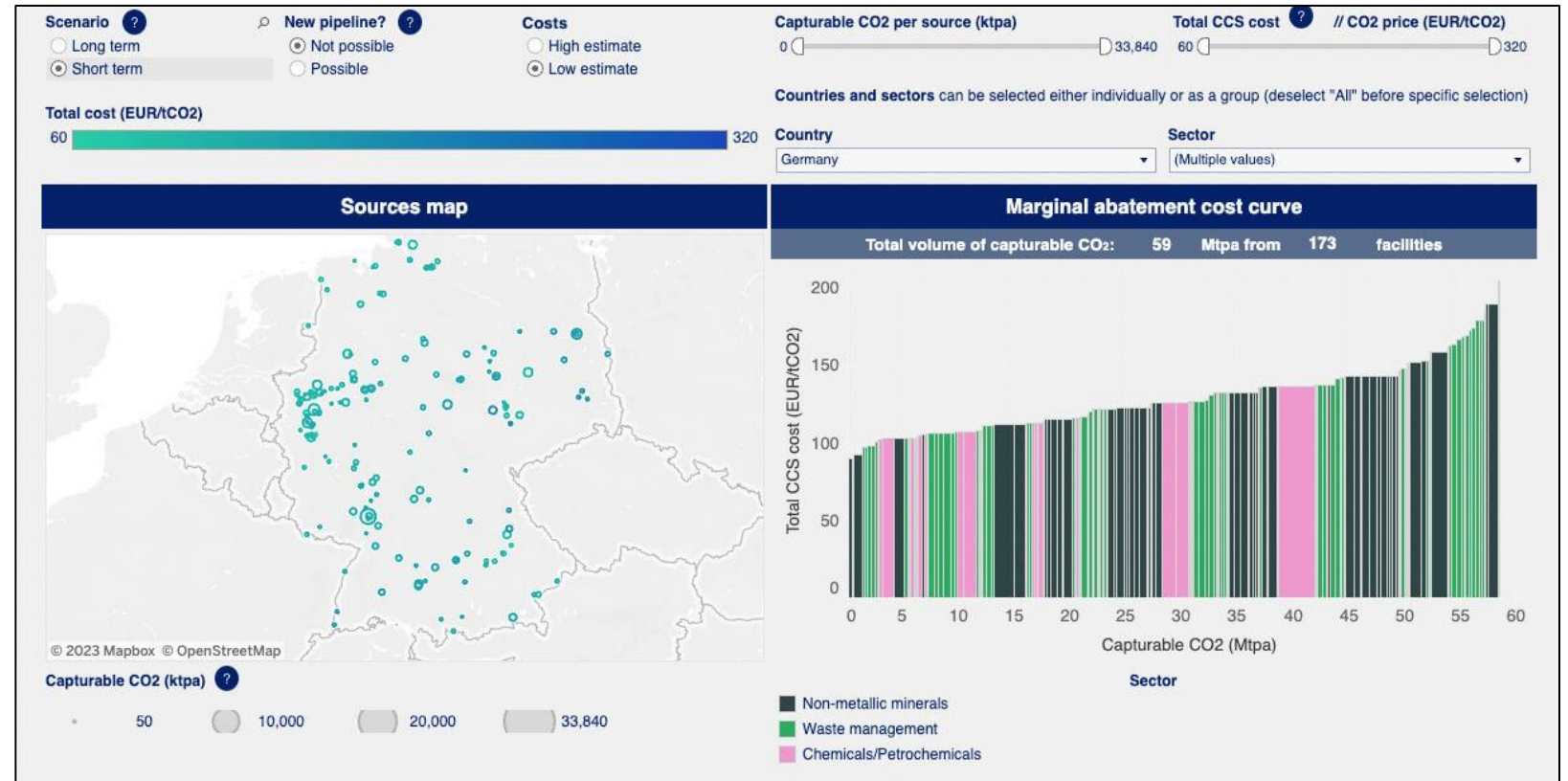
# BECCSS : economic aspects

Cost vary strongly as a function of

- CO<sub>2</sub> source (industry)
- reservoir type
- distance to storage
- type of transport

Example 1

European fossil carbon emission



Interactive tool for Europe

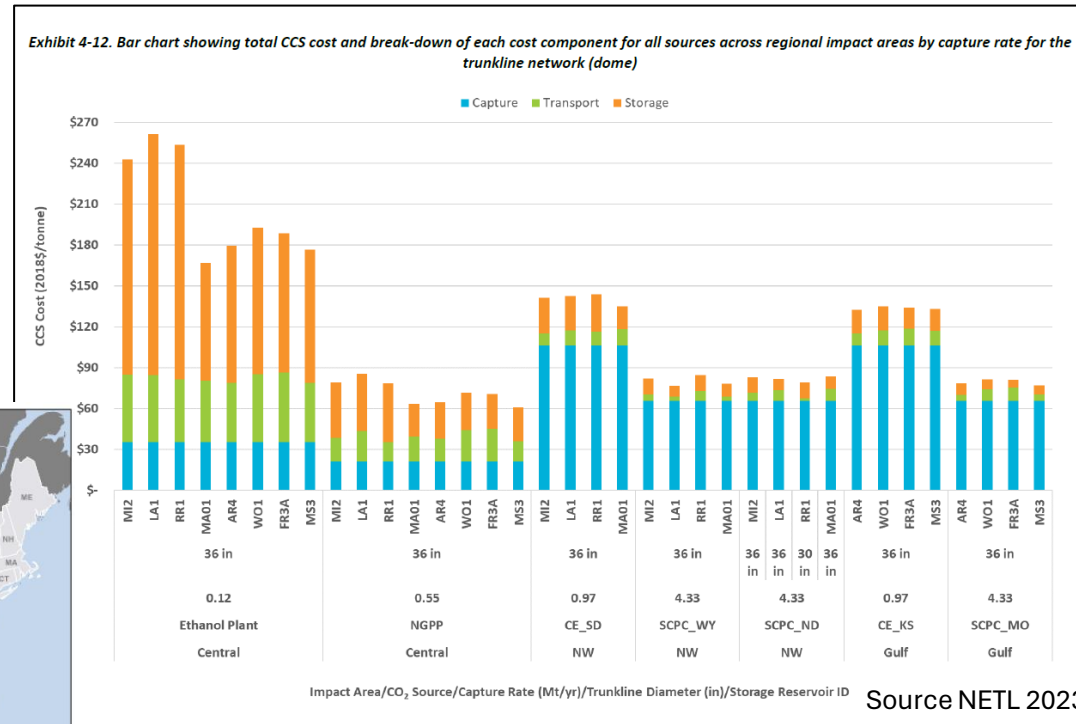
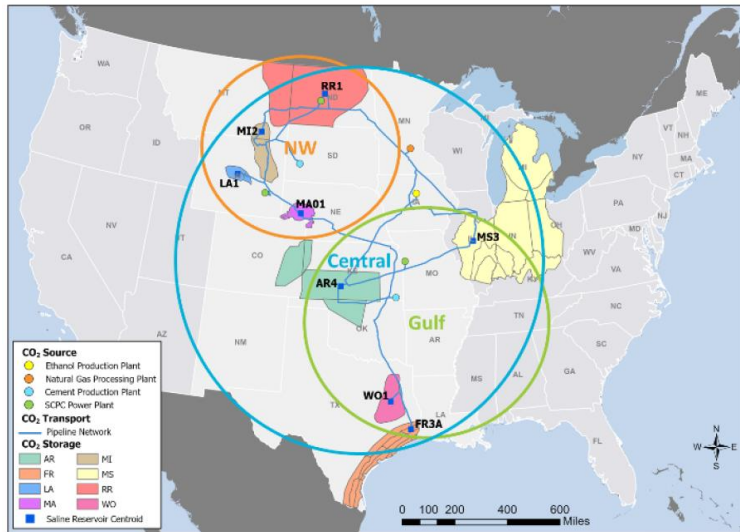
<https://www.catf.us/fr/2023/02/mapping-cost-carbon-capture-storage-europe/>



# BECCSS : economic aspects

Cost vary strongly as a function of

- CO<sub>2</sub> source (industry)
- reservoir type
- distance to storage
- type of transport



Example 2  
US Ethanol Industry



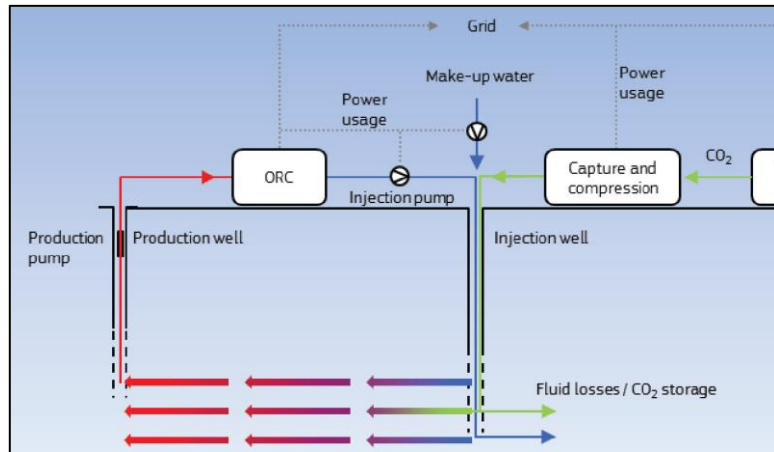


# **BECCSS : it is now time to STOP PROCRASTINATING !**

## **Urgent small scale testing is needed everywhere**

### **It should be geared by a direct involvement of local actors and authorities**

Combining CCS with geoenery



Source : E. Miranda-Barbosa et al.

**More entrepreneurship and actions should be promoted locally concerning subsurface activities, that is :**

- Intense geological exploration in all bioenergy regions, including geothermal, native hydrogen and dissolved metal exploration
  - 3D seismics
  - Exploratory drilling and experiments
- Agressive laboratory and pilot test programs

**Local authorities and industries should be encouraged to initiate field testing under strict control of national/european regulators.**

# **BECCSS**

## **Bio Energy Carbon Capture Storage and Sequestration**

### **Conclusion**

**Experimenting to  
store or sequester CO<sub>2</sub> underground NOW  
is better than continue dumping it in the atmosphere !**

# More on EOSYS (click on logo)

- COP26 : [Geological Net Zero \(GNZ\)](#) \* (click on links)
- COP27 : [ACP Energies \(France\) makes Six Recommendations for COP27](#) \*
- COP28 : [Three proposals for COP28 aimed at the " Fossil Carbon Complex"](#) \*
- Decembre 2023 : [Recommendations to the French Government for the energy and the climate](#) \*

## Statement on prospective vision about energy transition

- Hydrogen will replace carbon for heat & electricity generation (development of mobile & static fuel cells)
- Bio and e-fuel's carbon will be the preferred hydrogen vector and will be recycled in e-fuels and biosphere
  - CO<sub>2</sub> will be collected at fuel cell's locations for reuse or geological removal
- Development of (bio)carbon based energies can accelerate carbon removal from the atmosphere

(\* ) published with [ACP Energies Association](#)