

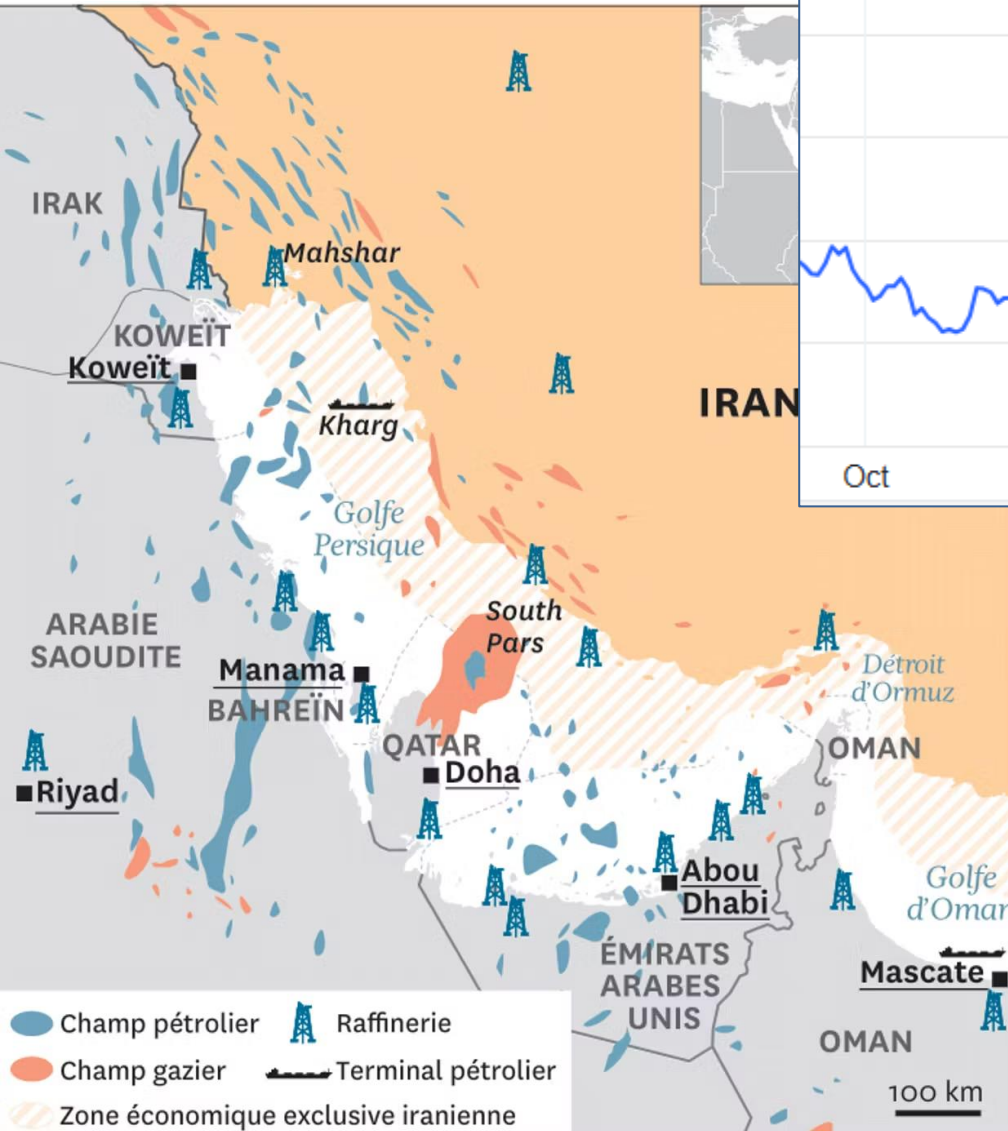
Carbone fossile, carbone vivant

Climat & biodiversité

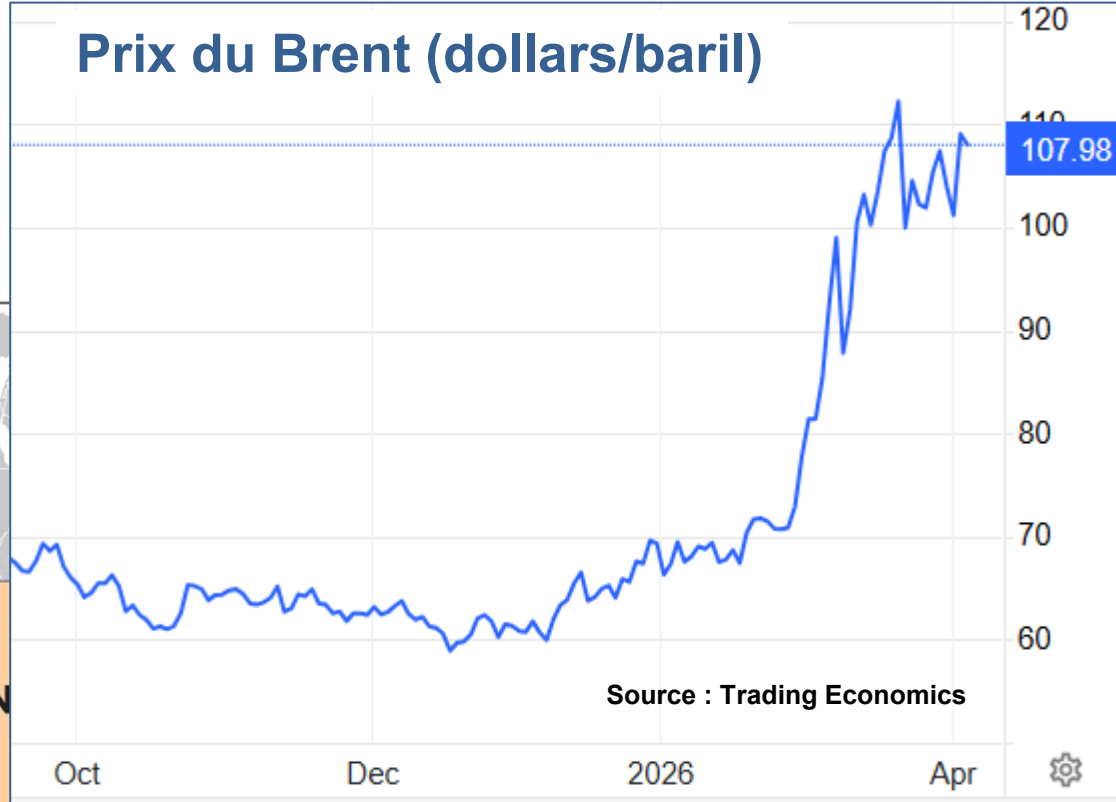


CentraleSupélec
Christian de Perthuis
avril 2026

La guerre au Proche-Orient



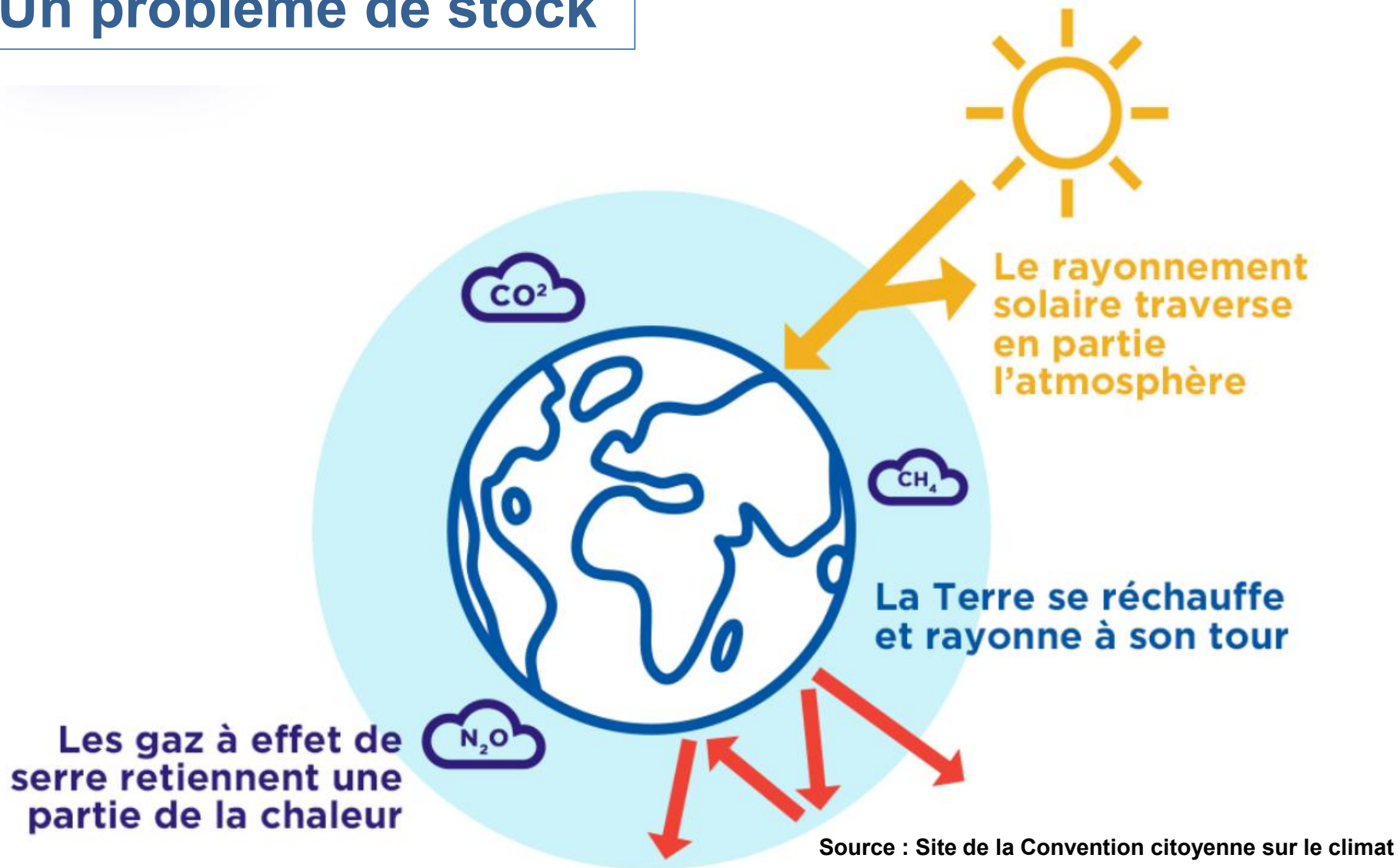
Prix du Brent (dollars/baril)



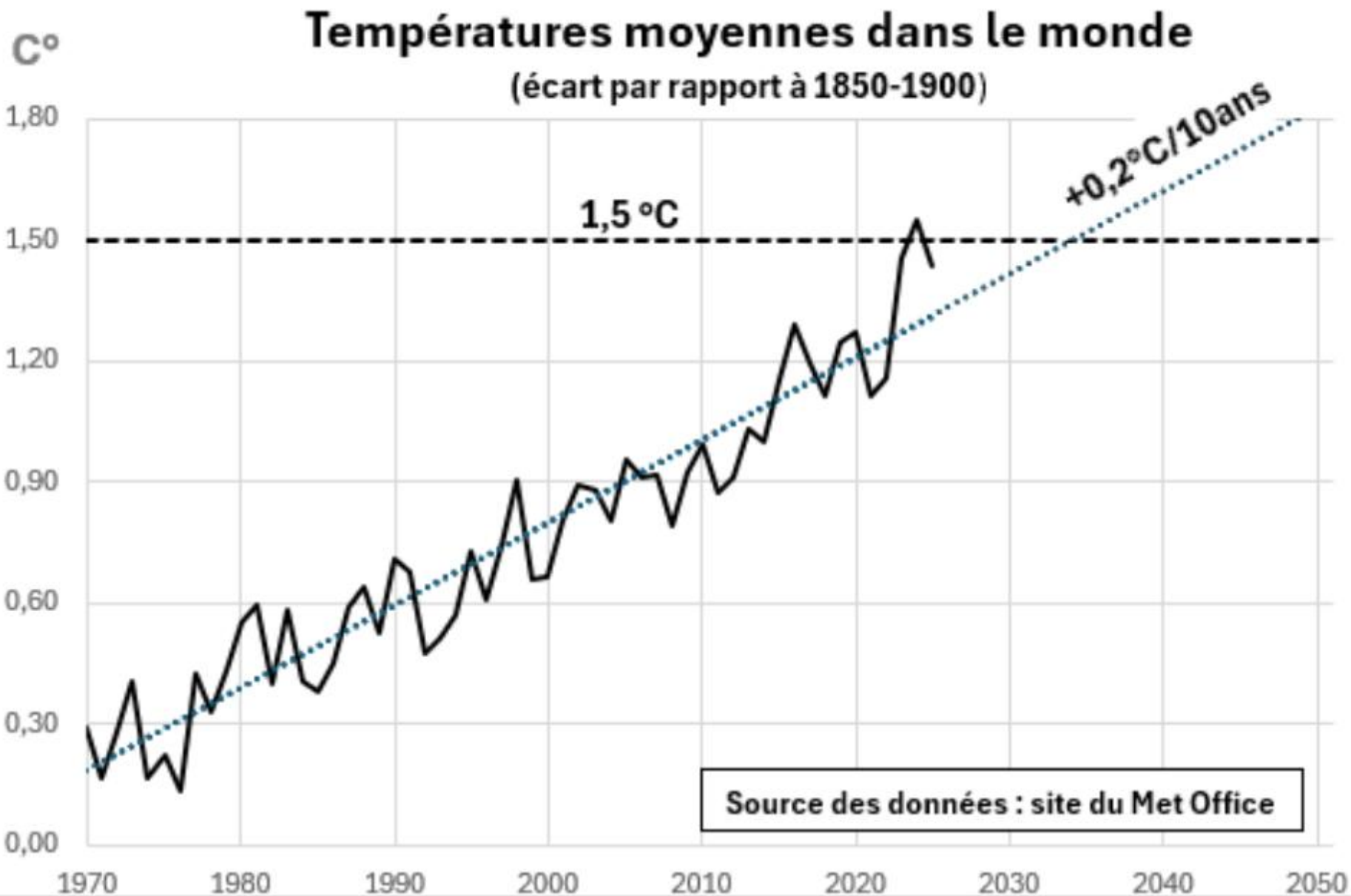
- **Économie : un choc récessif**
- **Une bonne affaire pour la transition énergétique ?**

Le climat

Un problème de stock



Le temps qu'il reste



Les deux jambes de la transition bas carbone

Carbone fossile



Charbon, pétrole, gaz : 70 % des émissions mondiales de GES
Introduire de la rareté

Carbone vivant



Agriculture & Forêts : 25 % des émissions de GES. Puits de carbone
Investir dans l'abondance du vivant

Carbone fossile : de l'addition à la soustraction

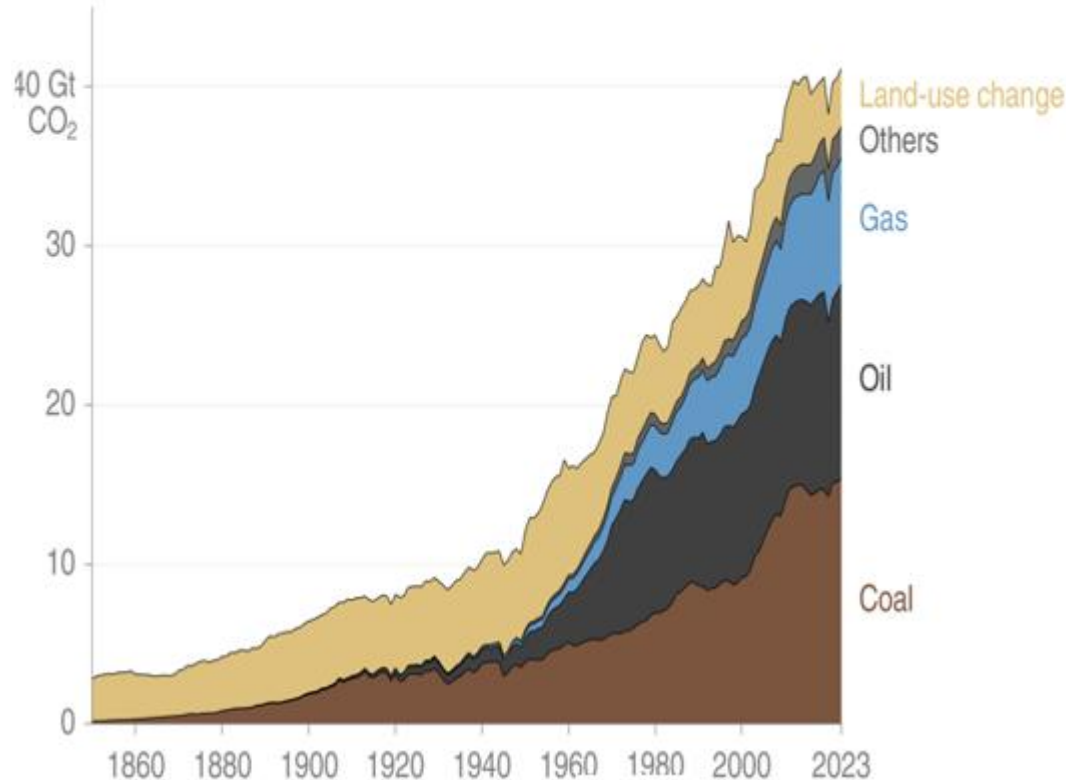
**Modèles historiques :
Logique additive**



**Transition bas carbone :
Logique substitutive**

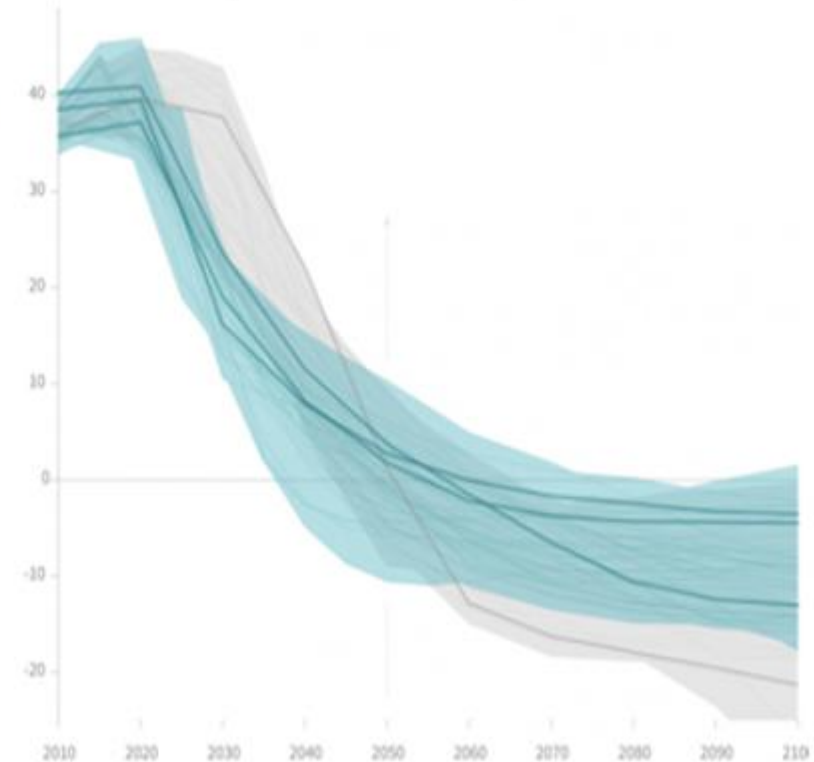
Emissions mondiales de CO₂

Annual Global Emissions



Source : Global Carbon Budget (2024)

Trajectoires GIEC 1,5/2°C



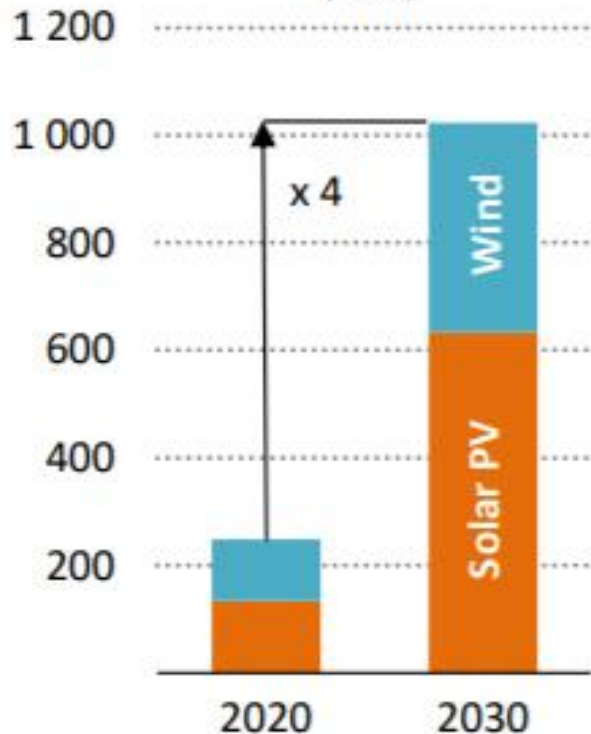
Source IPCC, Rapport 1,5°C

Les trois leviers de la transition

(Scénario « Net Zéro » de l'AIE)

L'offre d'énergie :
Investir & désinvestir

Capacity additions
(GW)



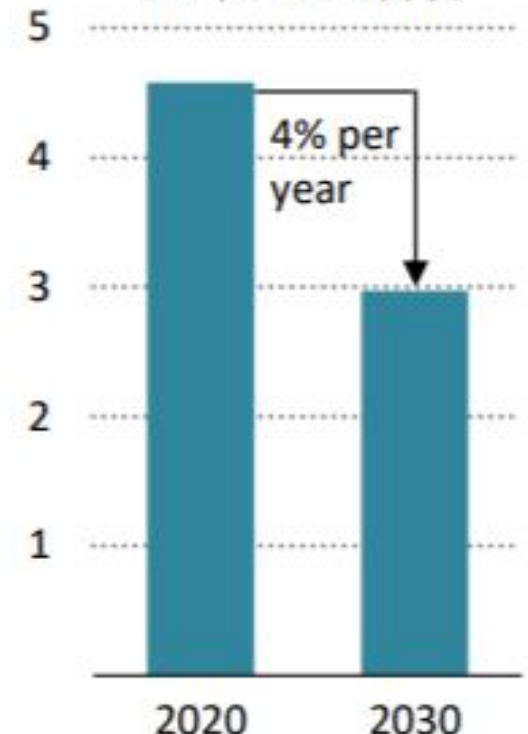
Demande d'énergie
Électrification & sobriété

Electric car sales
(millions)



L'efficacité
Effet rebond

Energy intensity of GDP
(MJ per USD ppp)



Note: MJ = megajoules; GDP = gross domestic product in purchasing power parity.

La bascule vers les énergies de flux

Solar photovoltaic



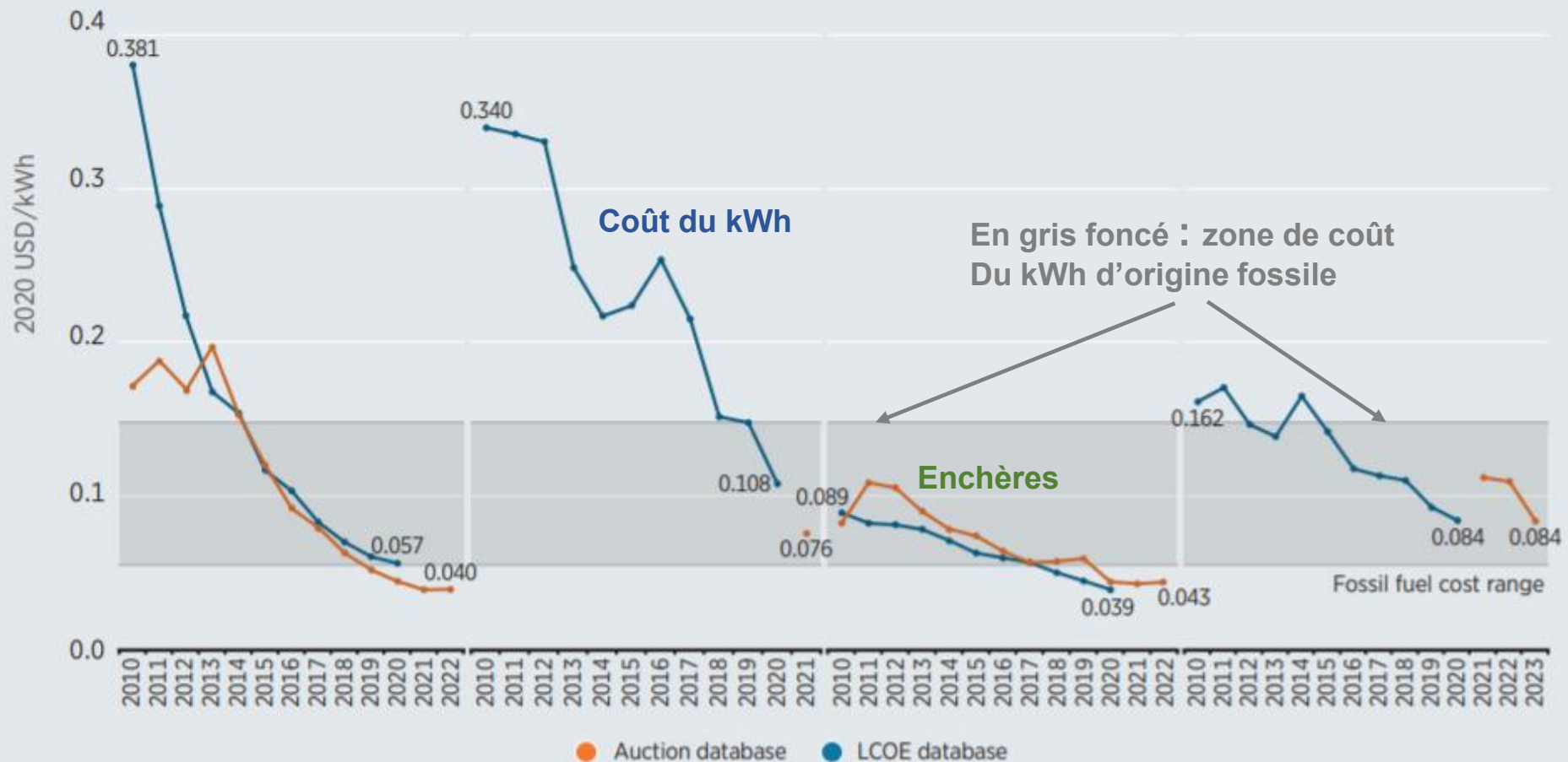
Concentrating solar power

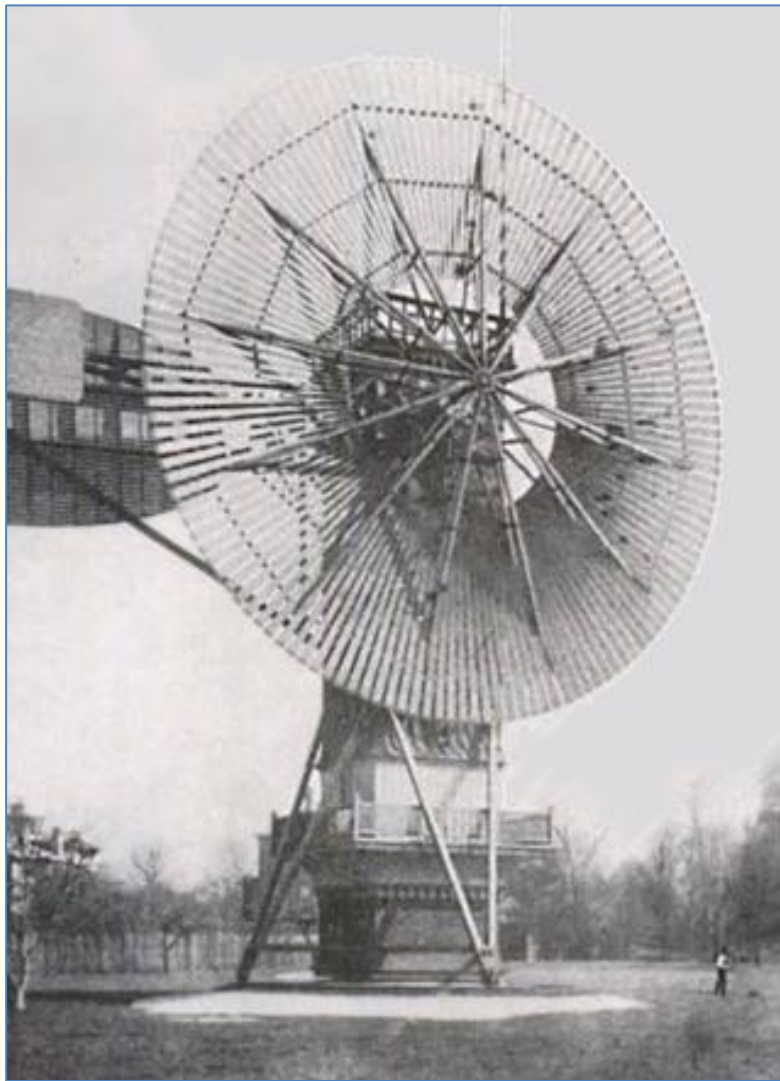


Onshore wind

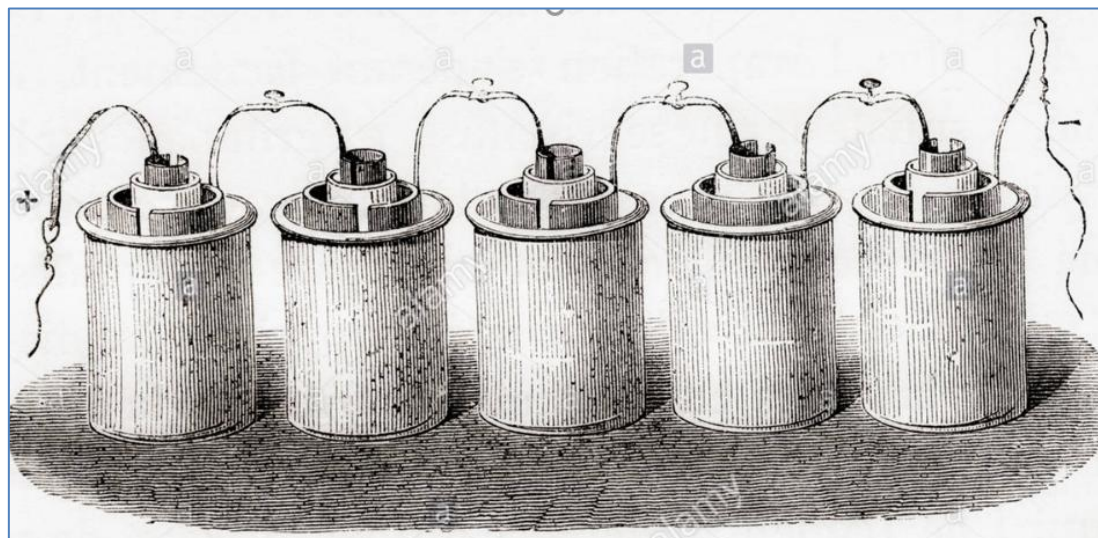


Offshore wind

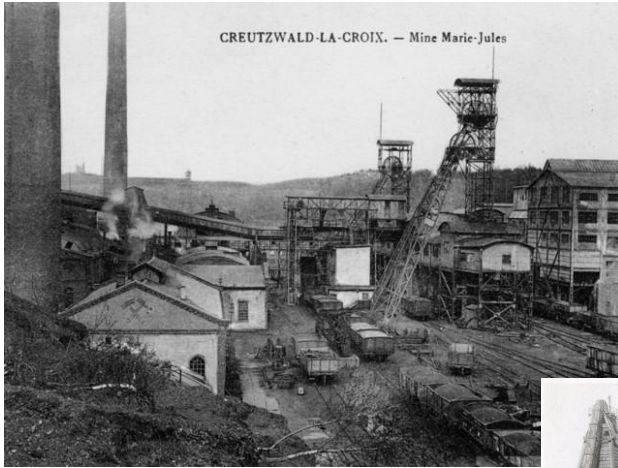




Quelle sont ces étranges machines ?



Les fossiles font de la résistance



**Le charbon :
énergie du XIX^o siècle ?**

(Dernière mine de charbon du bassin de la Houve fermée en 2004)



**Le pétrole :
énergie du XX^o siècle ?**

(Gisement de Bakou vers 1900)

**Le gaz d'origine fossile :
énergie de transition ?**

(Plateforme de Aasta Hansteen, Norvège 2018)



Europe : accélérer ou rétrograder ?

**Prix du quota de CO₂ sur le marché européen
(contrat à terme échangé sur le marché secondaire)**

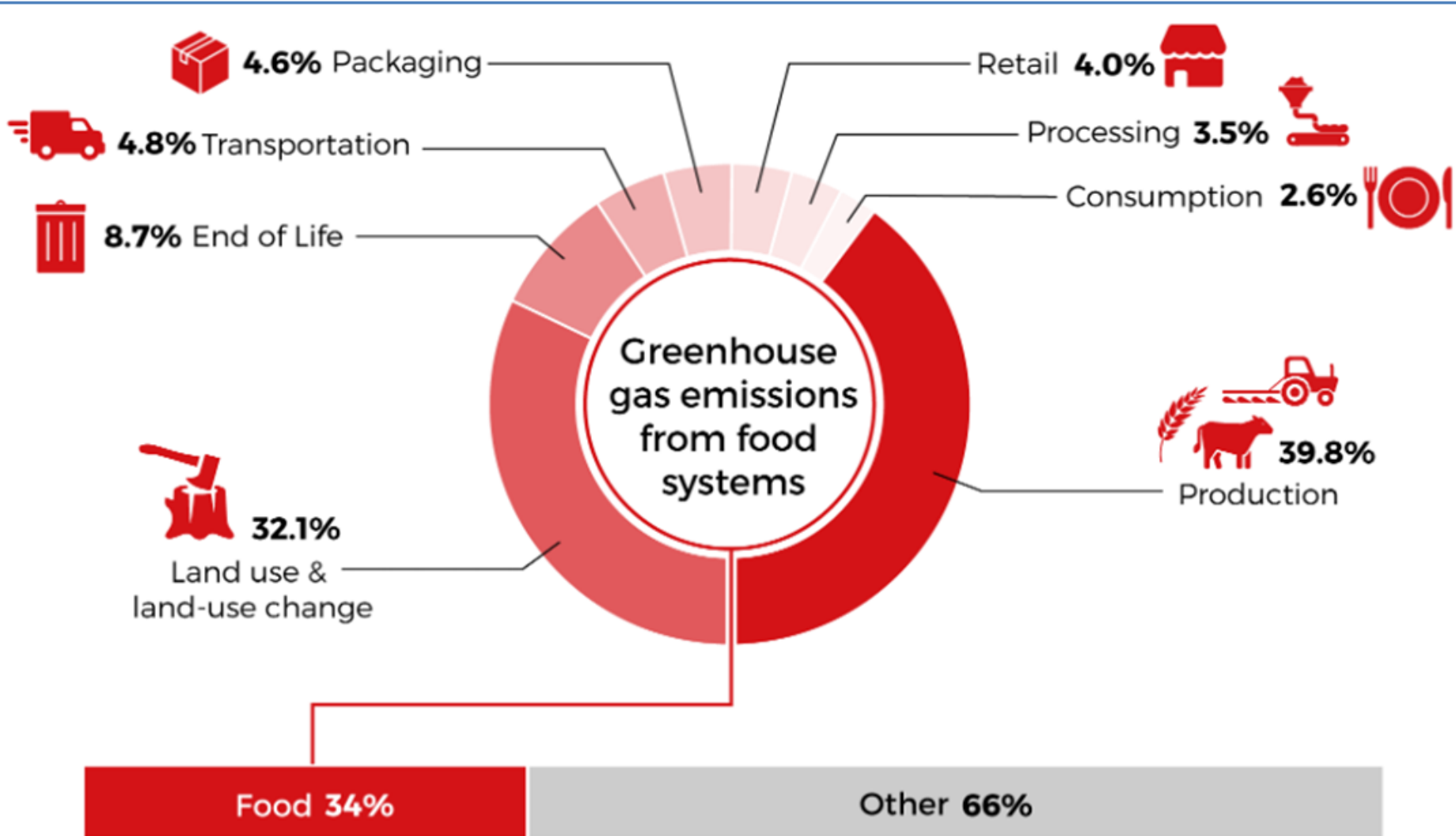
€/t CO₂



Source : Trading Economics

Carbone vivant :

Le contenu de nos assiettes = 1/3 des émissions mondiales

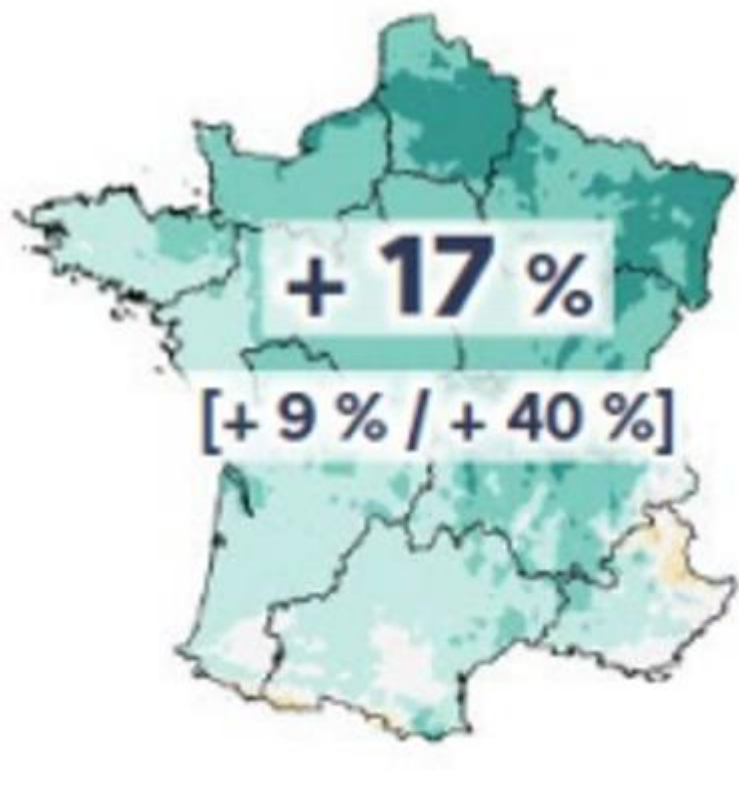


(Source des données, FAO, 2021, reprises dans le 6^e rapport du GIEC)

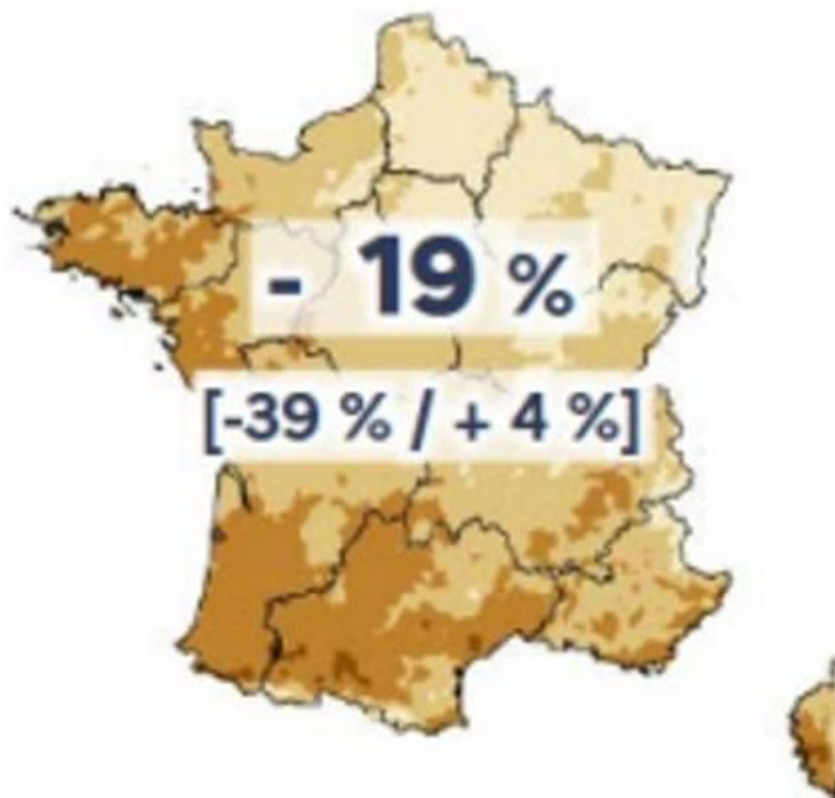
Une France à + 4°C : quelles précipitations ?

(Source : Plan national d'adaptation au changement climatique)

Précipitations hiver
TRACC2100 vs 1976-2005



Précipitations été
TRACC2100 vs 1976-2005



Variations en %





Stratégies d'adaptation face au réchauffement

Adapter le matériel vivant (le « phénomobile » de l'INRAE)



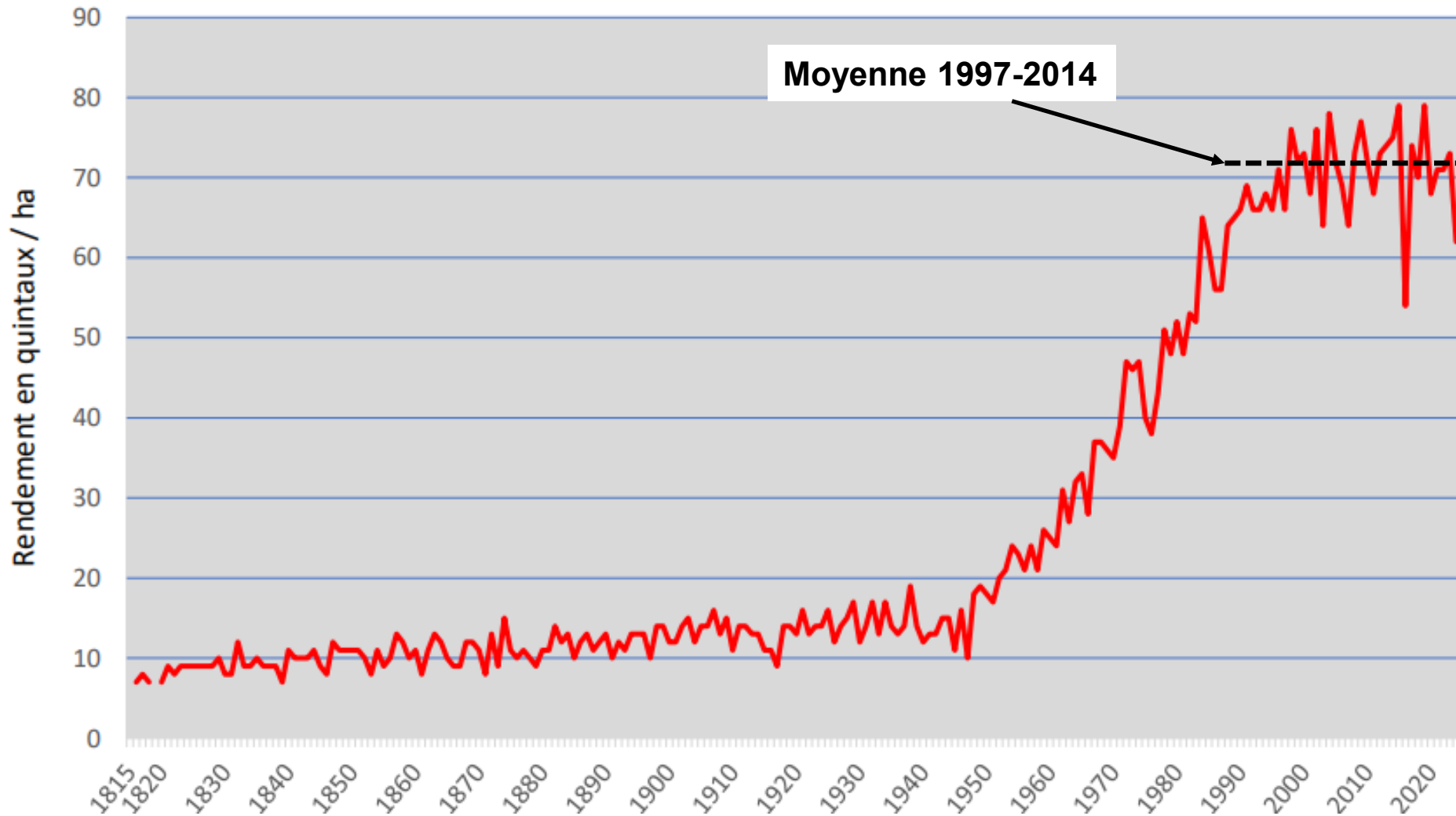
Déplacer les aires de production (vignoble au sud du RU)

Diversifier les assolements (vulnérabilité des monocultures)



La hausse des rendements : une histoire déjà ancienne !

Rendement à l'hectare du blé tendre (1815-2024)



Source : [Académie d'agriculture de France](#)

Solutions basées sur la nature

A la campagne...



... et en ville

Les sols vivants, leviers majeurs de la protection des puits de carbone

Agroforesterie à l'oasis de Gafsa
(Tunisie, 2018)

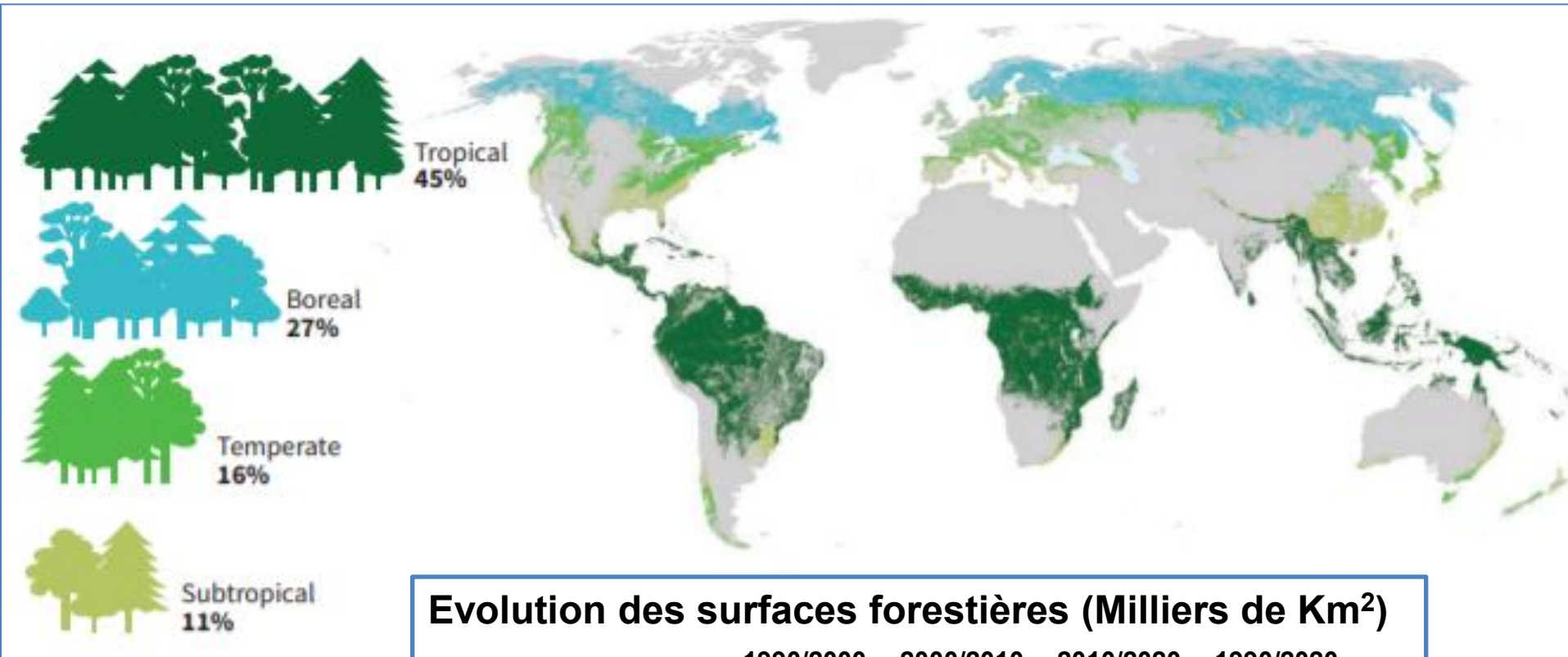


Projet agroforestier à Madagascar (Agrisud-international)



La protection des forêts : vision d'ensemble

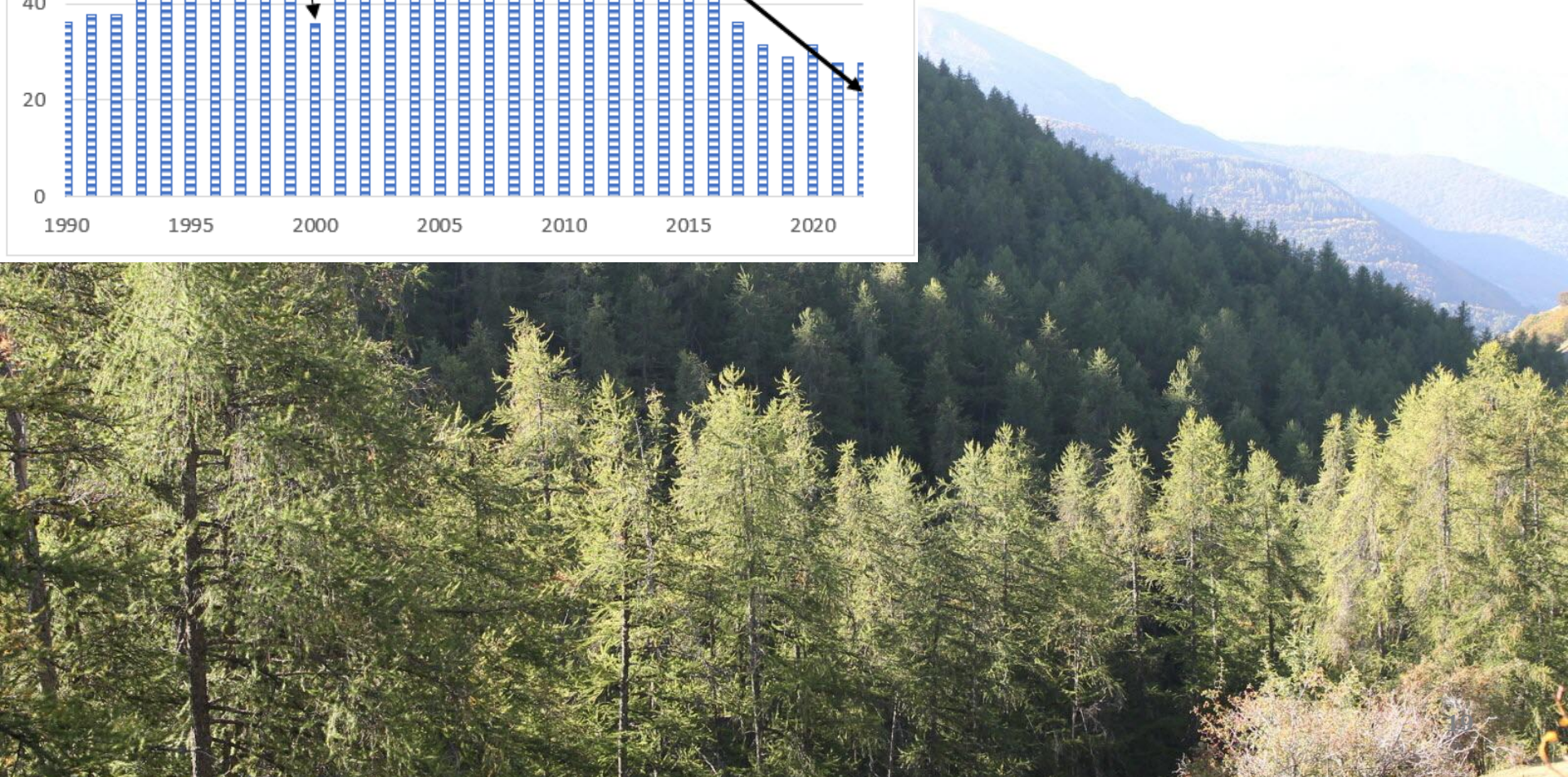
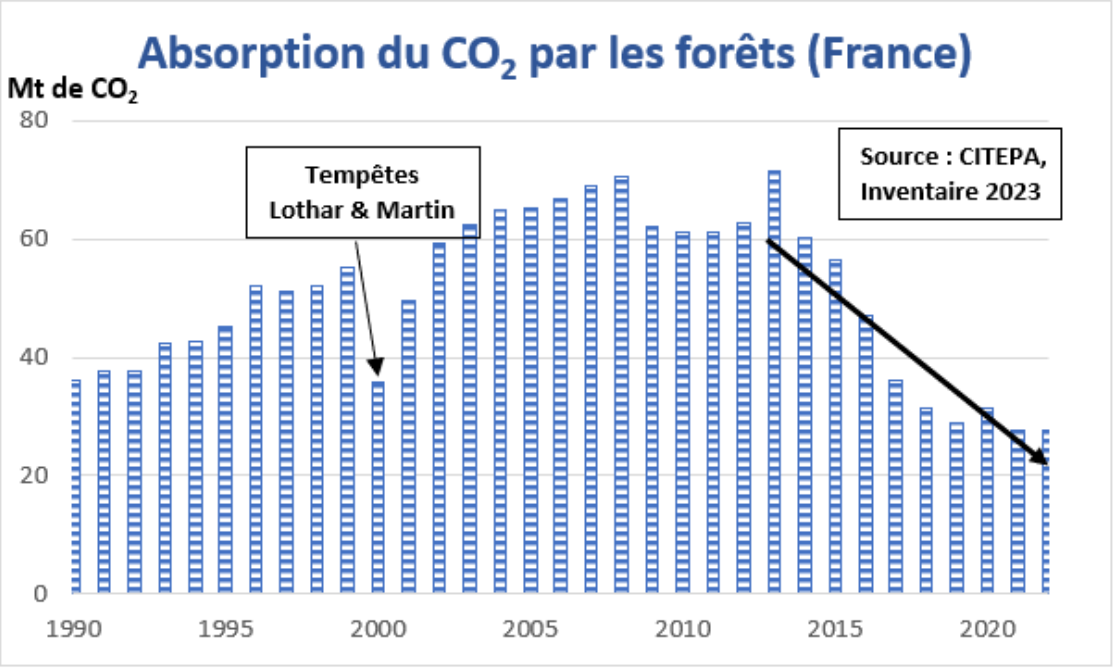
Les forêts dans le monde (FAO, 2020)



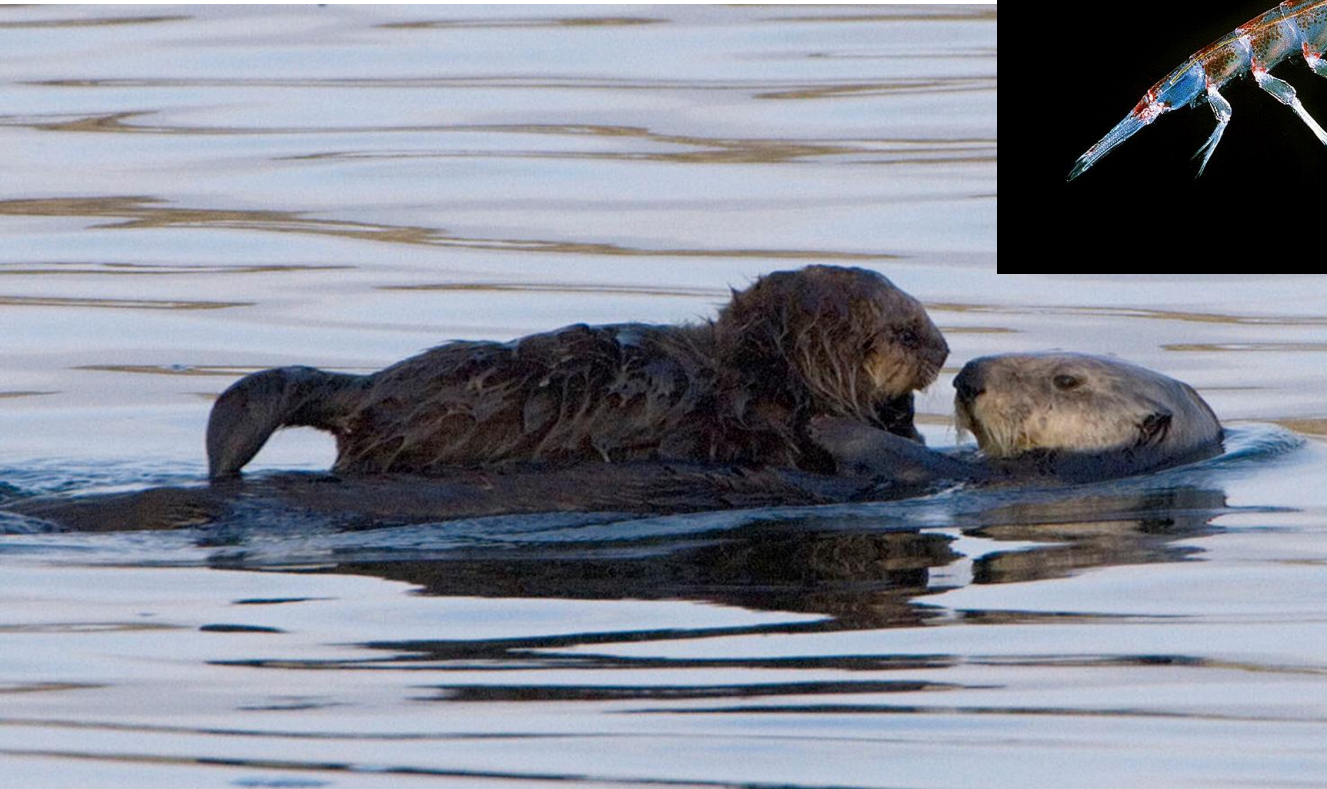
Evolution des surfaces forestières (Milliers de Km²)

	1990/2000	2000/2010	2010/2020	1990/2020
Forêt non tropicale	+326	+395	+301	+1022
Forêt tropicale	-1109	-913	-775	-2797
Dont :				
- Amazonie	-511	-524	-260	-1295
- Asie-Pacifique	-274	-45	-121	-440
- Afrique	-324	-344	-394	-1062

Attention puits de carbone : (1) les forêts



Attention puits de carbone :
(2) l'océan, ce grand oublié

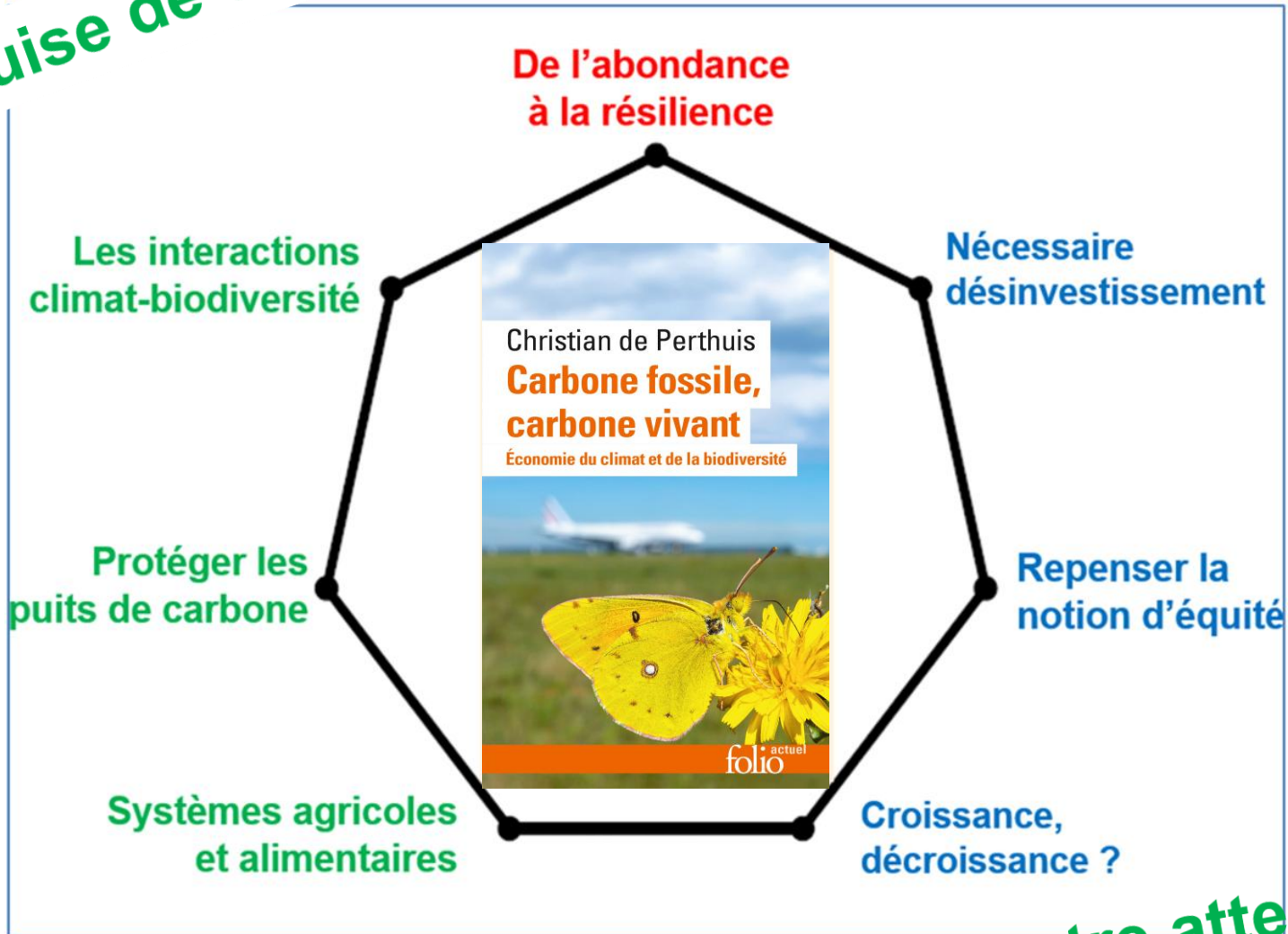


Menaces sur le Krill de l'Antarctique

(Source : [Nature](#))

Une rescapée bien utile : la loutre de mer

En guise de conclusion



Merci de votre attention

Pour s'y retrouver dans les gaz à effet de serre

	Durée de vie & PRG (Voir note 1)	% des émissions totales (2018)	Principales sources d'émission (Monde)
CO₂ (Dioxyde de Carbone)	Durée : multiples (quelques mois à + de 1000 ans) PRG : 1	Monde : 72 % France : 74 %	<ul style="list-style-type: none"> - Energie fossile 82 % - Procédés industriels 4 % - Déforestation 13 % - Brûlis & sols agricoles 1 %
CH₄ (Méthane)	Durée : 12 ans PRG : 28-30	Monde : 19 % France : 13 %	<ul style="list-style-type: none"> - Ruminants 31 % - Riziculture 10 % - Décharges et traitement des eaux 21% - Energie fossile 33 %
N₂O (Protoxyde d'azote)	Durée: 121 ans PRG : 265	Monde : 6 % France : 9%	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilisation des sols 41 % - Autres rejets agricoles 20 % - Energie fossile (15 %) ; Ind. chimique (8%)
F-Gas : (HFCs, SF ₆ , PFCs)	De 2 ans à > 5000 ans PRG : jusqu'à >10 000	Monde : 3 % France : 4 %	<ul style="list-style-type: none"> - Réfrigération & climatisation - Réseaux électriques (SF₆)
F-Gas (CFCs) (Voir note 2)	De 45 ans à >1000 ans PRG : 4660 à 13900	Éliminés (protection couche d'ozone)	<ul style="list-style-type: none"> - Réfrigération & climatisation - Vaporisateurs

(1) PRG = « Potentiels de Réchauffement Globaux », calculés sur 100 ans.

(2) L'usage des CFCs a été éliminé quasi-totalement entre 1990 et 2010 grâce au Protocole de Montréal (1987) sur la protection de la couche d'ozone.

Sources : IPCC, AR-6, WG1 (2021) & PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2020) & CITEPA (2019)