

UNIVERSITÉ

Afterres 2050

2, 3 et 4
février 2021

Solagro

Le stockage du carbone: nécessité, options, limites

Sylvain Doublet – Association SOLAGRO – Activité Bioressources

Ordre du jour

▲ 11h00 – 11h30

- *En plénière*
- Présentation « Le stockage du carbone: nécessité, options, limites »

▲ 11h30 – 12h00

▲ 12h30 – 12h30

En sous groupes :

- solutions fondées sur la nature
- Solutions technologiques
- Répartition aléatoire
- 12h00 – inversion des groupes

▲ 12h30 – 12h40

- *En plénière*
- Présentation des prochaines étapes

2°C



De quoi parle-t-on ?



D'un sujet incontournable pour:

- Contenir le réchauffement climatique « bien en dessous » des 2°C. par rapport à 1750
- « compenser » le retard pris par les pays responsables dans la baisse rapide de leurs émissions
- Objectif « neutralité »



Une définition globale



- l'ensemble des actions permettant de réduire « ex-post » la quantité de CO2 atmosphérique



- Réduction / suppression à la source (ex.: charbon vers éolienne)



- Capturer le CO2 émis

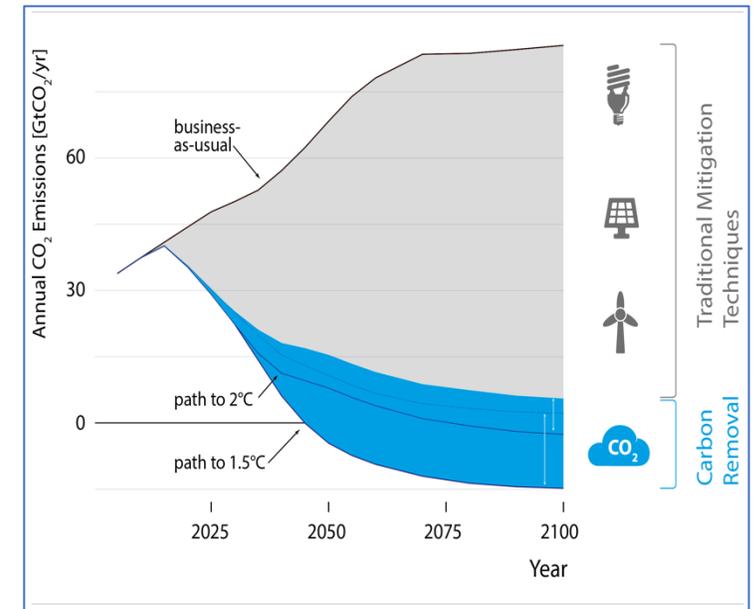


- Retirer le CO2 atmosphérique – « émissions négatives »



- Ne concerne pas les autres GES (N2O et CH4)

2°C



Stocker du carbone, équation globale

▲ Budget carbone « terre »

- 420 Gt d'éq. CO₂ soit 10 ans au rythme actuel (43 Gt CO₂/an en 2019)
- 2 chances sur 3 de rester < 1.5°C.

▲ Neutralité, quel est le bon rythme? :

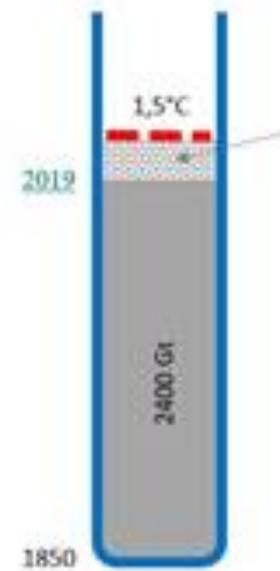
- « il se faut pas atteindre la neutralité en 50 ans »
- Il ne faut pas atteindre la neutralité en ayant émis plus que notre « quotas »



- 20 ans max pour agir massivement : atténuation + stockage

▲ Stocker du carbone pour :

- Compenser les GES « inévitable » (alimentation)
- Soutenir l'effort pour atteindre la neutralité



Stocker massivement du carbone n'est pas une option

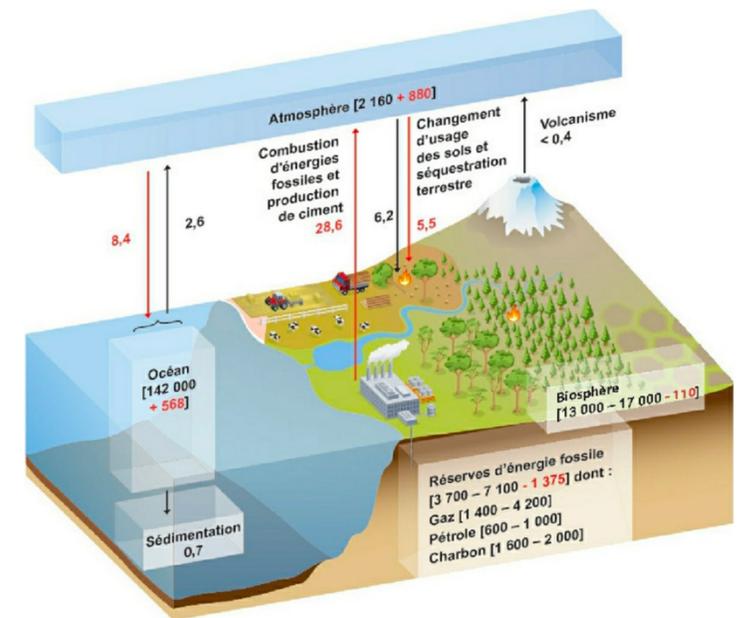
Stocker du carbone, comment?

▲ 2 grandes familles

- Basée sur la nature : Photosynthèse (sur terre et dans les océans)
- Basée sur des process industriels

▲ Basé sur la nature

- Du carbone organique et minéral dans : les sols, les sous-sols, les océans
- La **végétation** aérienne (**ligneuse**) et sous-marine
- !Nature! : émettrice de carbone (respiration, oxydation)
- **Puits de carbone** si :
 - La biomasse augmente
 - Matière organique des sols augmente
- **Émetteur de carbone** si : 
 - La biomasse diminue (ex.: déforestation)
 - Les sols se dégradent
 - Si on « agresse » les écosystèmes terrestres et marins



Sur les 10 dernières années, les puits naturels ont absorbé 50% des émissions anthropique

Maintenir les puits est déjà un enjeu majeur en soi 



Stocker du carbone, comment?

▲ Process industriels

- 100% artificiel

▲ ○ Carbone capture and storage – CCS

- Capture à la source
- Foyers d'émissions concentrées (centrales charbon)
- R&D, coûts importants

▲ ○ Direct air capture – DAC

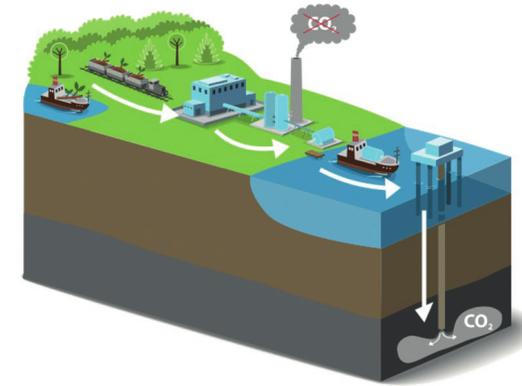
- Filtration
- Capture de CO₂ diffus
- Très énergivores

▲ ○ Géo-ingénierie marine - GIM



Potentiel limité à court/moyen terme

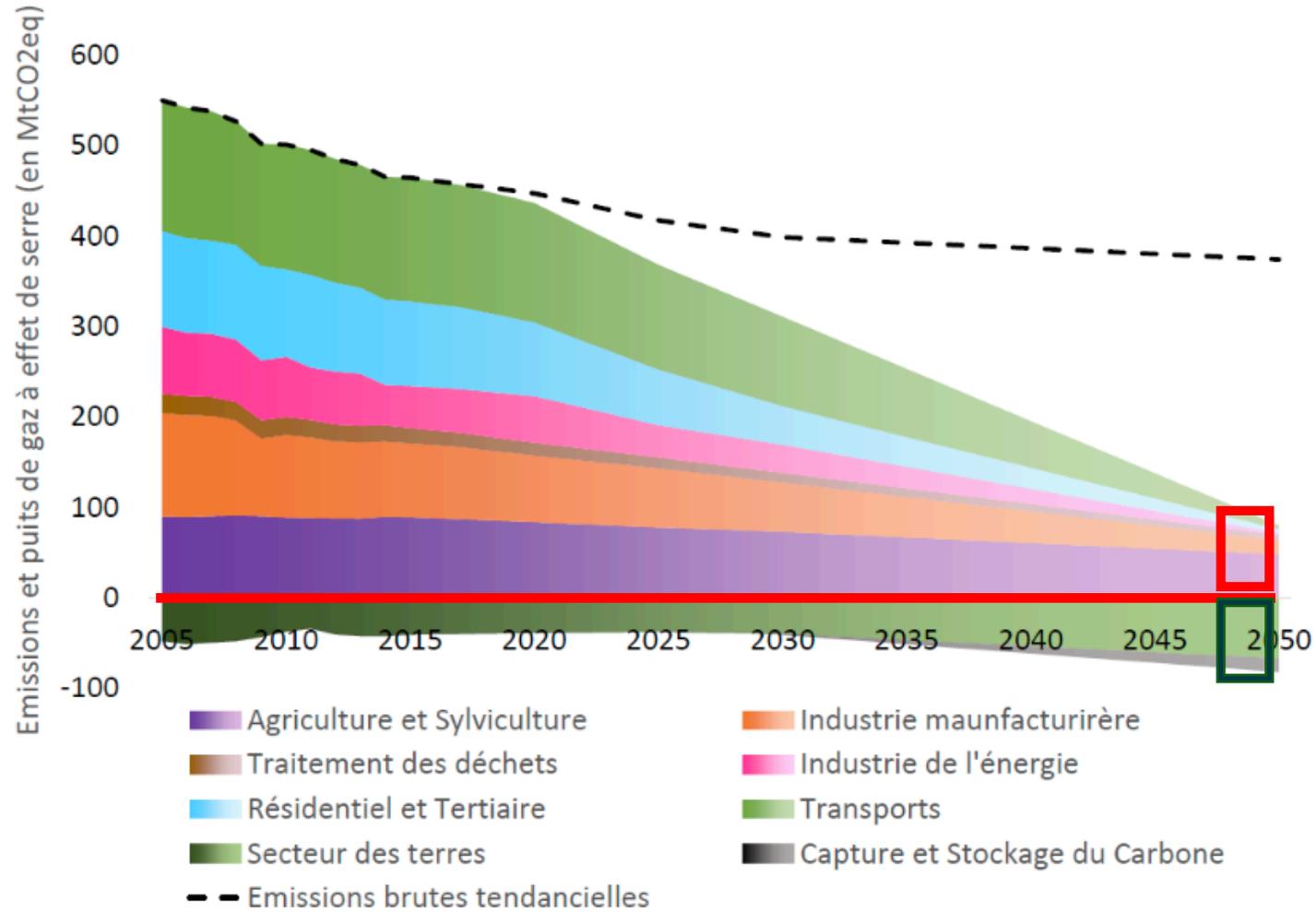
Photosynthèse
et
Technologie



BE CCS
BioEnergie
& CCS



Cas France, la SNBC



Atténuation
(/6) ET
Stockage (X3)

Agriculture:
-46%
(base 2015)

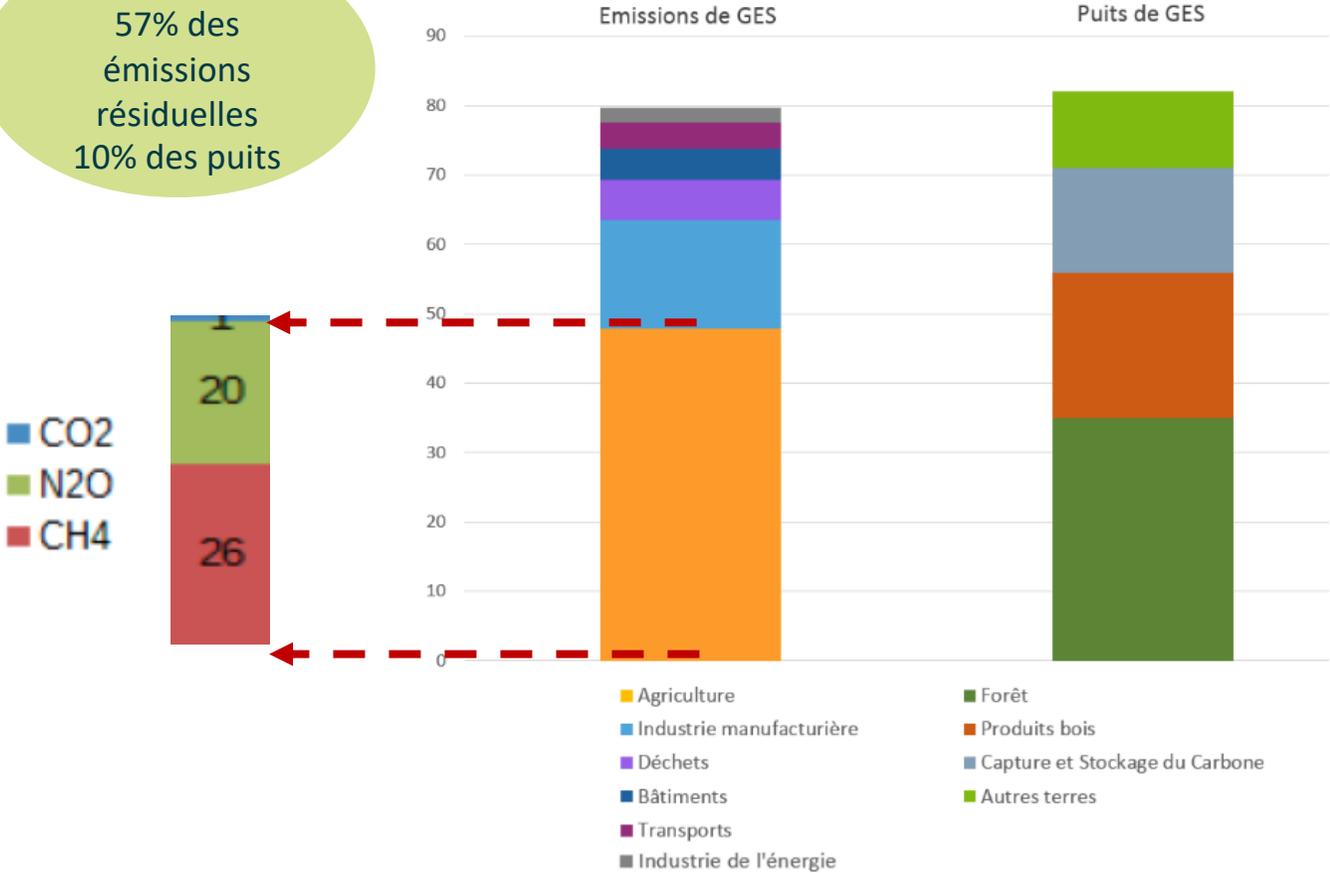
Transports –
bâtiments –
énergie:
-95%
(base 2015)



Cas France, la SNBC

EN 2050

Agriculture:
57% des émissions résiduelles
10% des puits



Forêt – Bois
68% des puits annuels

Bois
20 Mt CO2

CCS
15 Mt CO2
Dt 10 BECCS

sols
10 Mt CO2

Stocker du carbone sur terre via des solutions naturelles

▲ Initiative 4 pour 1000

- 4 pour 1000 ?
- Périmètre sols agricoles
- Potentiel « max » : 31 MtéqCO₂/an (7% des émissions 2019) – En France

▲ Les limites de 4 pour 1000 :

- Sol, stock limité et réversible
- Hypothèses très optimistes
- Toutes choses égales par ailleurs

▲ Boisement / reboisement

- Potentiel élevé
- Point de vigilance :
 - Concurrence d'usage des terres
 - Concurrence alimentaire
 - Co-bénéfice : biodiversité
 - Impacts du changement climatique



Levier réel mais insuffisant


Dynamique en cours :
déforestation
(5 Gt CO₂/an)



Changer nos régimes alimentaires

Stocker du carbone dans les océans

▲ Mécanismes « naturels »

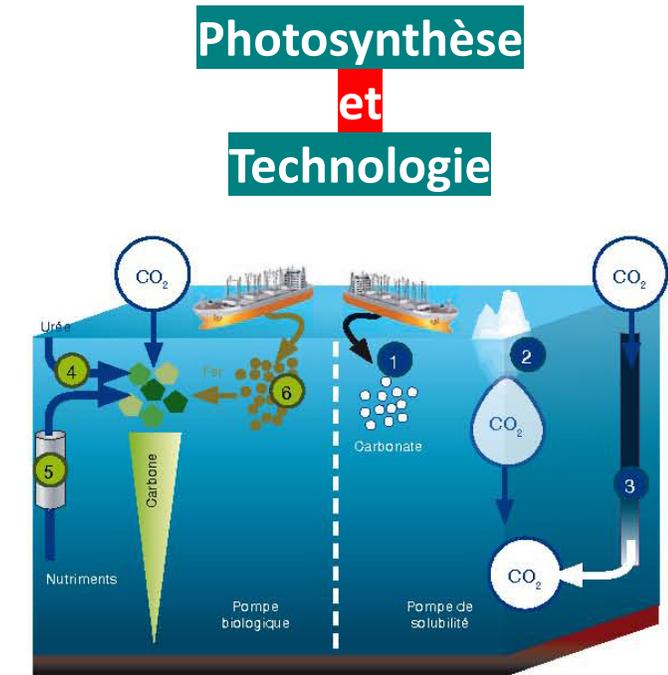
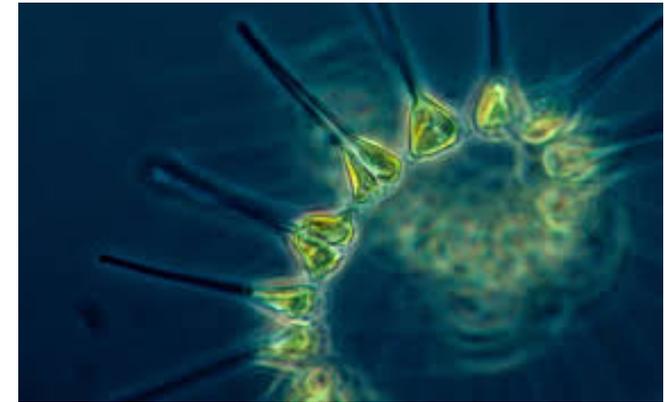
- Voie chimique ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ – acide carbonique)
- Voie biologique (phytoplancton; algues?)
 - ↳ • Accumulation sur les fonds océaniques (forme minérale)

▲ Les limites : « mauvaise état des océans » !

- Stocker par voie chimique = acidification
- Ennemis de la biodiversité marine
 - Acidité / Réchauffement
 - surpêche / pollutions diffuses

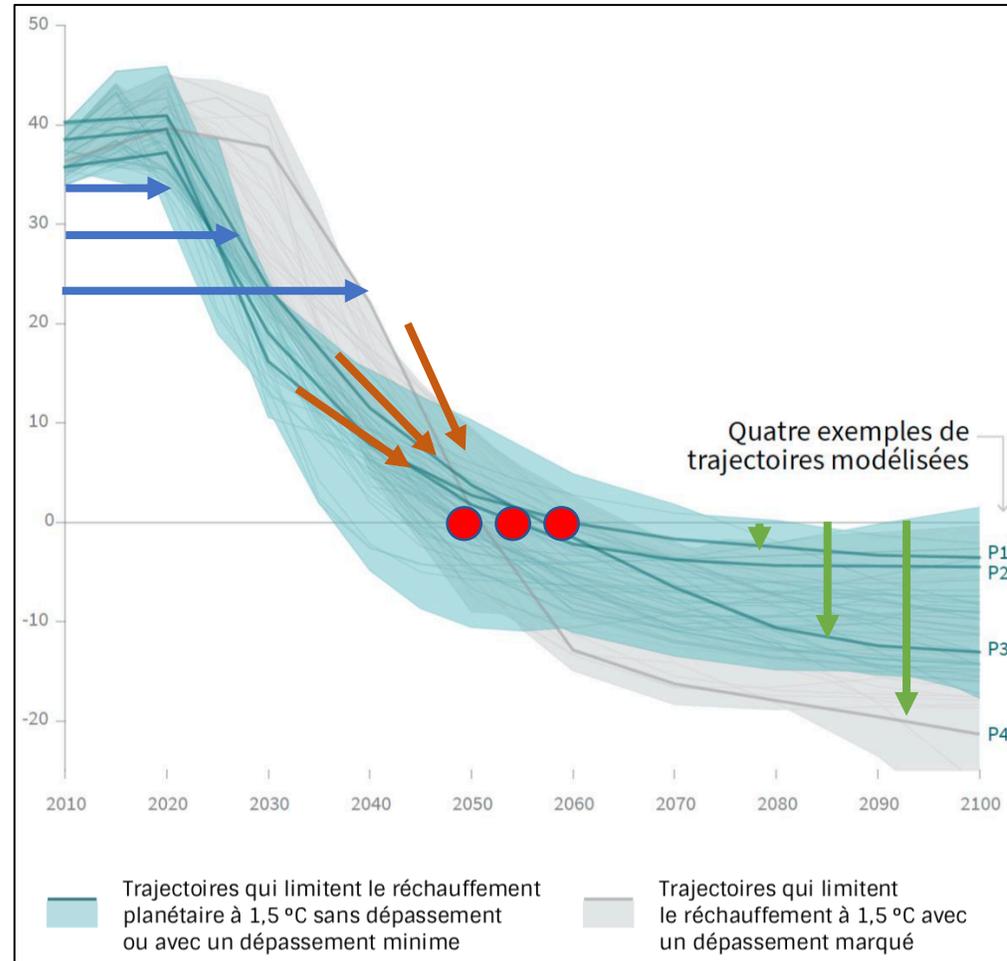
▲ Mécanismes « industriels » - géo-ingénierie marine

- Développer le « puits océanique »
- Fertilisation océanique: Fer ++, phytoplancton ++
- Stimulation de l'acidité: épandage de poussière de roche (calcaire acide carbonique \rightarrow carbonates)
- Limites : Les risques ? Délais de déploiement?



Stocker du carbone – Les scénarios 1.5°C. du GIEC

4 trajectoires 1.5 parmi 90
scénarios: **P1 – P2 – P3 – P4**



· Évolution des émissions nettes annuelles de CO₂ dans les scénarios 1,5 °C analysés par le GIEC et les quatre trajectoires type illustratives (GtCO₂/an)
Source : GIEC (2018)

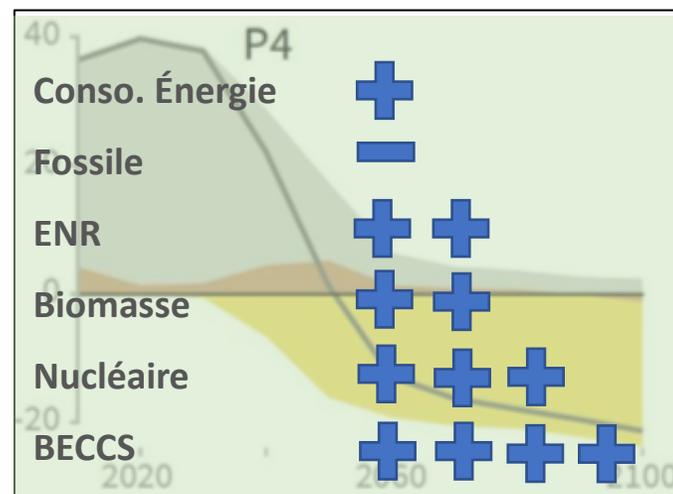
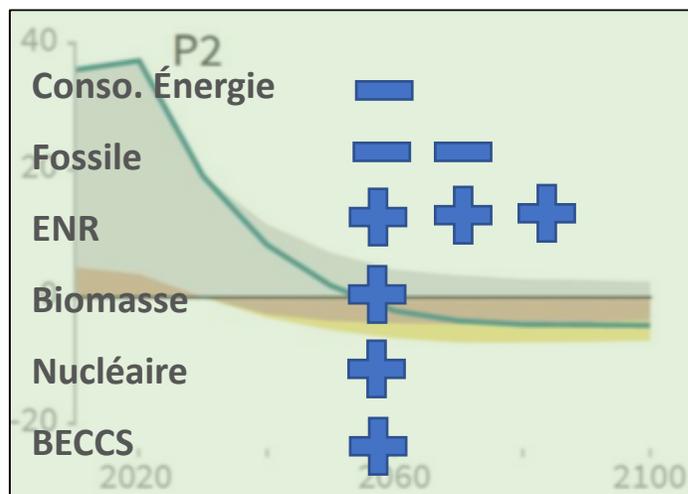
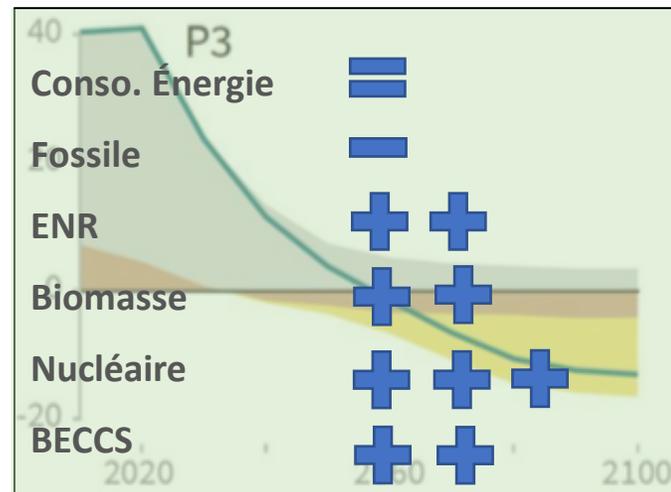
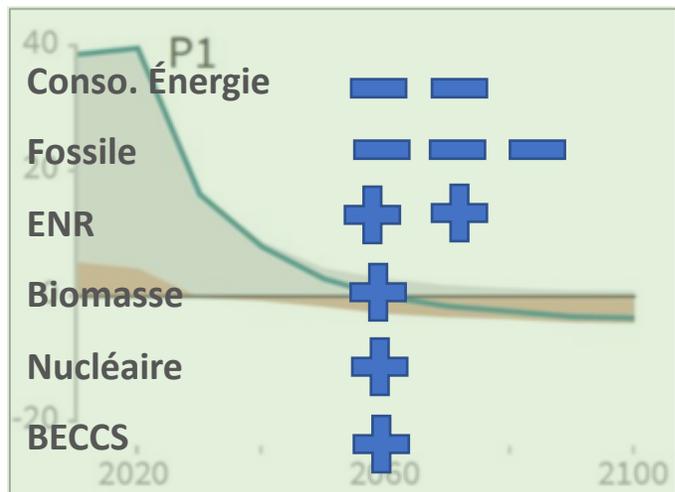
Des trajectoires **sans**
dépassement P1 P2 P3

Des trajectoires **avec**
dépassement P4

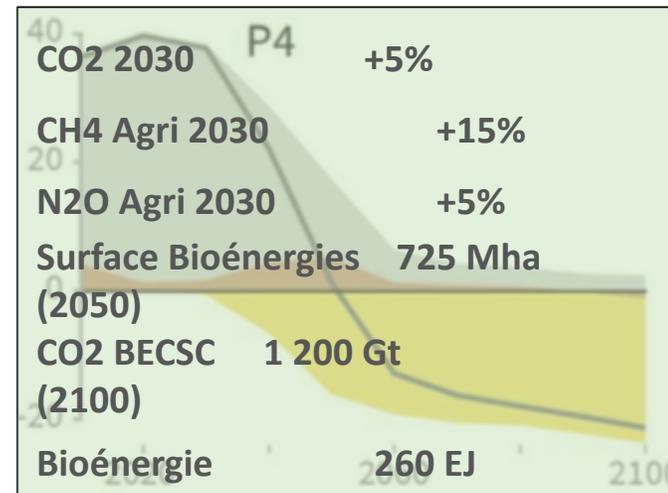
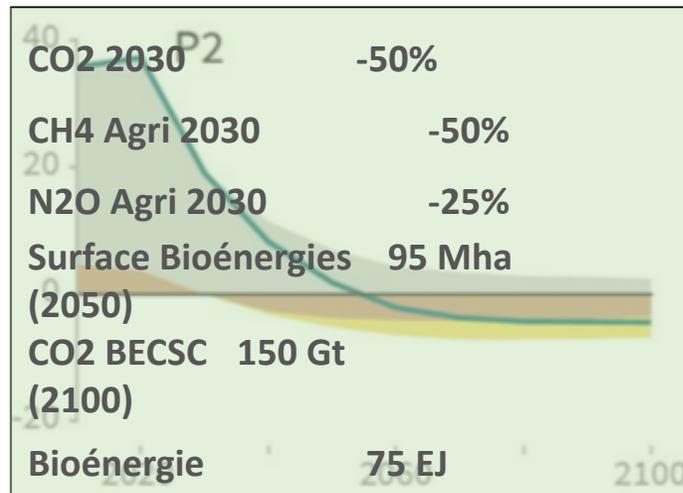
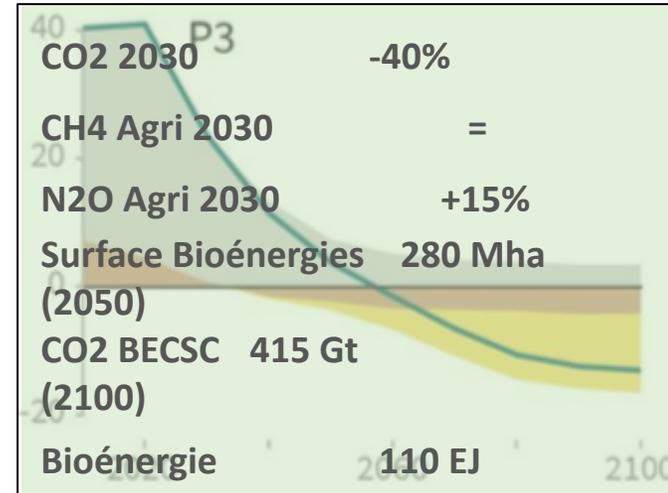
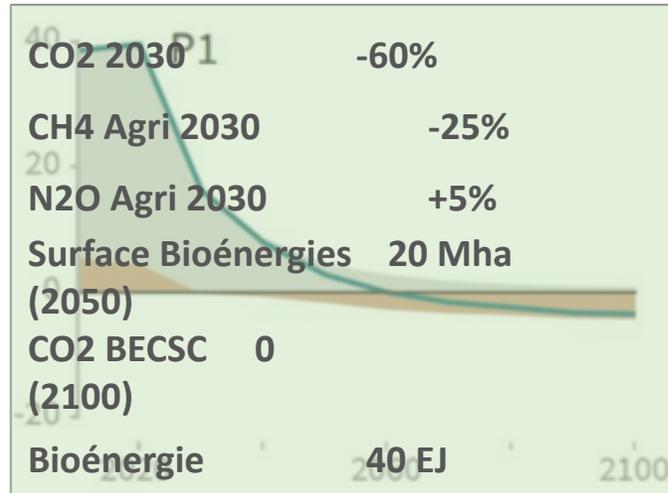
Des trajectoires **qui se**
distinguent par :

- **Date de début de l'action**
 - **Vitesse d'action**
 - **Date du ZEN**
- **Volume d'émissions négatives**

Stocker du carbone – Les scénario 1.5°C. du GiEC



Stocker du carbone – Les scénarios 1.5°C. du GiEC



Monde : entre 1 600 et 1 900 Mha terres arables

Solutions technologiques, mythe ou réalité?

▲ Cas de la France

▲ Produits bois - 20 MtCO₂

▲ CCS - 15 MtCO₂ dont 10 de BECCS (bois)

↳ très dépendant de la forêt « productive », rudes débats sociétaux (en cours) ⚠

Structuration de la filière construction pour incorporer du bois dans des proportions massives.

▲ CCS:

Capture CO₂ OK (coût très élevé)

Séquestration (couches géologiques profondes):

⚠ Disponibilité des sites ?

Fiabilité à long terme ?

Acceptation sociale ?

▲ Forêt & sols agricoles – 45 MtCO₂

Augmentation des puits actuels

↳ Très optimiste (Cf. 4/1000, impact du climat) ⚠



Conclusions

- ▲ Un débat sur le stockage de carbone plus « **mûr** »
- ▲ Un débat qui s'éloigne de « **l'illusionnisme technicien** »
- ▲ Meilleure maîtrise du champ des possibles, des contraintes et des incertitudes
- ▲ Les **limites** des solutions **fondés sur la nature** :

Concurrence d'usage des sols

Impact du changement climatique 

Mauvaise état des milieux (terres, forêts, océans) 



Maintenir les puits naturels est déjà un enjeu majeur en soi

- ▲ Les **limites** des **solutions technologiques**:

Dépendant du prix de l'énergie

Solutions pour le long terme

Quels risques ? Durabilité ? Acceptation ? 



Au final

Potentiel limité dans les 50 prochaines années

Priorité à la **baisse drastique des émissions**

Coupler **stockage** et **bon fonctionnement des écosystèmes**

