

Les changements globaux actuels

Conséquences, adaptations et enjeux



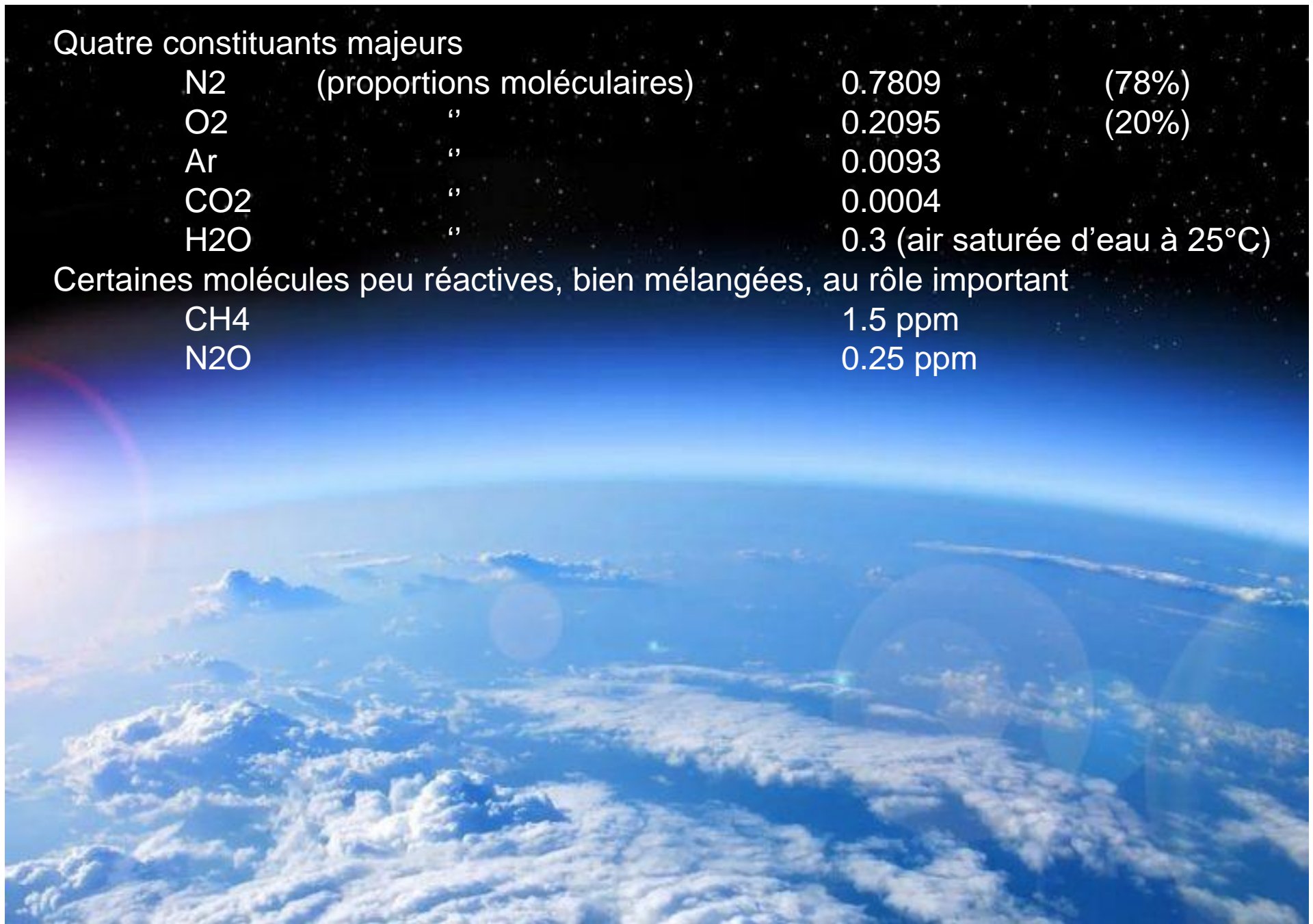
Bruno Malaizé, Université Bordeaux

Quatre constituants majeurs

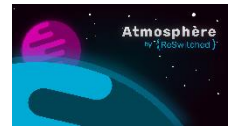
N ₂	(proportions moléculaires)	0.7809	(78%)
O ₂	"	0.2095	(20%)
Ar	"	0.0093	
CO ₂	"	0.0004	
H ₂ O	"	0.3	(air saturée d'eau à 25°C)

Certaines molécules peu réactives, bien mélangées, au rôle important

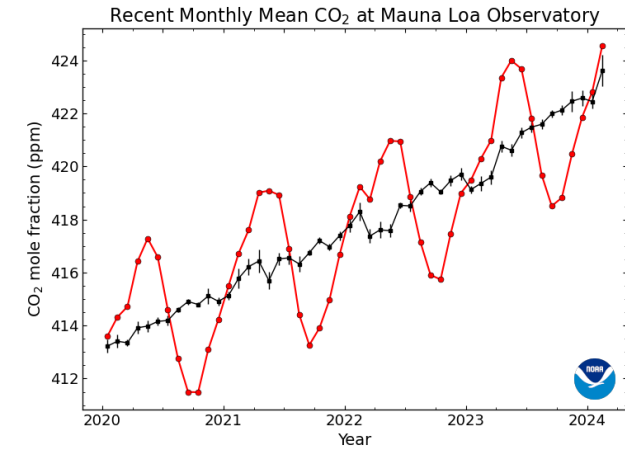
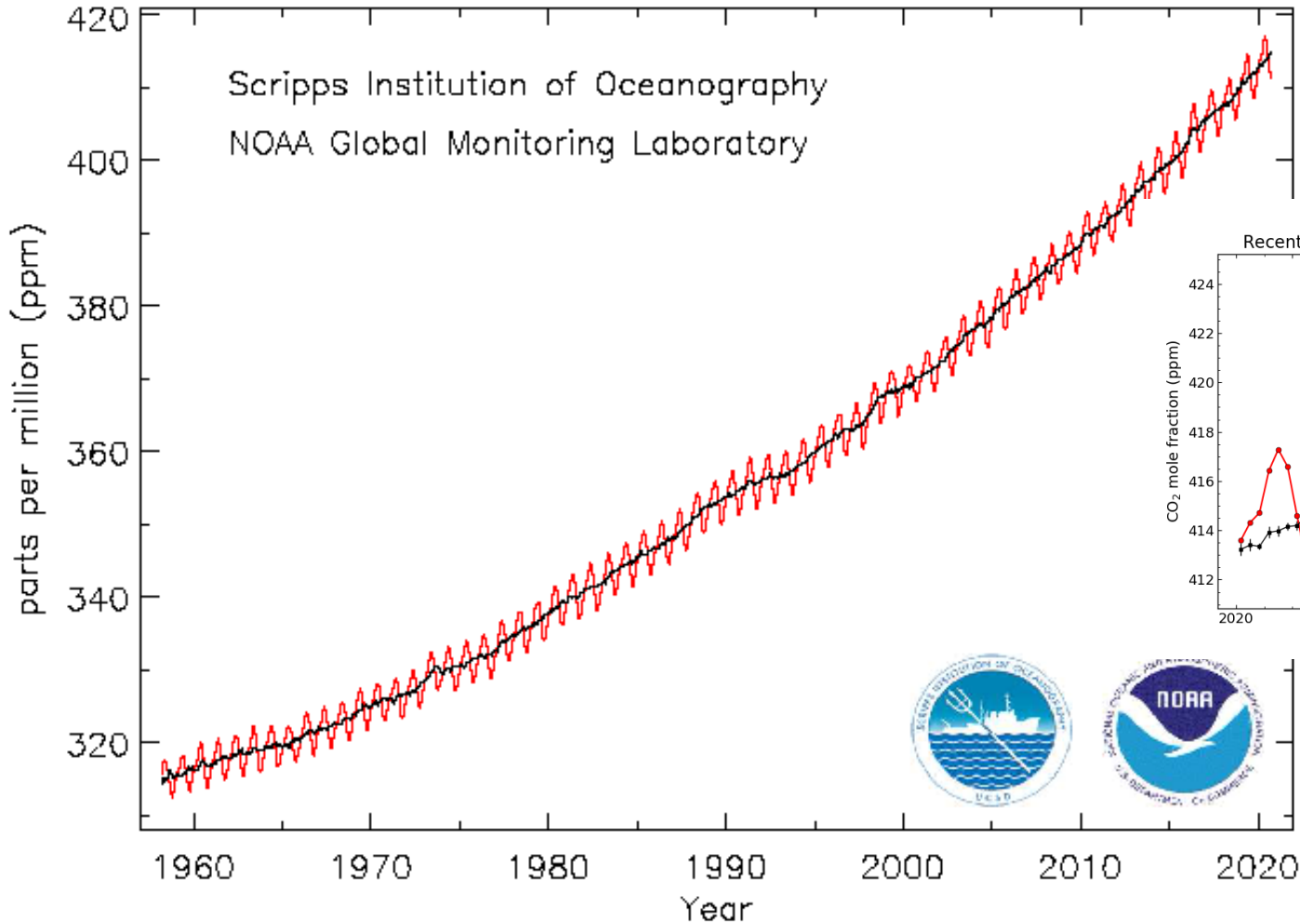
CH ₄	1.5 ppm
N ₂ O	0.25 ppm



Changements atmosphériques

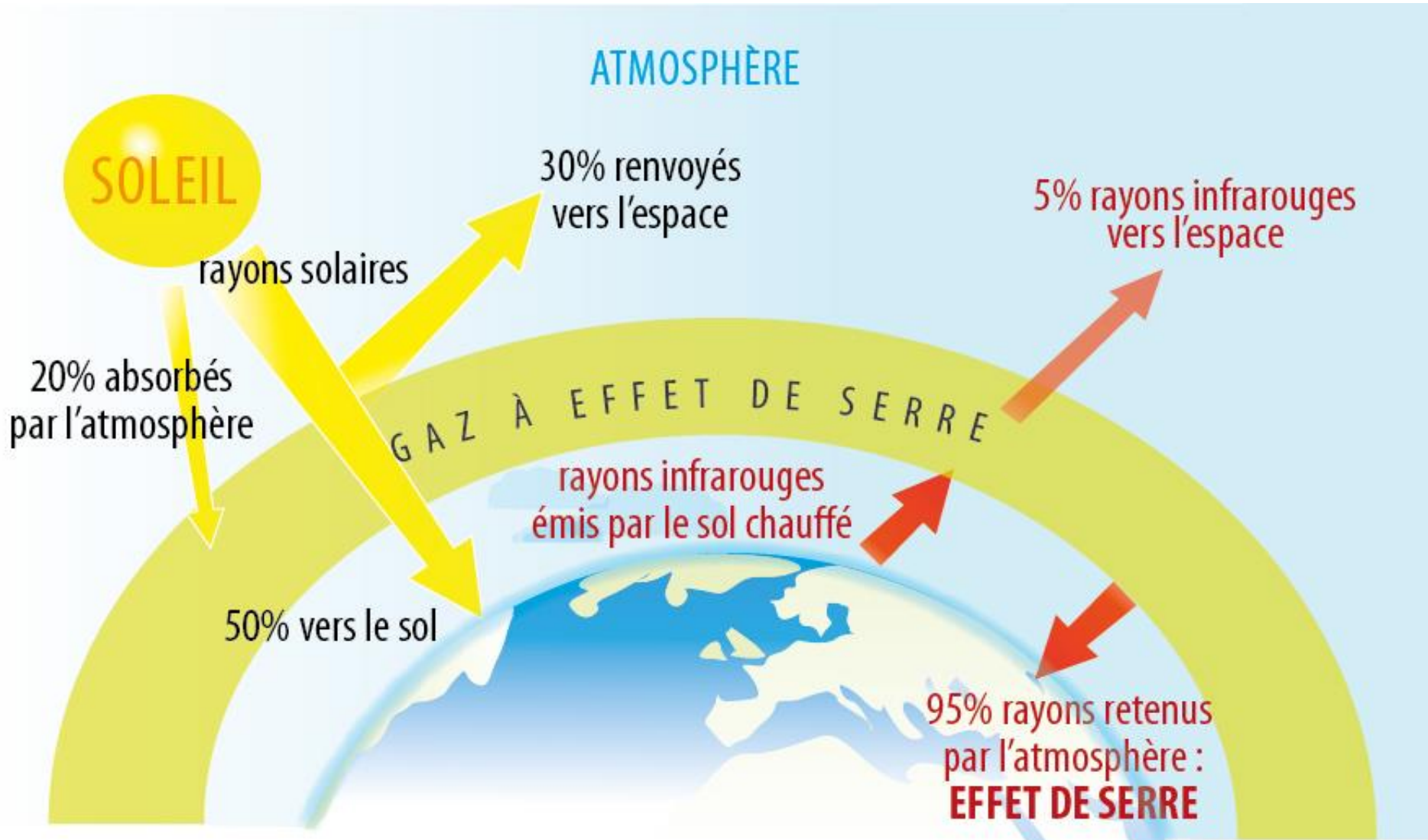


Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



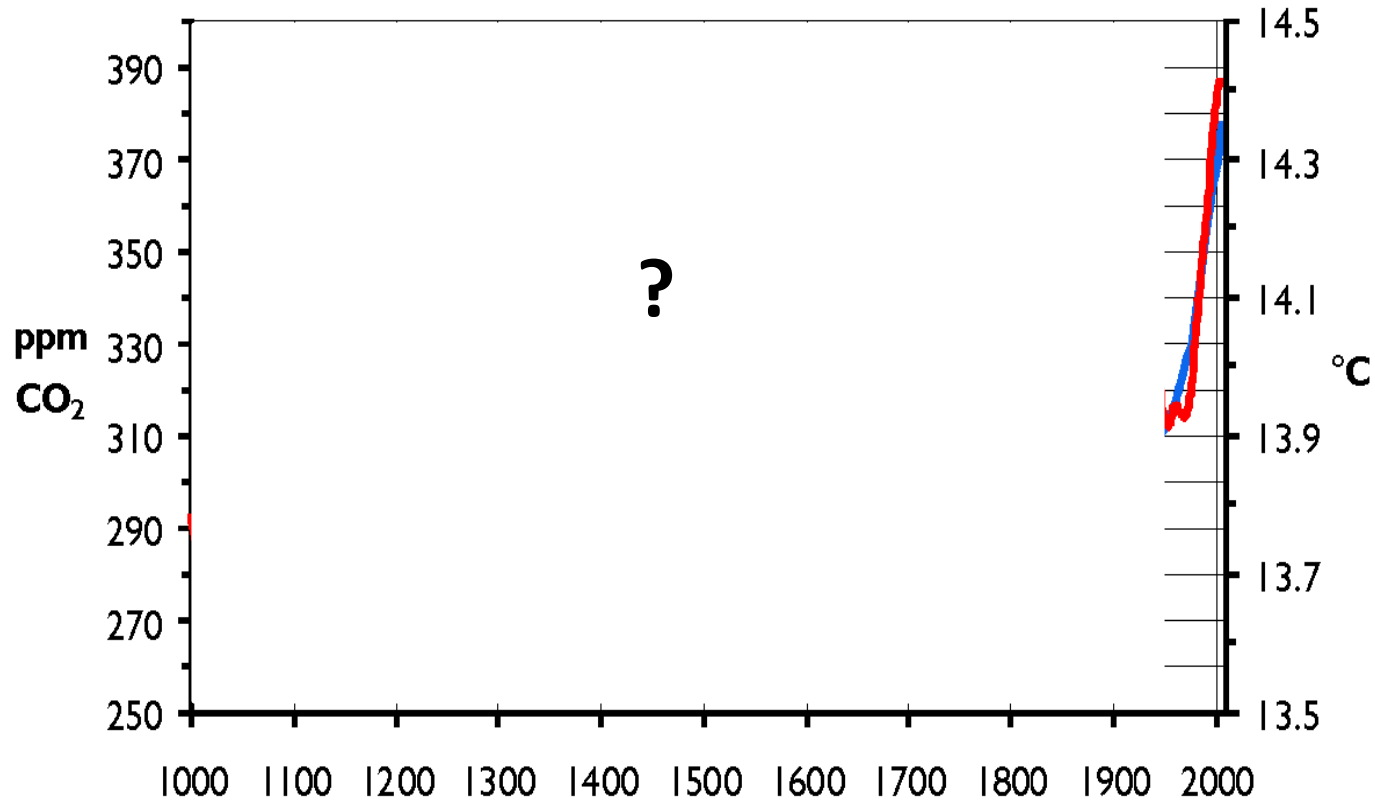
Lien entre l'évolution du CO2 et de la température atmosphérique

CO2 = Gaz à effet de serre



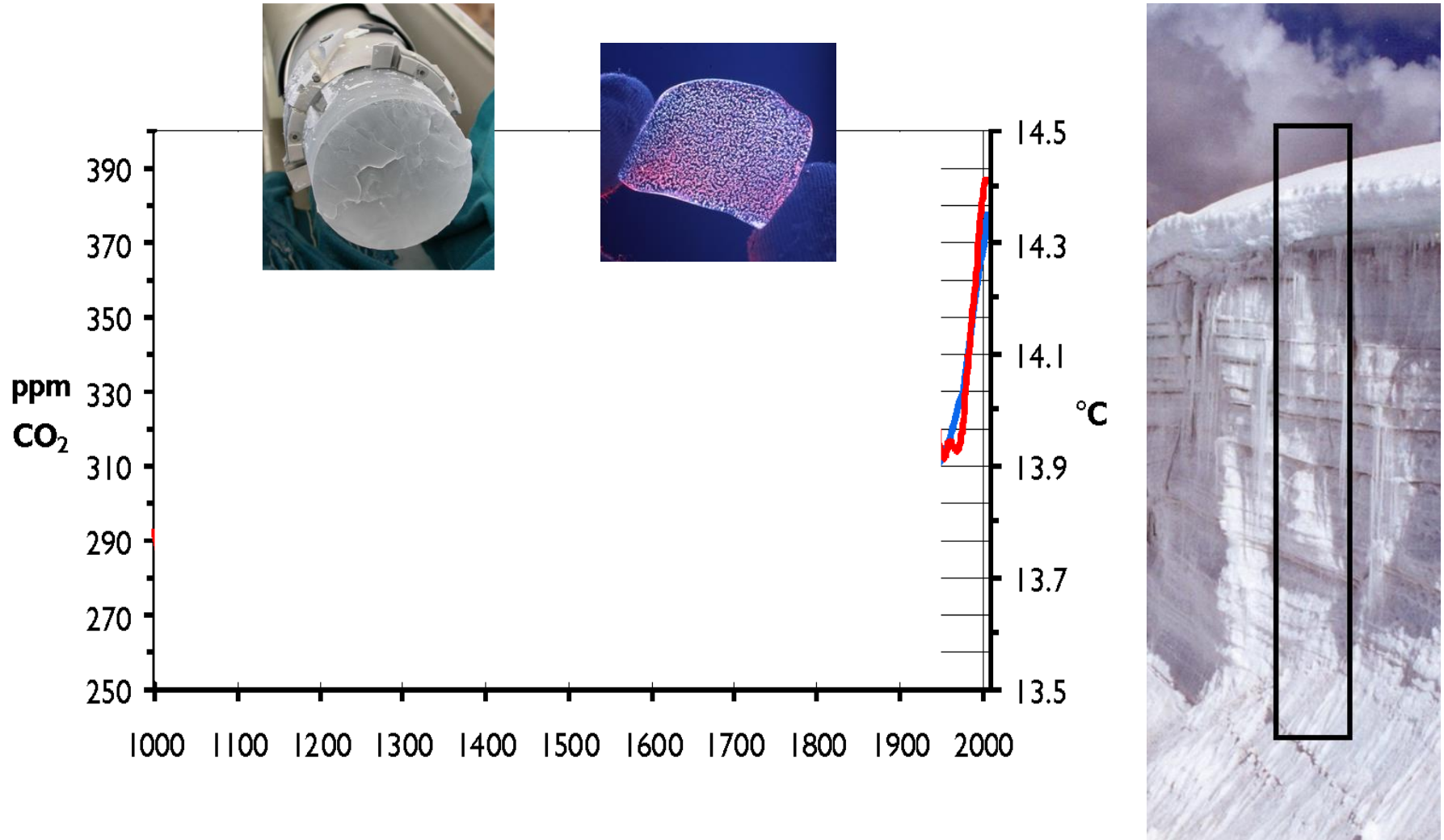
Lien entre corrélation et la causalité

Lien entre l'évolution du CO2 et de la température atmosphérique



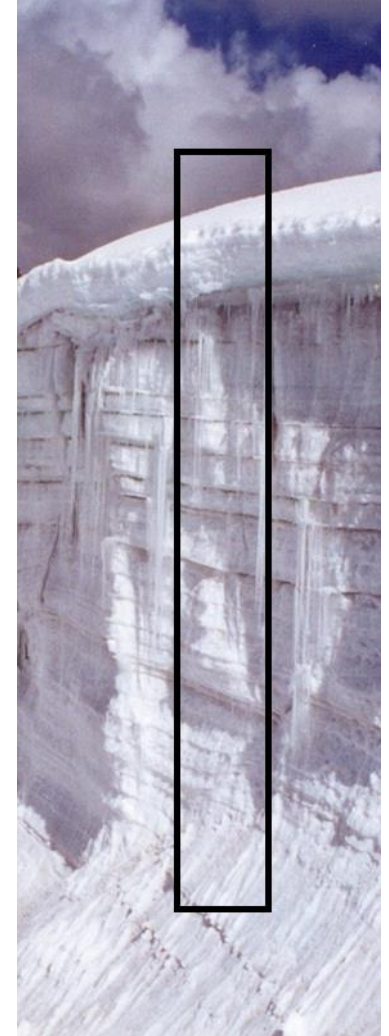
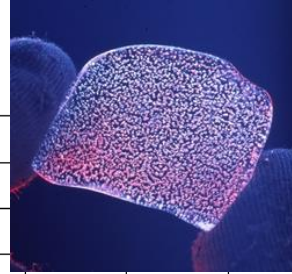
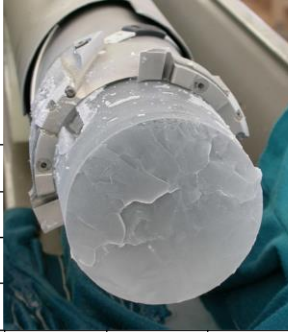
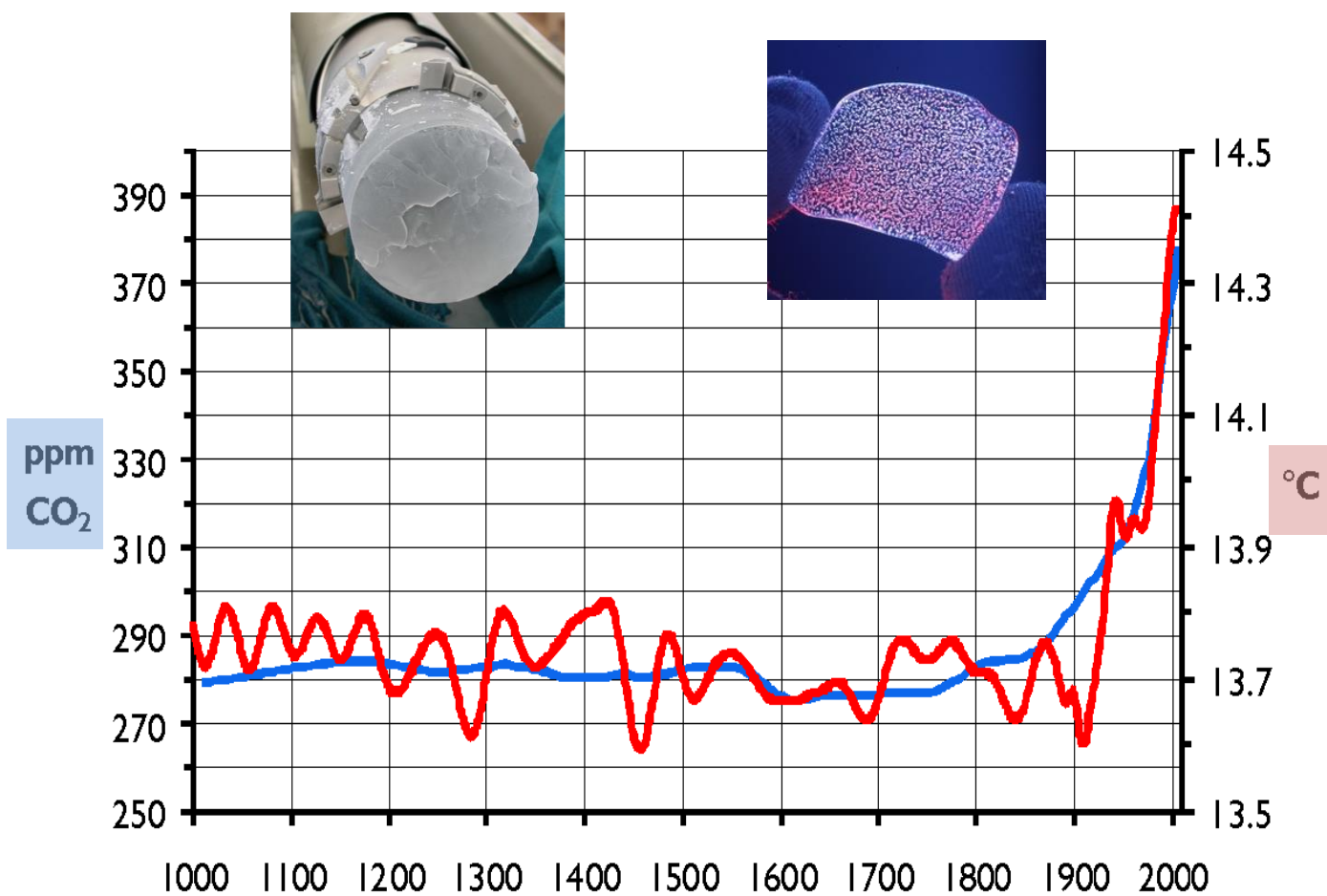
Lien entre corrélation et la causalité

Lien entre l'évolution du CO2 et de la température atmosphérique



Lien entre corrélation et la causalité

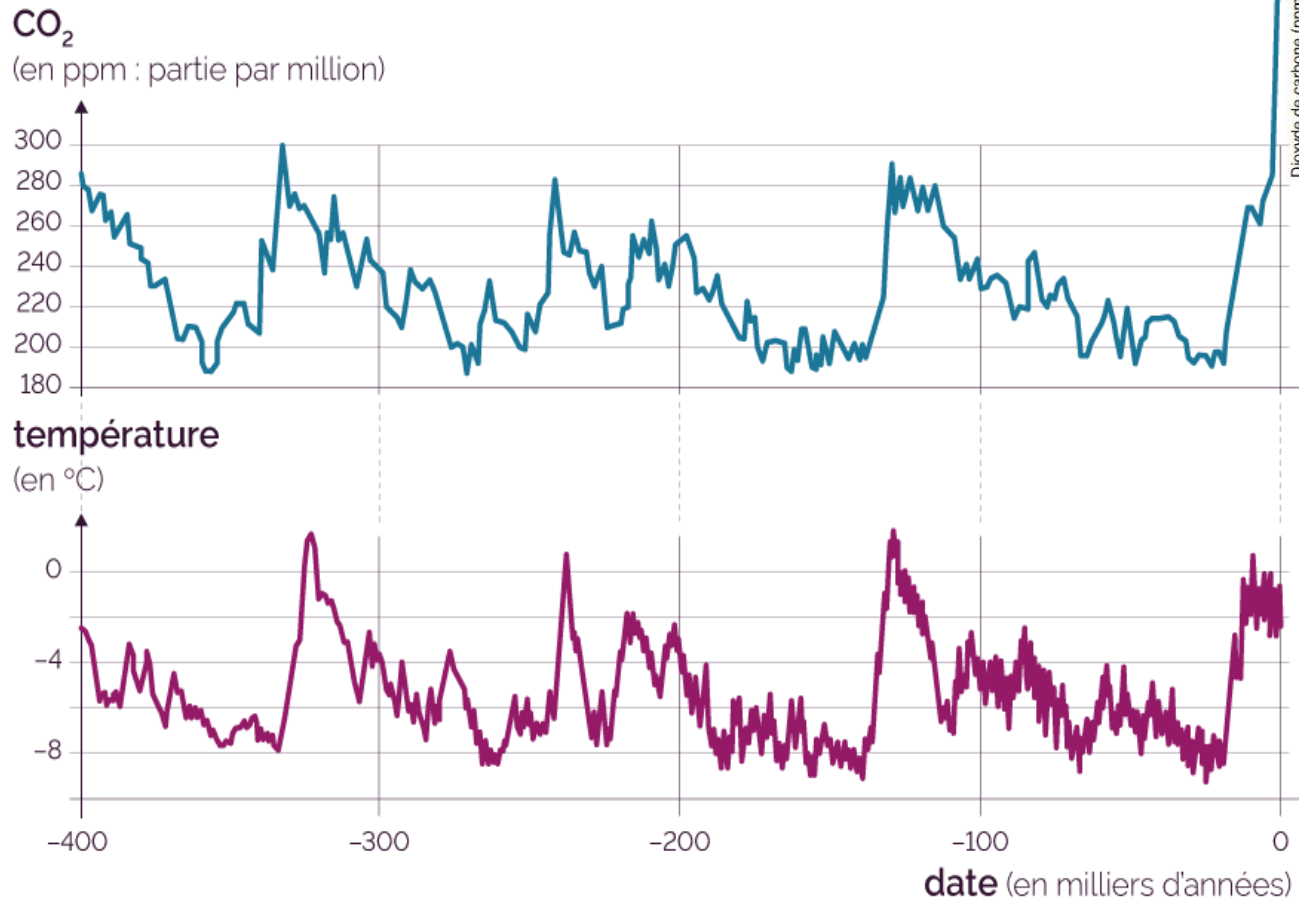
Lien entre l'évolution du CO2 et de la température atmosphérique



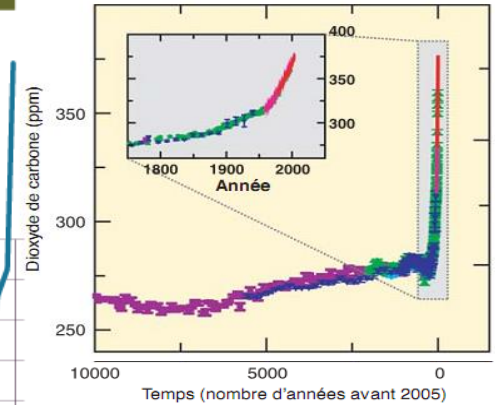
Lien entre corrélation et la causalité

Lien entre l'évolution du CO₂ et de la température atmosphérique

Évolution du taux de CO₂ atmosphérique et de la température depuis 400 000 ans à Vostok (Antarctique)



Évolution des gaz à effet de serre à partir des données des carottes de glace et de mesures récentes

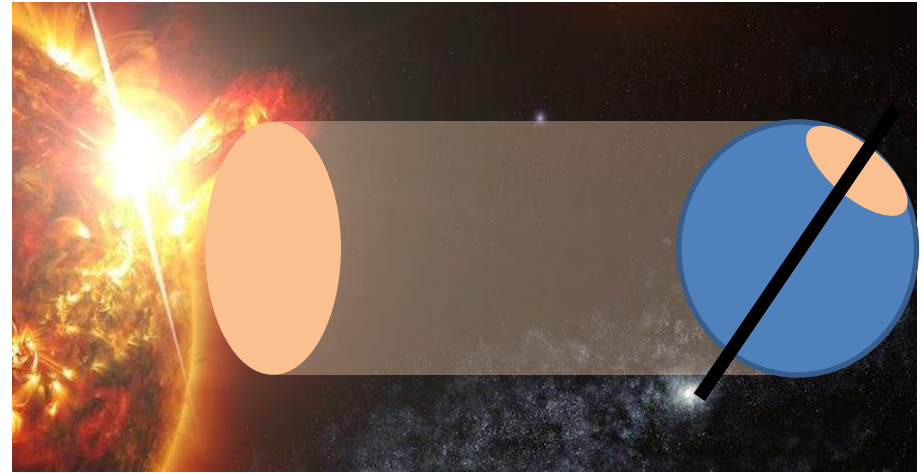


Climat 'κλίμα' sur Terre



Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre

Répartition géographique de la T°

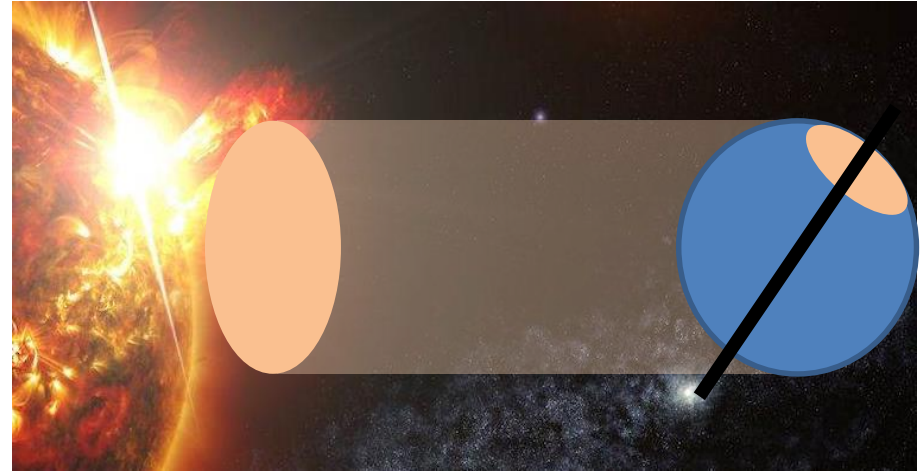


Climat 'κλίμα' sur Terre



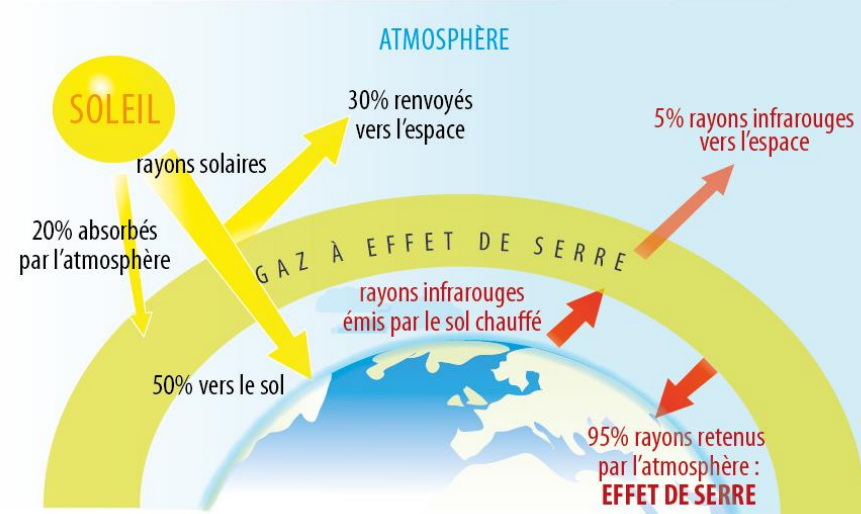
Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre

Répartition géographique de la T°



Gaz à Effet de Serre GAES dans notre atmosphère

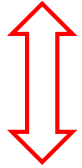
Quantité de chaleur , T°



Climat passé de la Terre



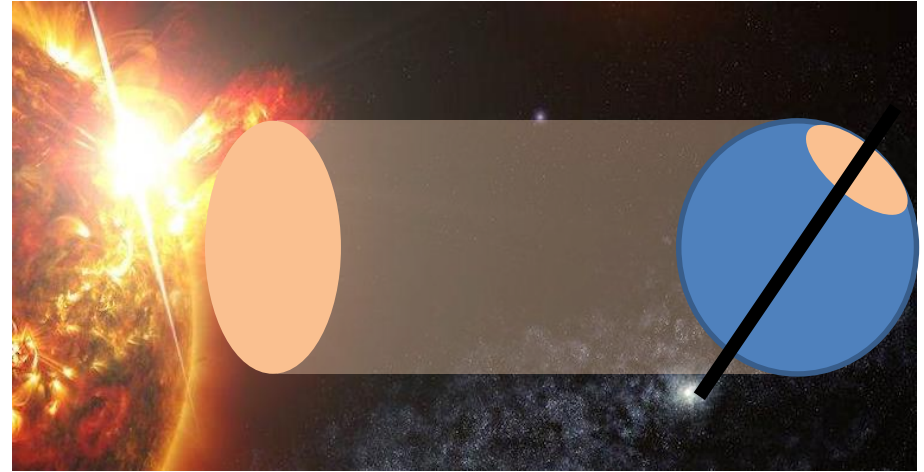
Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre



Répartition géographique de la T°

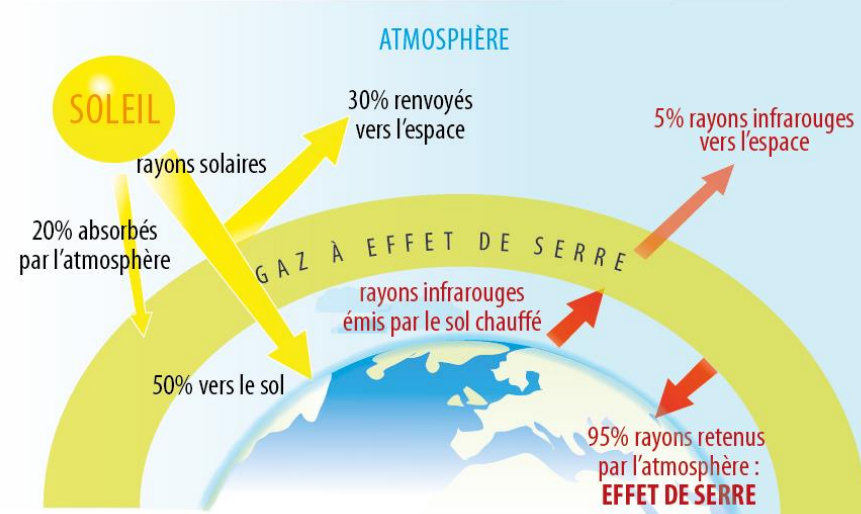


Gaz à Effet de Serre GAES dans notre atmosphère



Quantité de chaleur , T°

Lien entre les deux ??

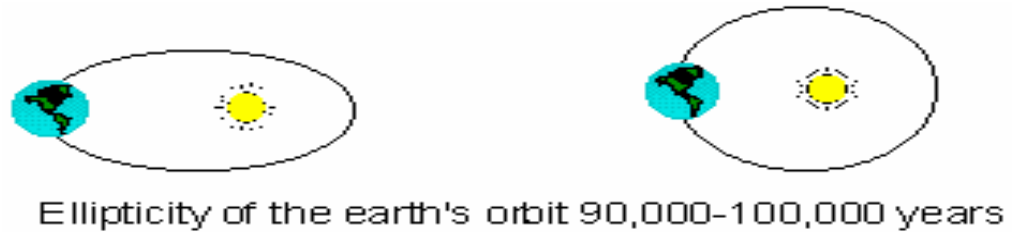


Variations de la position de la Terre autour du soleil

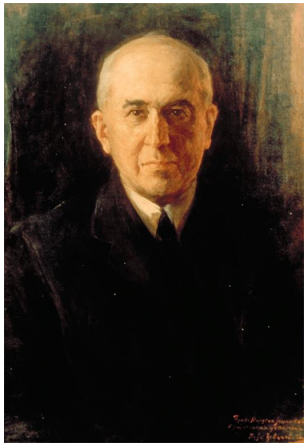
Sur plusieurs 100 000 ans/ millions d'années

Théorie astronomique des climats

- *Trajectoire de la Terre*
excentricité

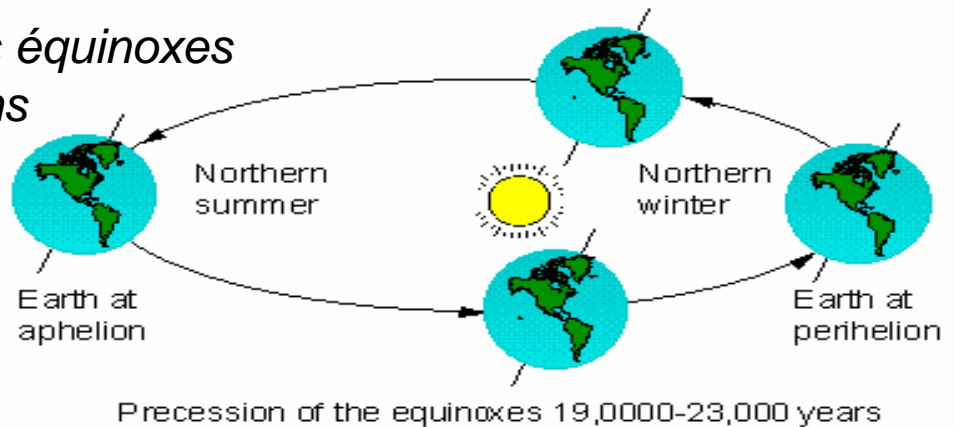


- *Inclinaison de la Terre*
Obliquité



Milutin Milankovitch

- *Précession des équinoxes*
saisons

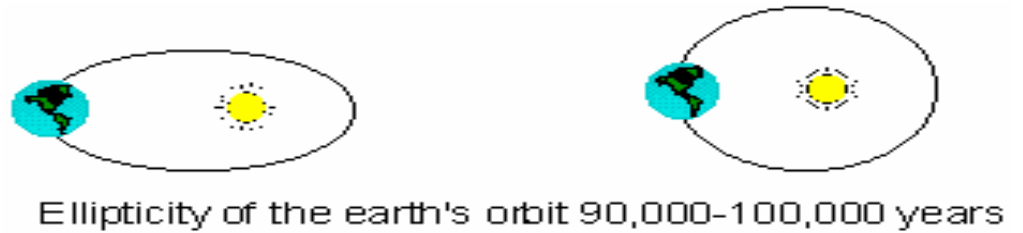


Variations de la position de la Terre autour du soleil

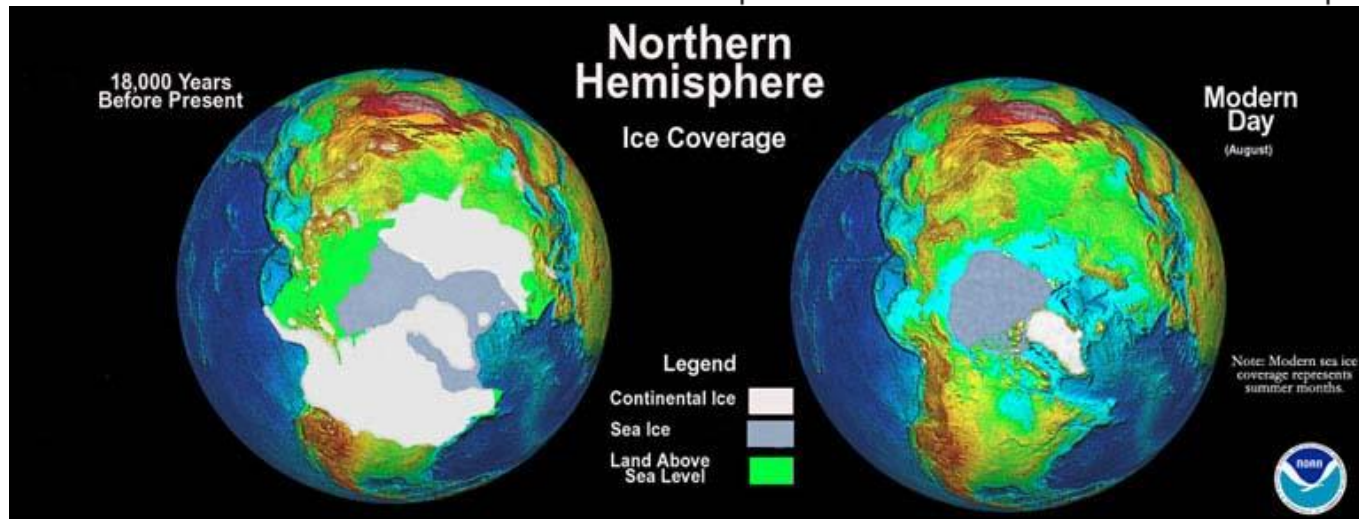
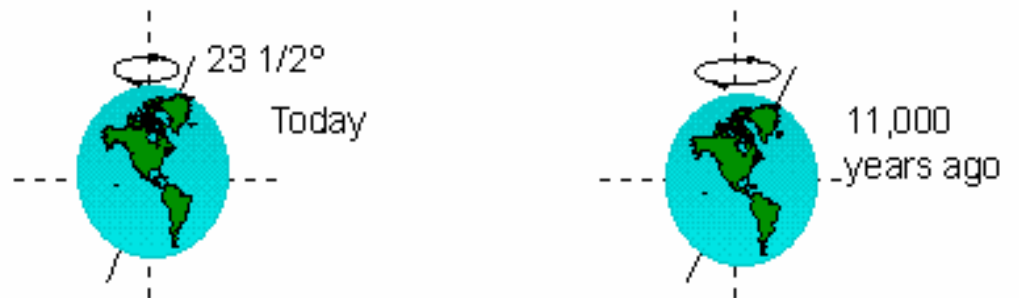
Sur plusieurs 100 000 ans/ millions d'années

Théorie astronomique des climats

- *Trajectoire de la Terre*
excentricité

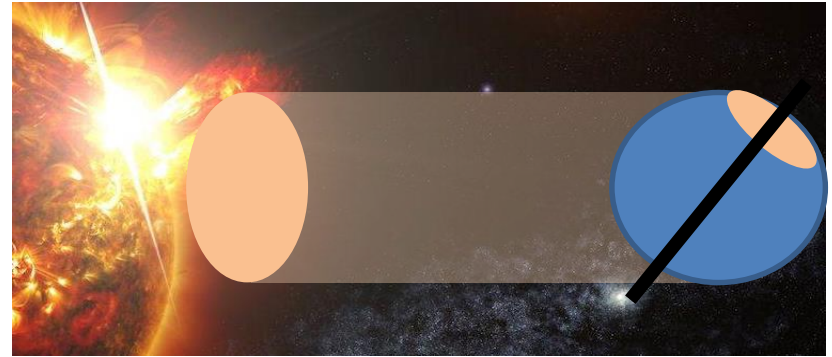


- *Inclinaison de la Terre*
Obliquité



Variations de la position de la Terre autour du soleil

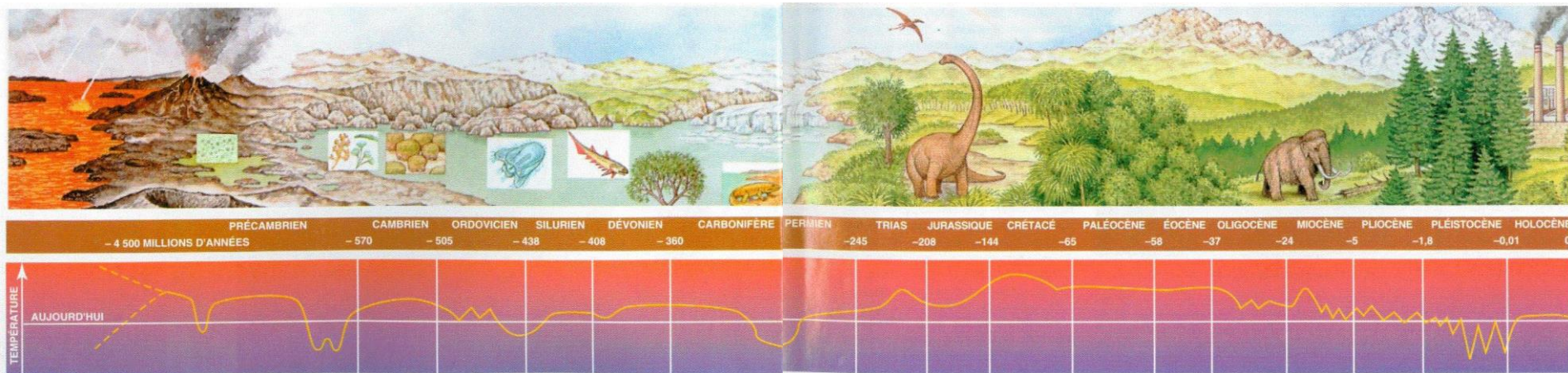
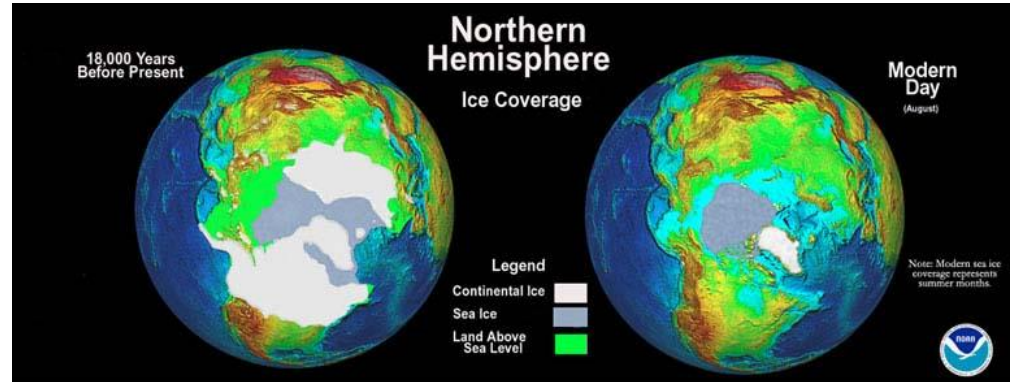
Inclinaison de la Terre + fort



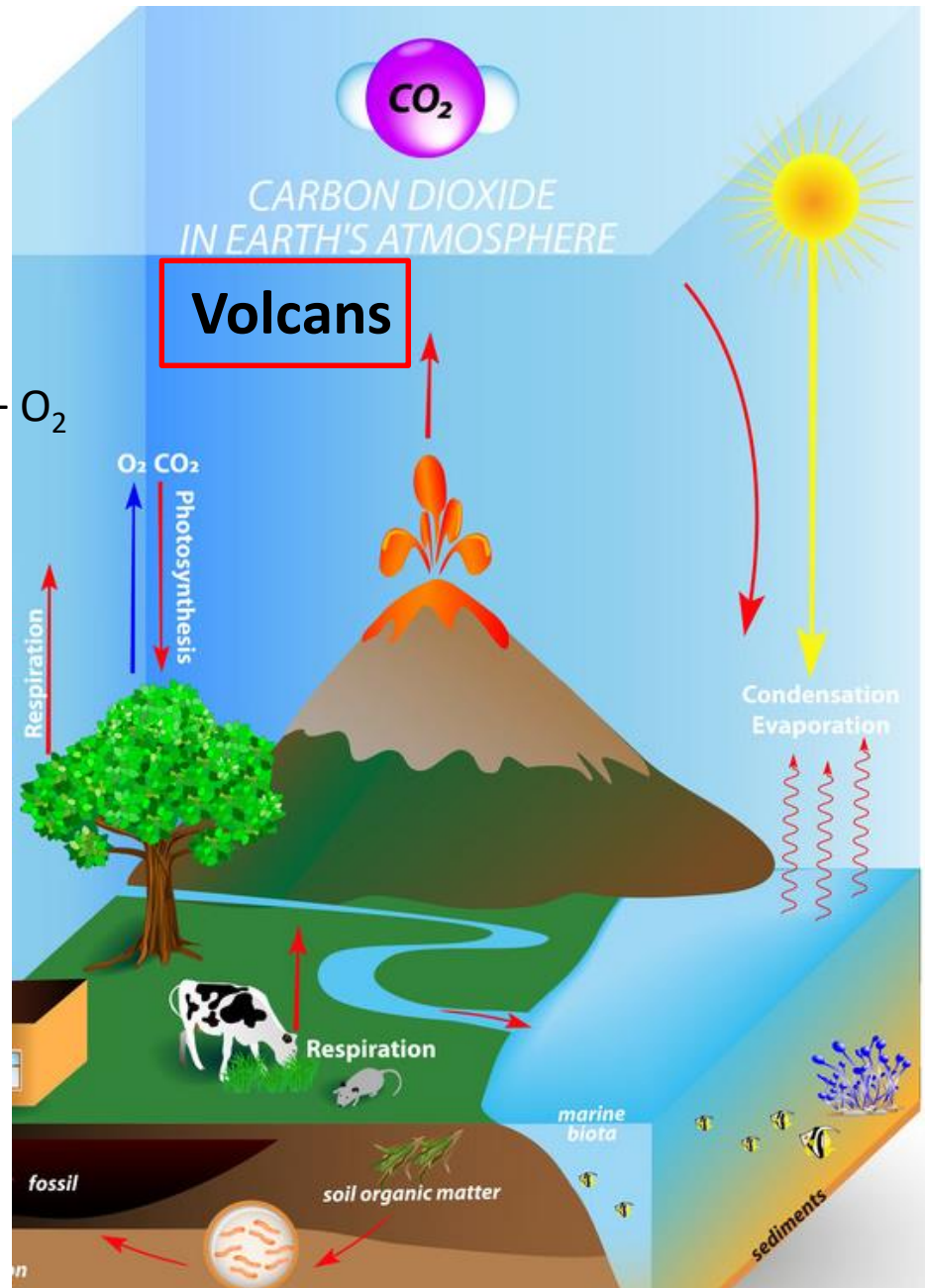
*Cercle Polaire + développé
+ grande surface*



Cycle Glaciaire/Interglaciaire



Cycle naturel du CO₂



Biosphère



Photosynthèse

Capte du CO₂ atm
(puit)

Respiration

Libère du CO₂ atm
(Source)

Sols

Océans

Photosynthèse

Respiration

Dissolution du CO₂

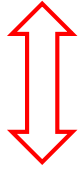
Dépend de **la température**

(chaud=source)

(froid=puit)

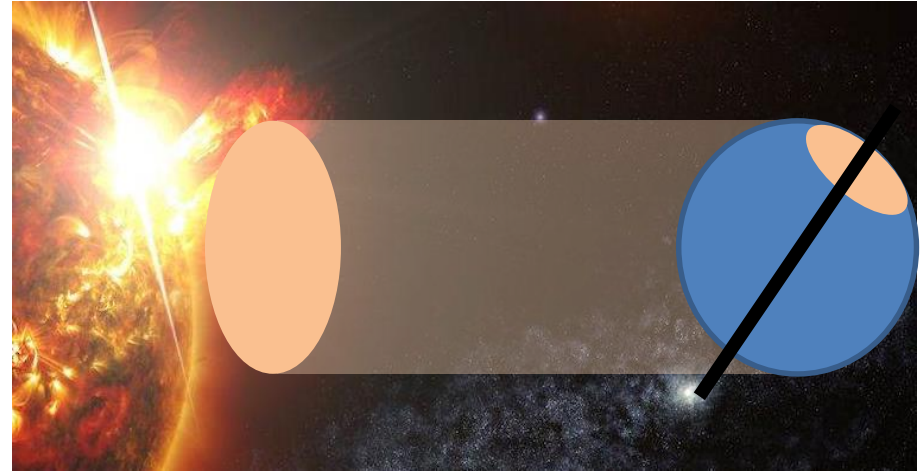
Climat passé de la Terre

●
Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre



●

Gaz à Effet de Serre GAES dans notre atmosphère



Lien entre les deux ??

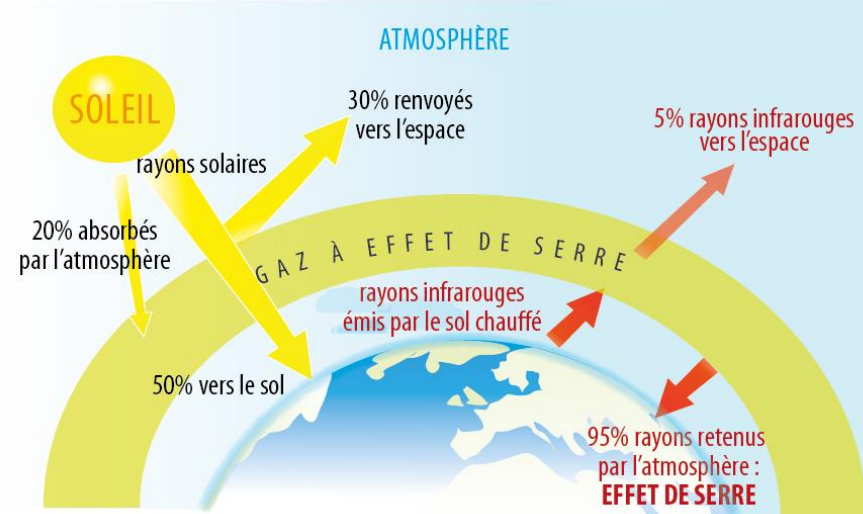
Changement de l'inclinaison de l'axe de la Terre



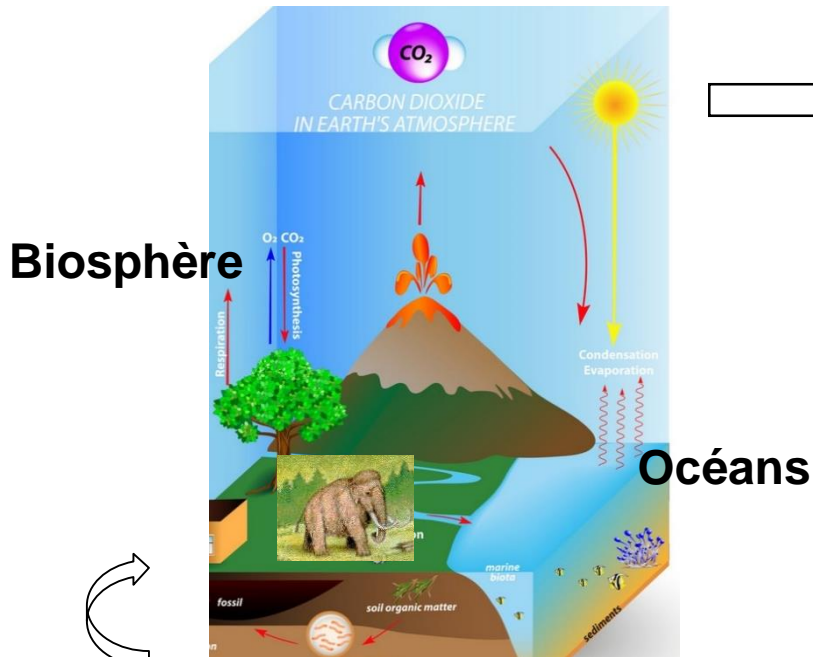
Changement de la quantité de CO₂



Changement de la Température: en quantité, mais aussi en répartition géographique

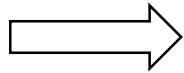


Variations de la position de la Terre autour du soleil



Biosphère

Océans



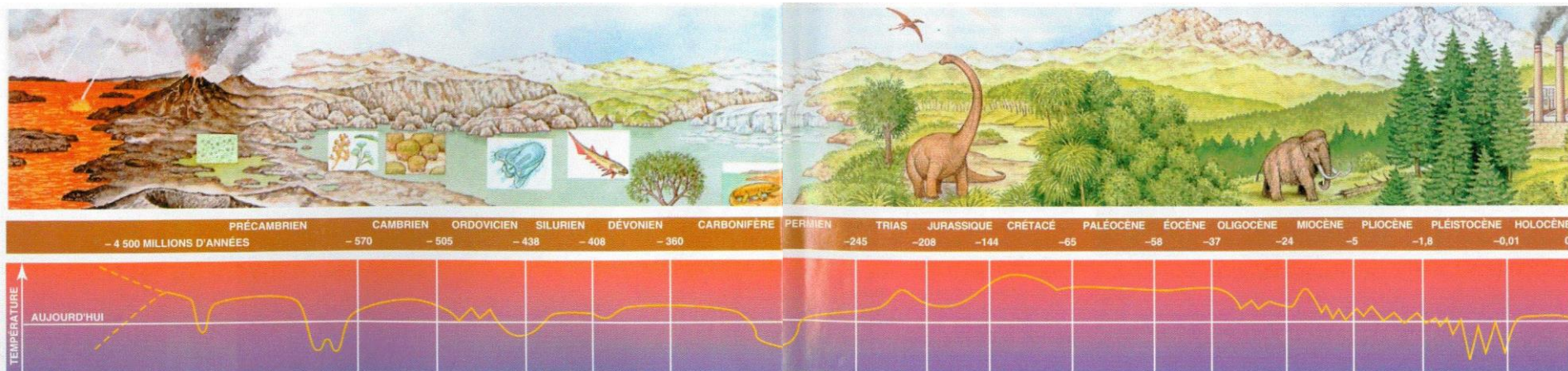
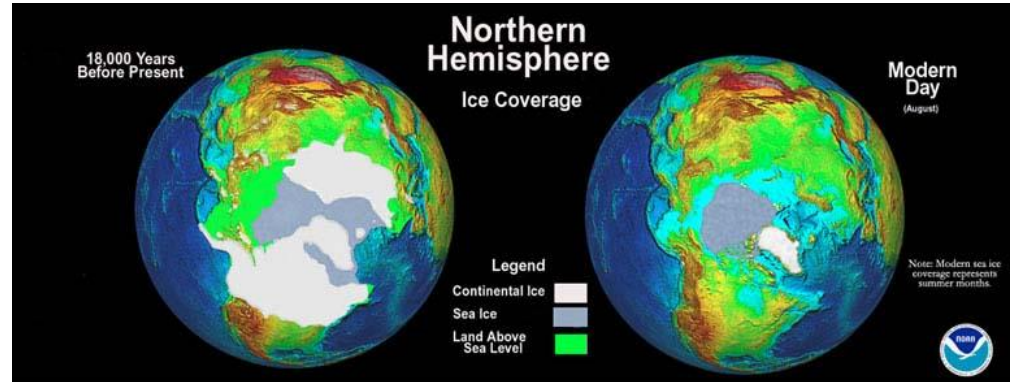
Changement de la quantité de CO_2



Changement de la Température



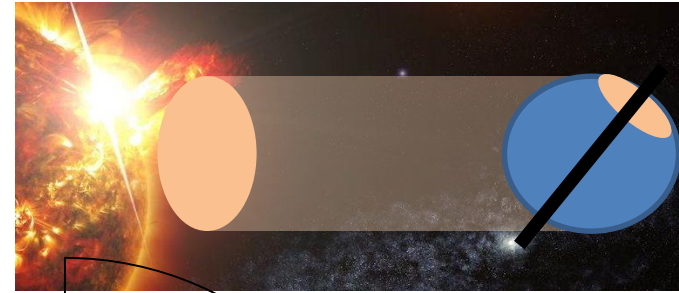
Cycle Glaciaire/Interglaciaire



Evolution du Climat sur Terre dans le Passé

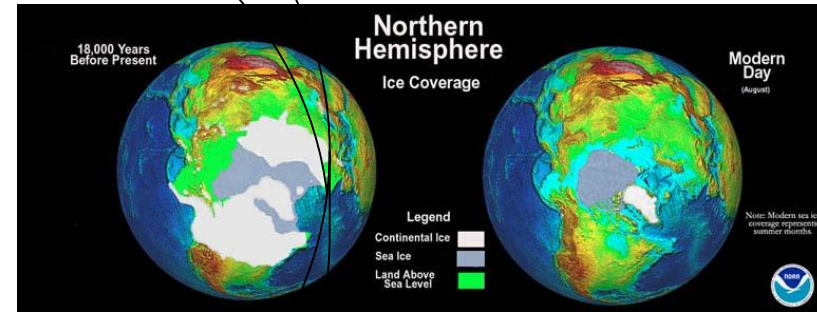
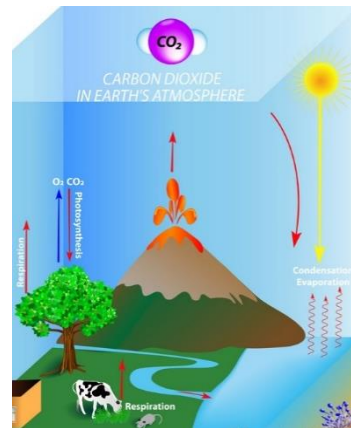
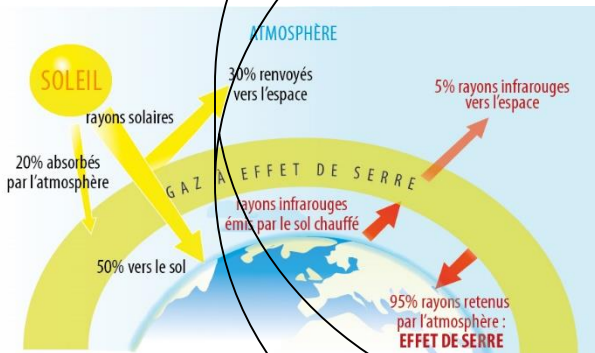
Théorie astronomique des climats

Changement de la **Température** sur Terre



Changement de l'inclinaison de l'axe

Changement des GAES



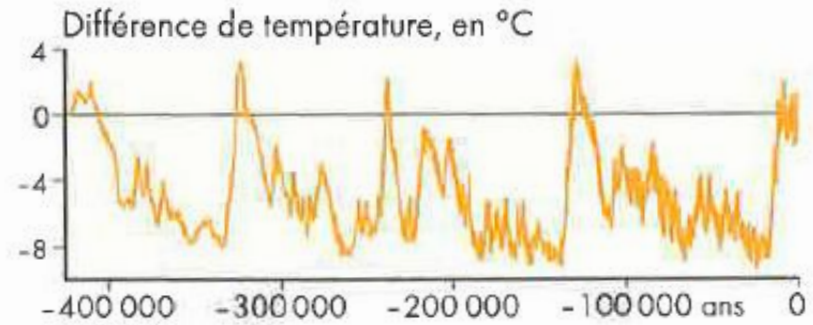
Cycle Glaciaire/Interglaciaire

Changement de la quantité de **CO₂**

Evolution du Climat sur Terre dans le Passé

Sur le long terme...

L'orbite de la Terre

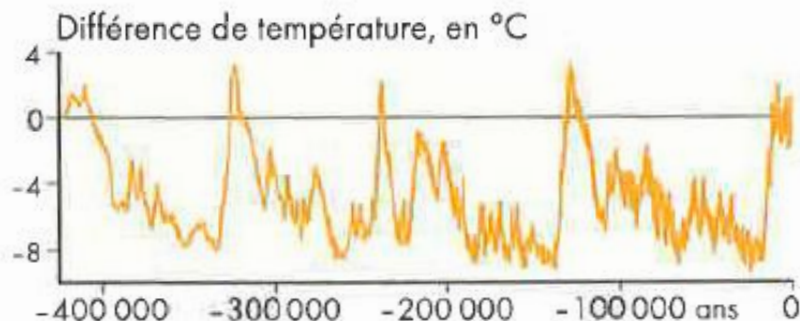


100 000 ans

Evolution du Climat sur Terre dans le Passé

Sur le long terme...

L'orbite de la Terre

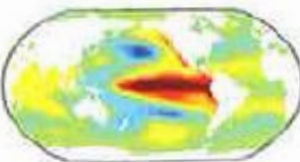


100 000 ans

Sur le court terme...

Processus chaotiques

Exemple :
El Niño



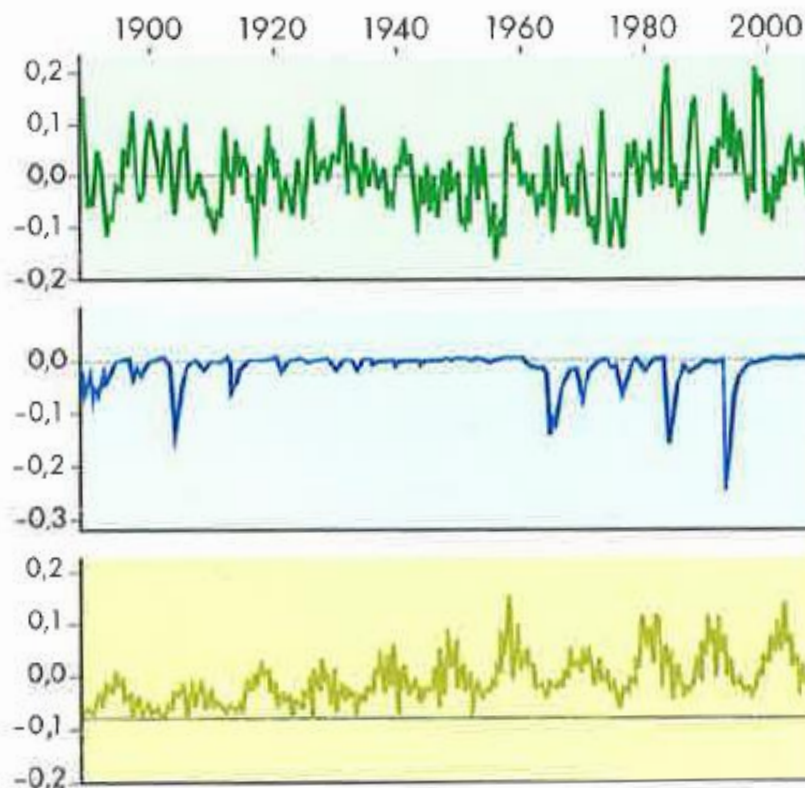
L'activité volcanique

Nuages
de cendres
et gaz à effet
de serre



L'activité solaire

Irradiance
solaire



10 ans

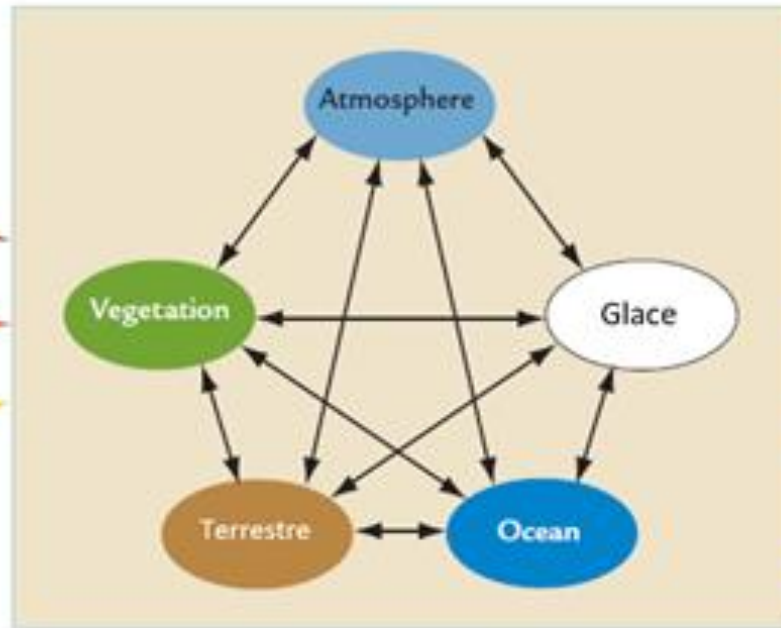
Forçage externe

Forçage
Tectonique

Forçage
Astronomique

Forçage
Solaire

Système climatique



Changements climatiques

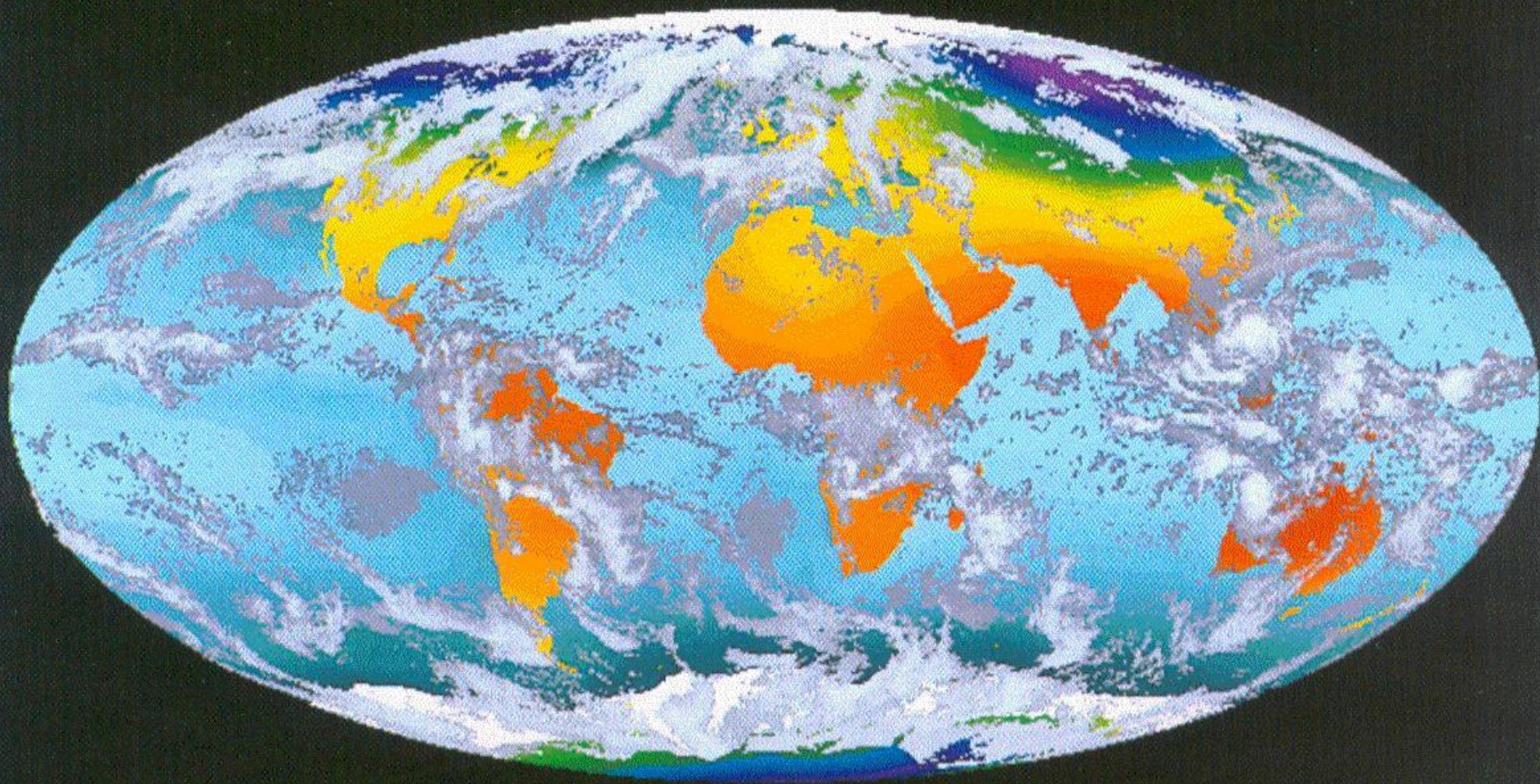
Changement
dans
l'atmosphère

Changement
dans
les glaces

Changement
dans la
végétation

Changement
dans
l'océan

Changement
dans
le terrestre



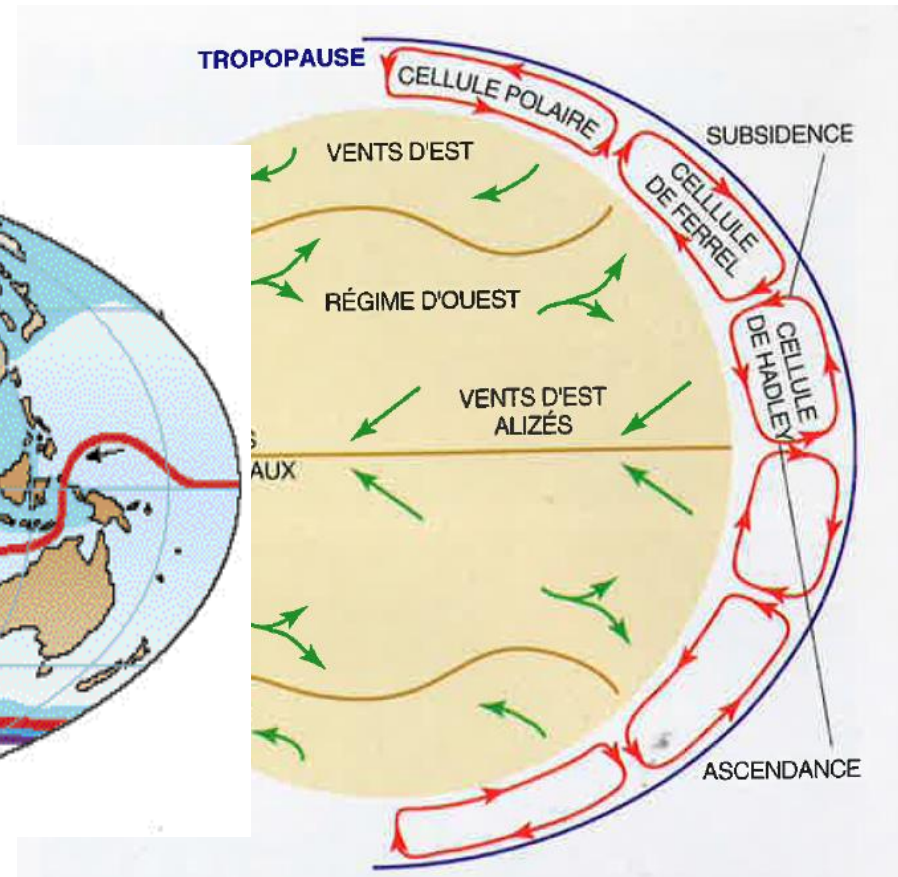
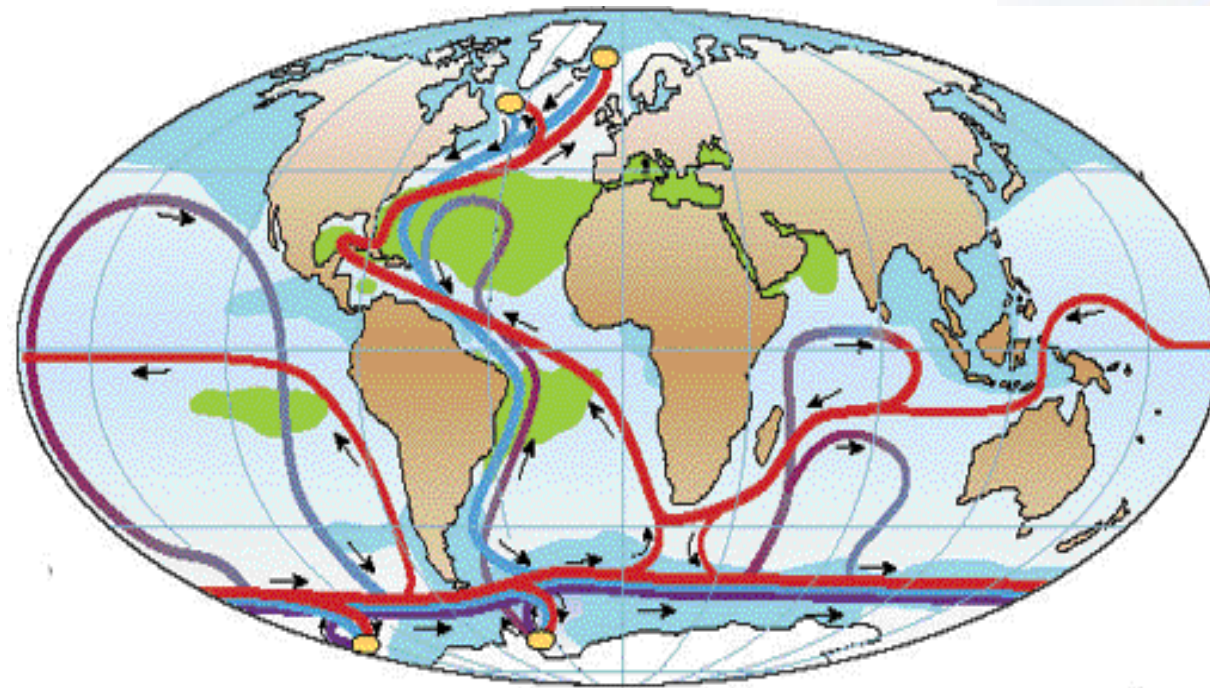
Conséquences:

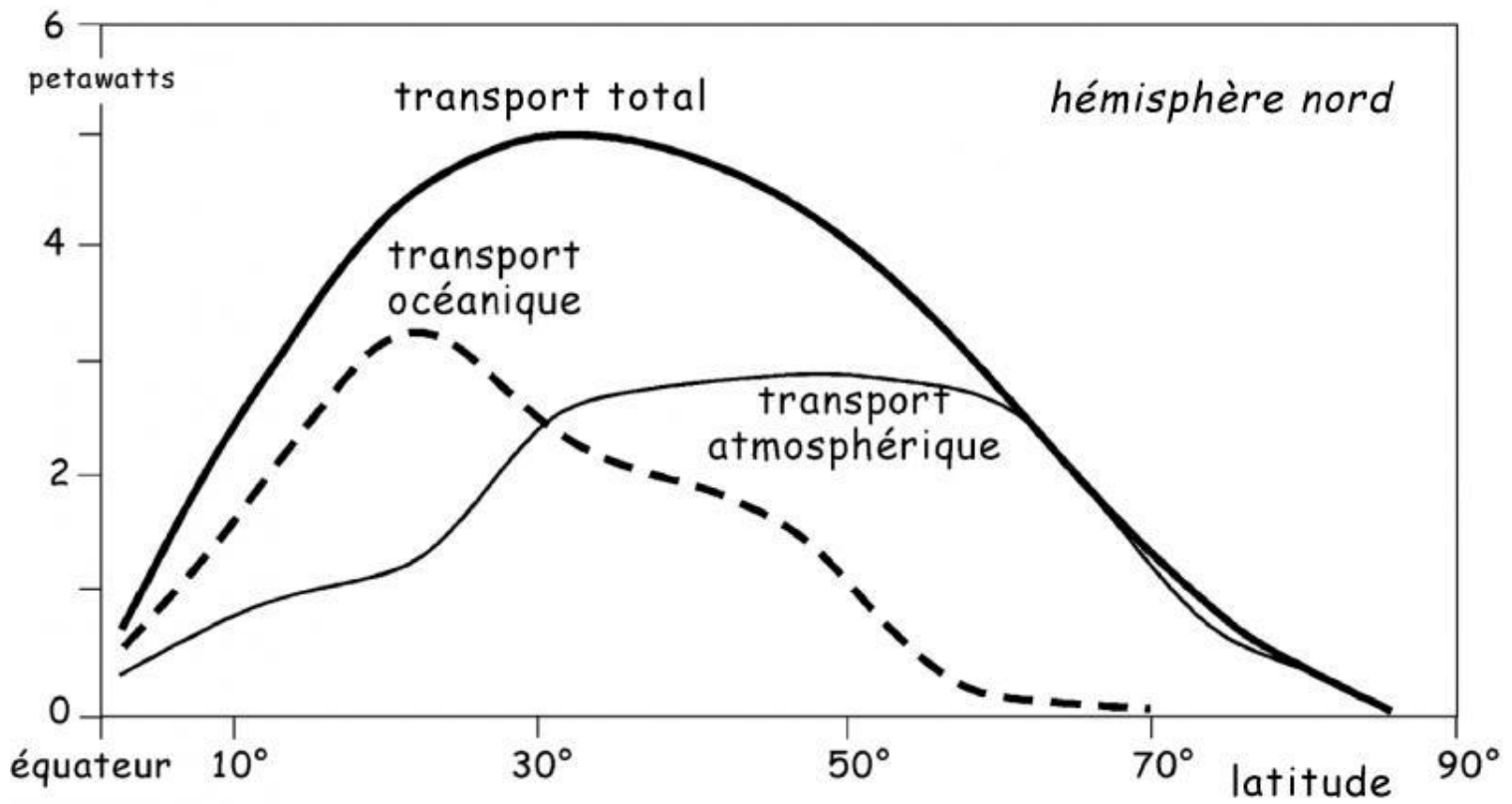
Variations des transferts méridiens d'énergie ?

Circulations océaniques

Transfert différé d'environ 2000 ans
entre hémisphère Nord et Sud

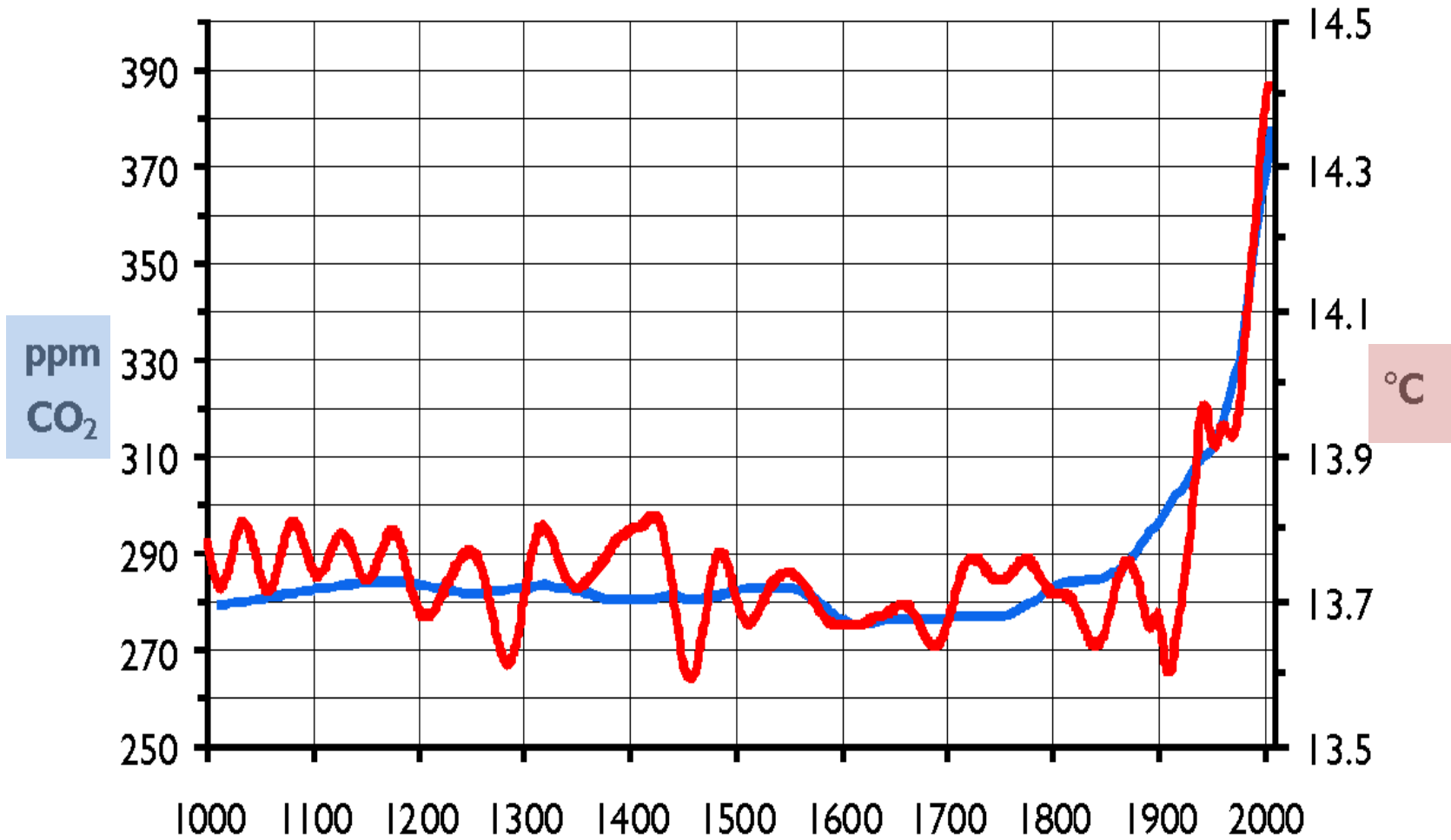
Circulations atmosphériques
transfert instantané



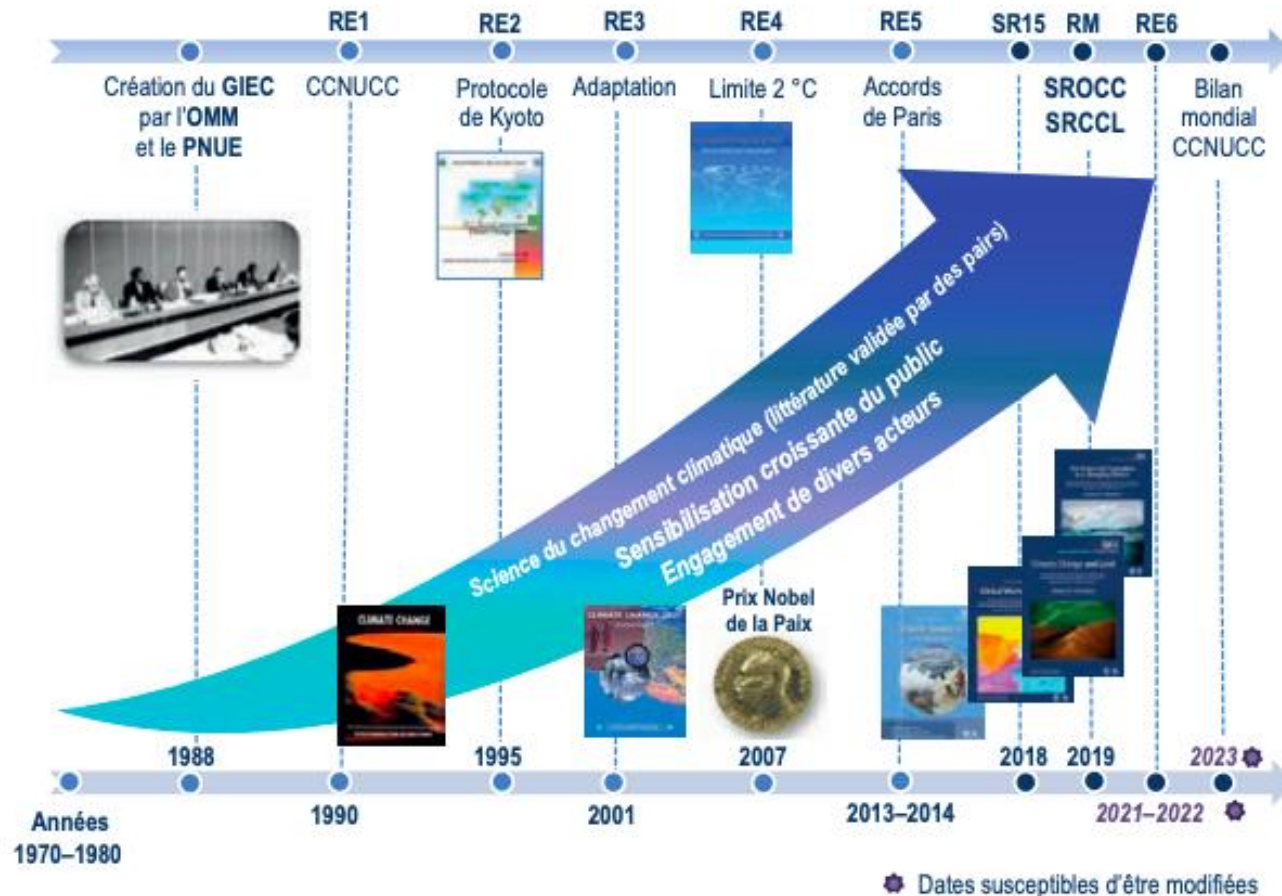


Lien entre corrélation et la causalité

Lien entre l'évolution du CO₂ et de la température atmosphérique

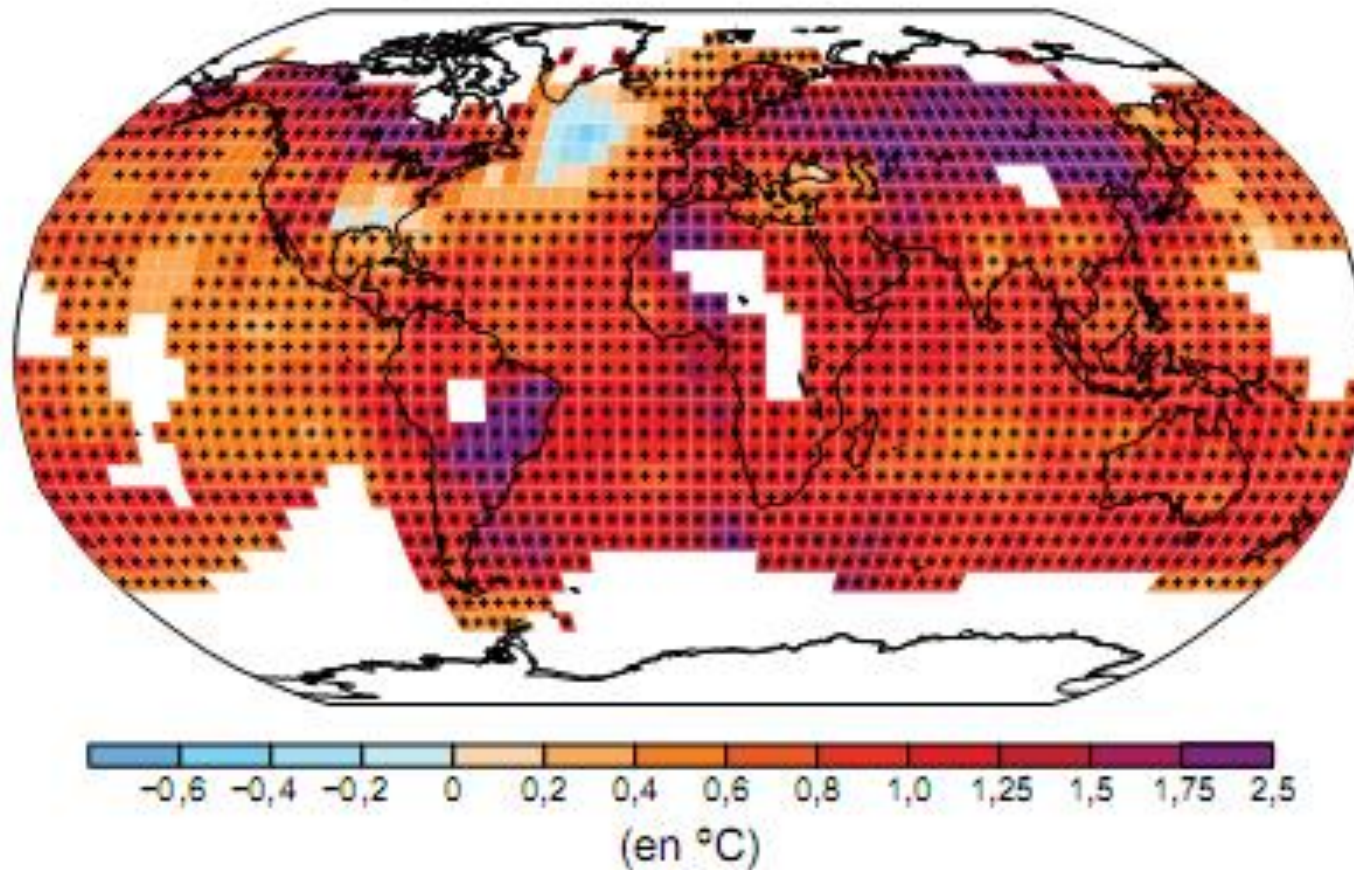


La contribution du GIEC à la science du changement climatique et à l'élaboration des politiques climatiques



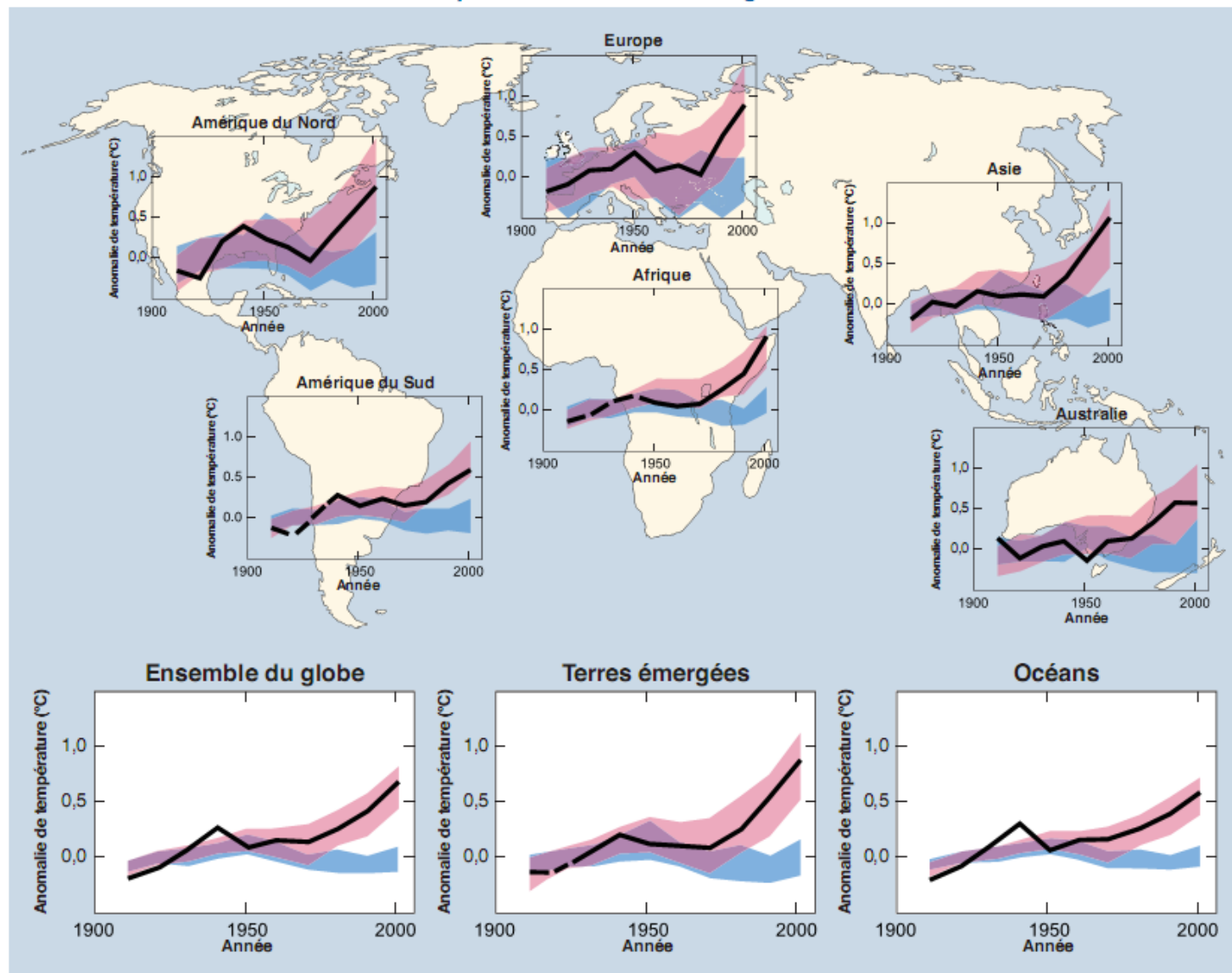
Les changements globaux actuels

Évolution de la température en surface observée entre 1901 et 2012



Les perturbations actuelles et leurs impacts

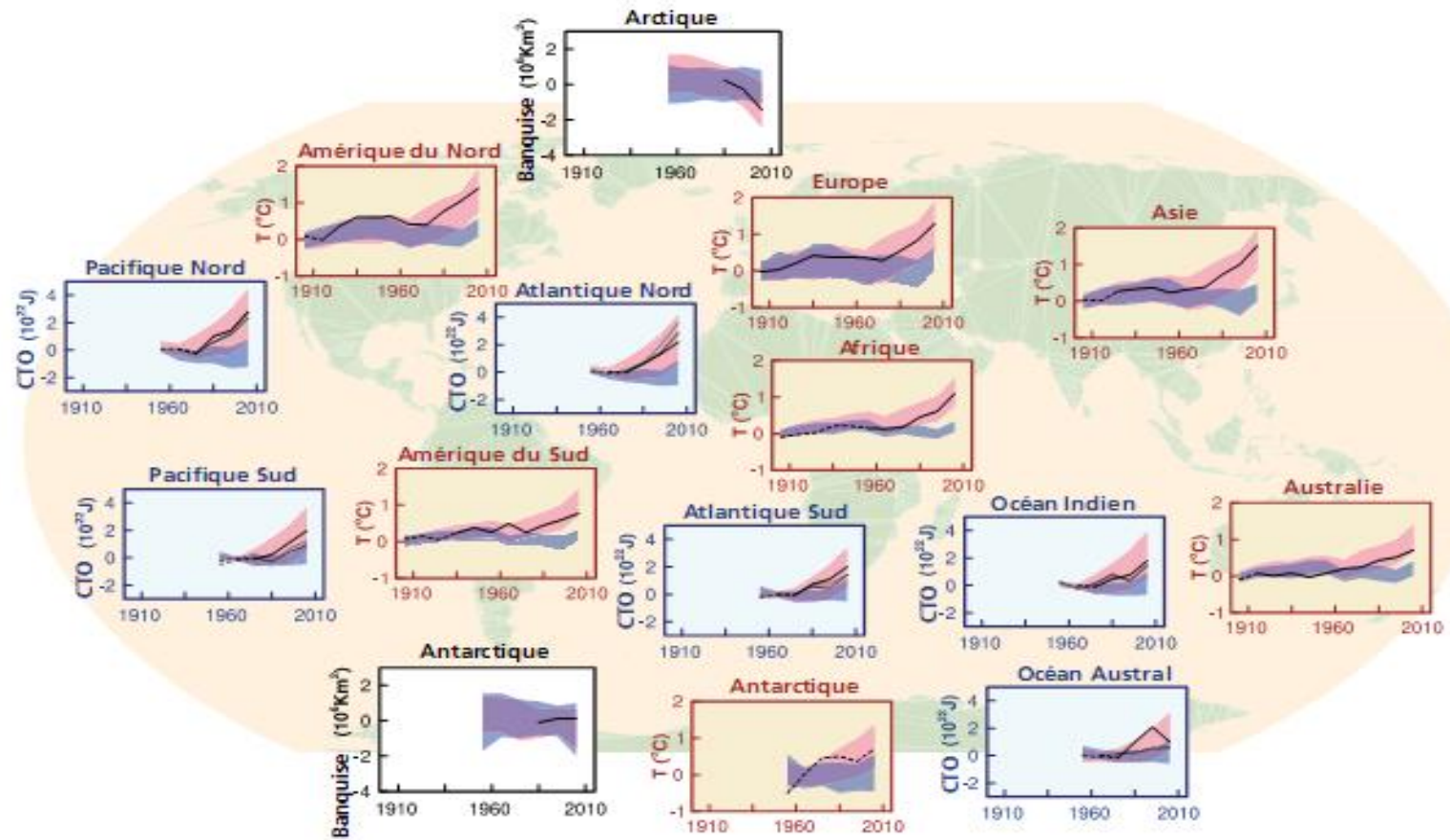
Variation des températures à l'échelle du globe et des continents



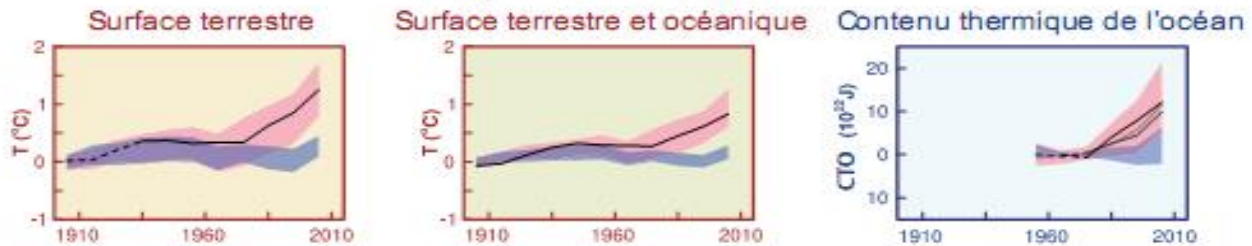
Modèles intégrant les forçages naturels seulement
Modèles intégrant les forçages naturels et anthropiques

— Observations

Les perturbations actuelles et leurs impacts



Moyennes mondiales



≡ Observations

■ Modèles n'utilisant que les forçages naturels

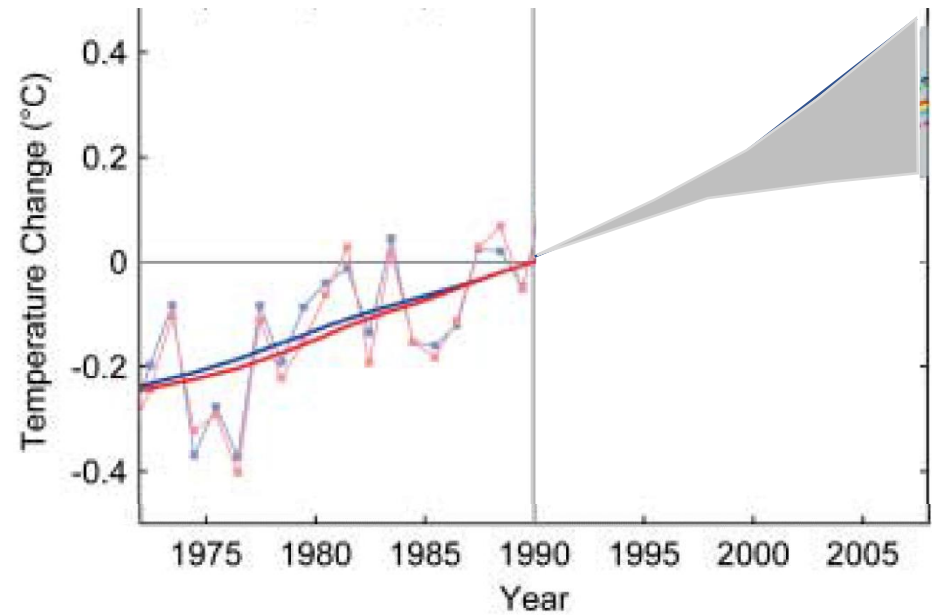
■ Modèles utilisant les forçages naturels et anthropiques

Lien entre corrélation et la causalité

Validité des modèles climatiques

Recent Climate Observations Compared to Projections

Stefan Rahmstorf,¹ Anny Cazenave,² John A. Church,³ James E. Hansen,⁴
Ralph F. Keeling,⁵ David E. Parker,⁶ Richard C. J. Somerville⁵

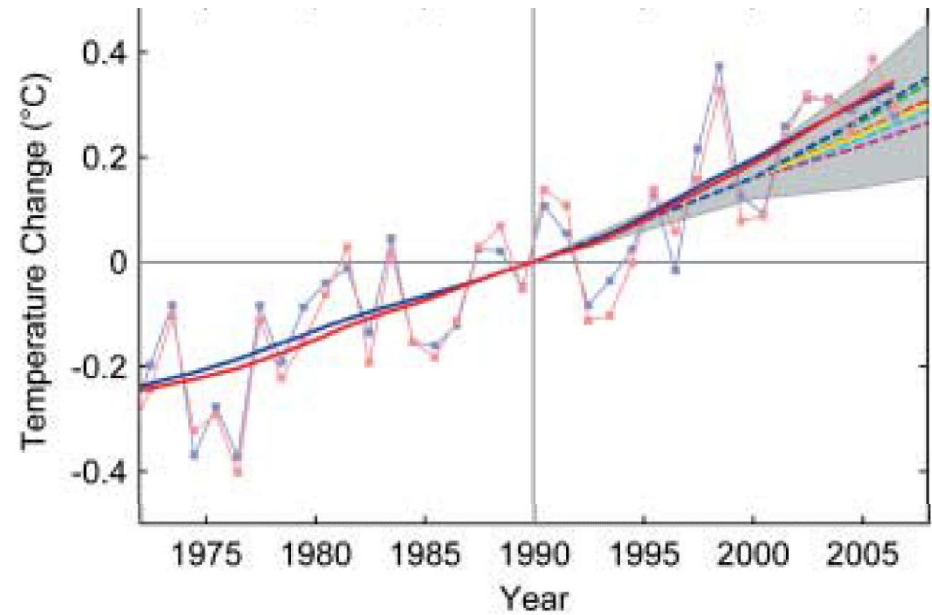


Lien entre corrélation et la causalité

Validité des modèles climatiques

Recent Climate Observations Compared to Projections

Stefan Rahmstorf,¹ Anny Cazenave,² John A. Church,³ James E. Hansen,⁴
Ralph F. Keeling,⁵ David E. Parker,⁶ Richard C. J. Somerville⁵



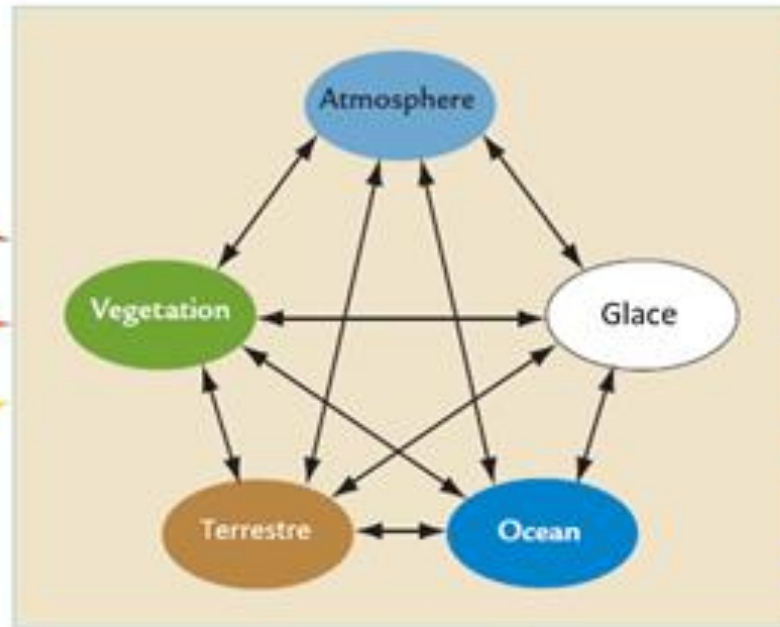
Forçage externe

Forçage
Tectonique

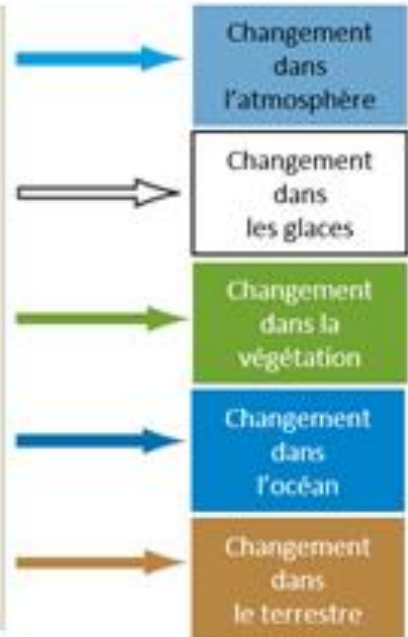
Forçage
Astronomique

Forçage
Solaire

Système climatique



Changements climatiques



Ruddiman, 2013

Rôle Anthropique dans le futur

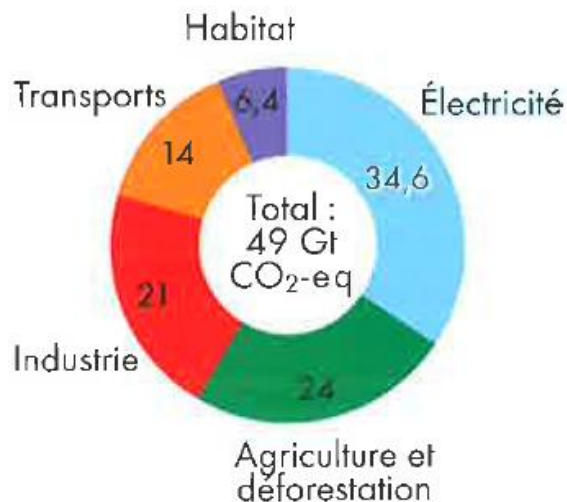
Conséquences du réchauffement climatique
Se dirige-t-on vers de nouveaux équilibres ?



Les perturbations actuelles et leurs impacts

LES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR ACTIVITÉ

Répartition des activités humaines génératrices de gaz à effet de serre, en %

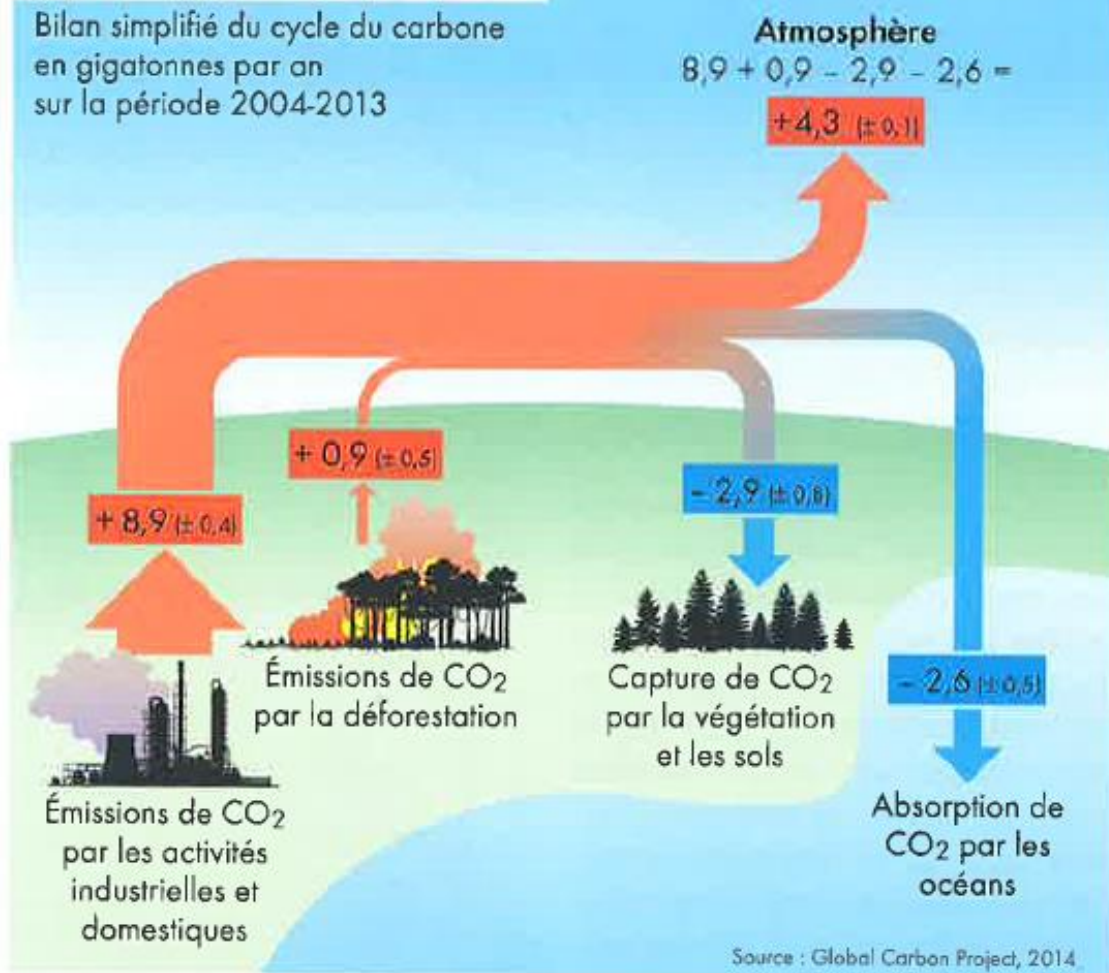


Source : GIEC,

Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.

LE CYCLE DU CARBONE SUR TERRE

Bilan simplifié du cycle du carbone en gigatonnes par an sur la période 2004-2013



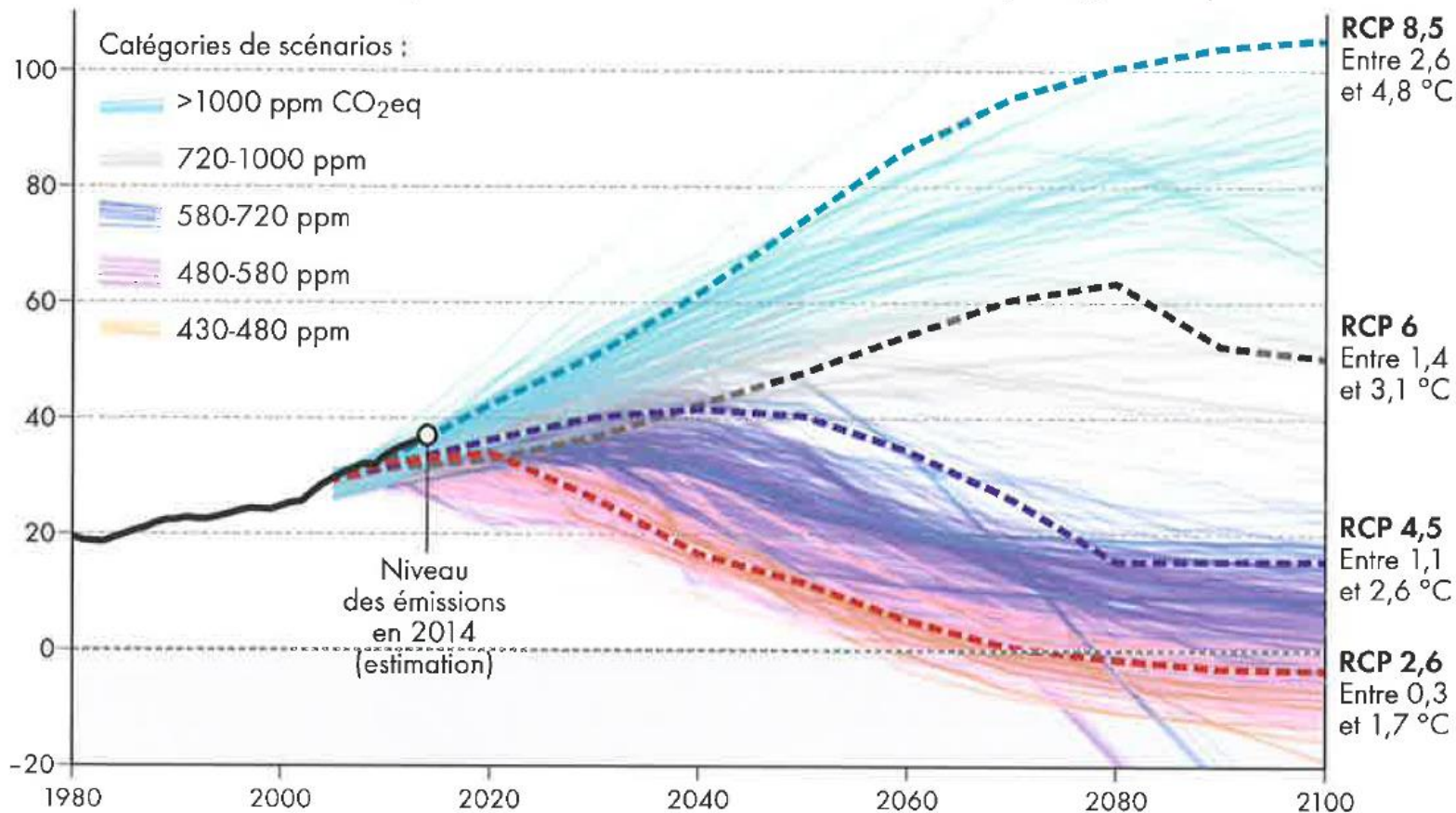
Le temps de l'action



SIMULATION DU CLIMAT : LES SCÉNARIOS D'ÉMISSION DE CO₂ AU XXI^e SIÈCLE

Émissions globales de CO₂ dues aux combustibles fossiles et à la production de ciment, en milliards de tonnes/an

Nom de code du scénario et prévision d'augmentation de la température en 2100 par rapport à la période 1850-1900

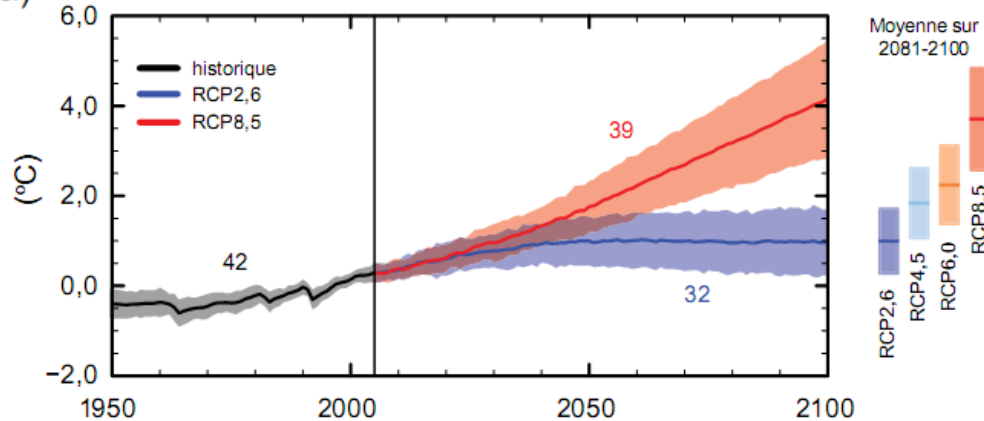


Note : RCP = profil représentatif d'évolution de concentration du CO₂.

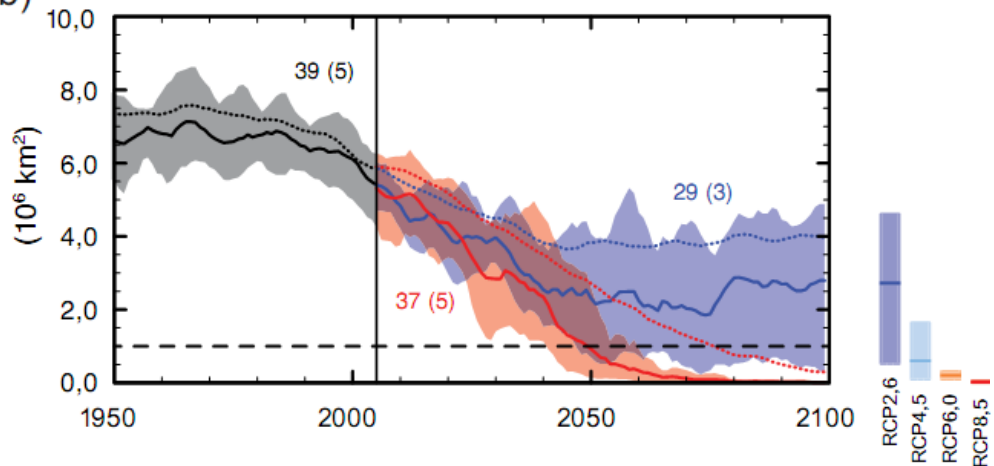
D'après Center for International Climate and Environmental Research, 2014.

Conséquences de l'augmentation de CO2 atmosphérique

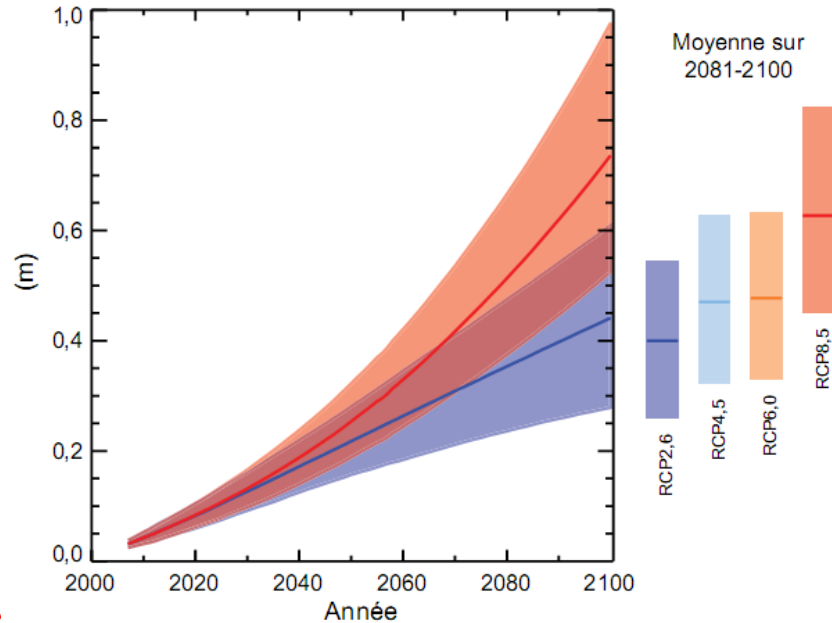
a) Évolution de la température moyenne à la surface du globe



b) Étendue de la banquise de l'hémisphère Nord en septembre



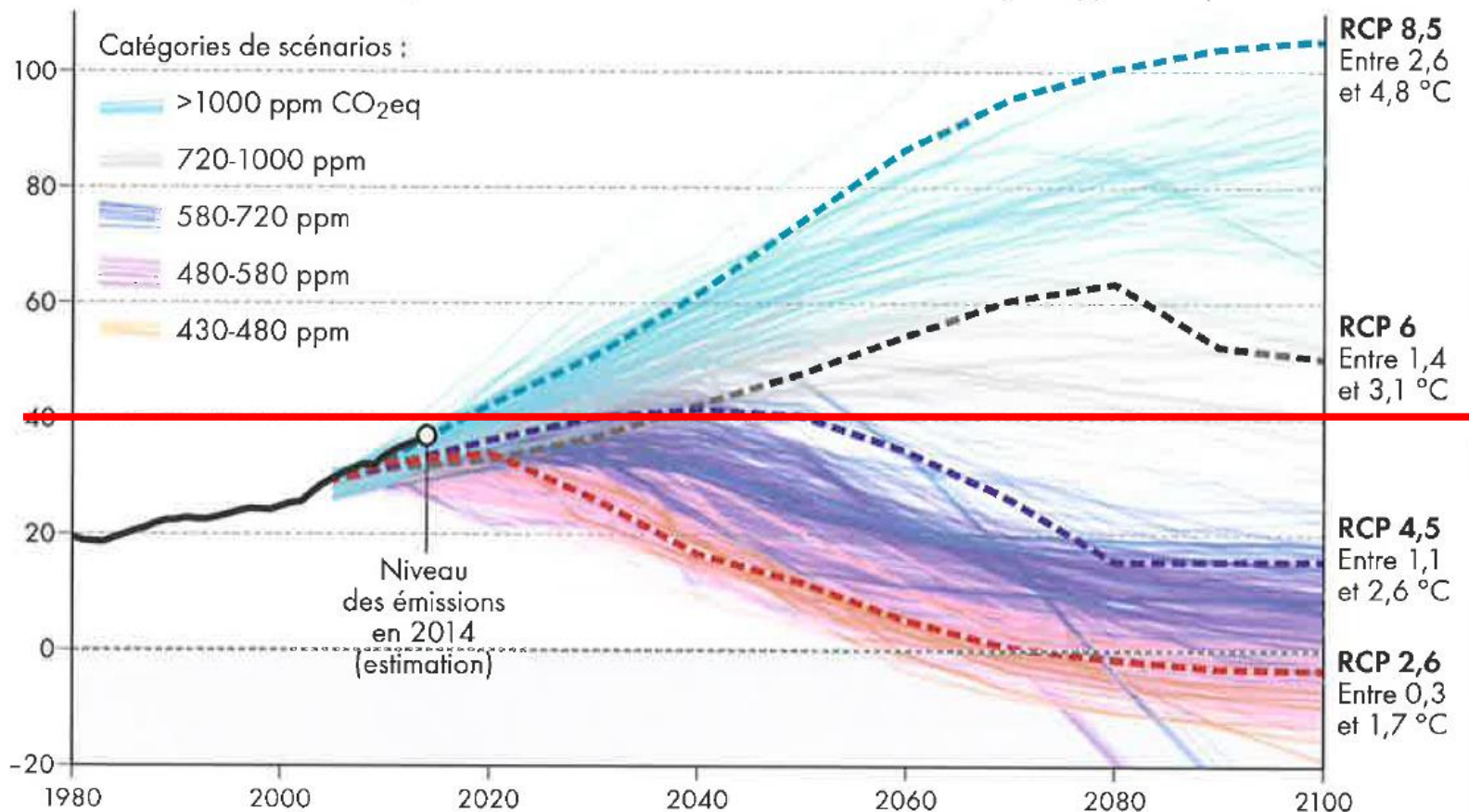
Élévation du niveau moyen des mers à l'échelle du globe



SIMULATION DU CLIMAT : LES SCÉNARIOS D'ÉMISSION DE CO₂ AU XXI^e SIÈCLE

Émissions globales de CO₂ dues aux combustibles fossiles et à la production de ciment, en milliards de tonnes/an

Nom de code du scénario et prévision d'augmentation de la température en 2100 par rapport à la période 1850-1900

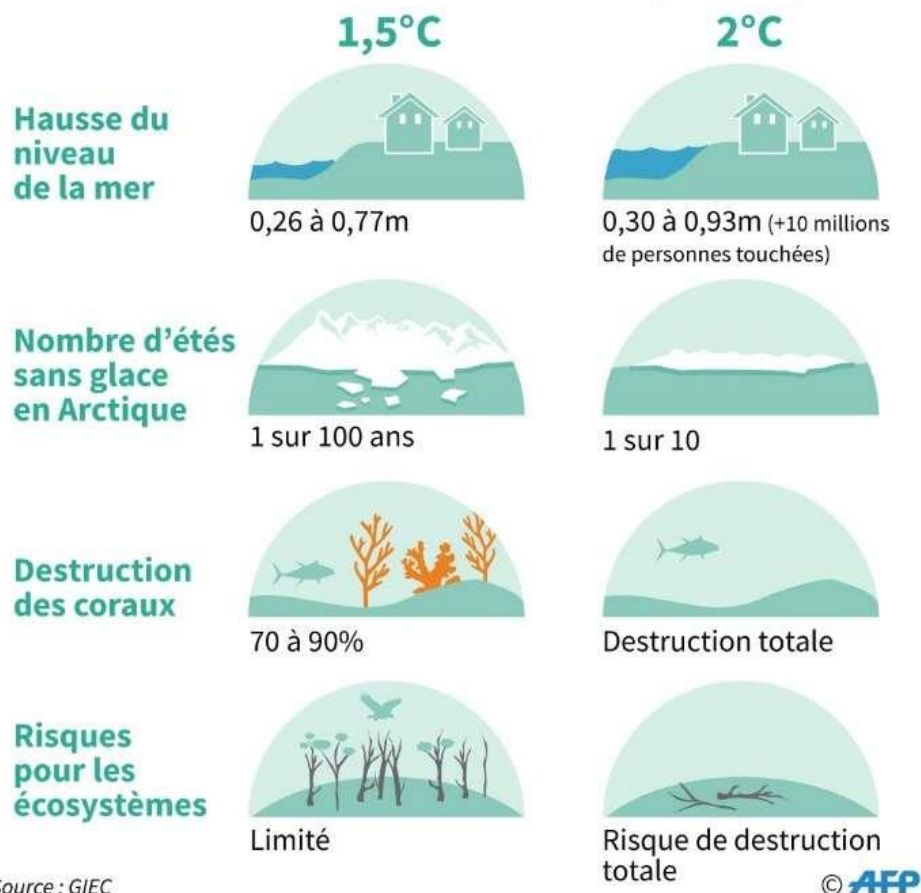


Note : RCP = profil représentatif d'évolution de concentration du CO₂.

D'après Center for International Climate and Environmental Research, 2014.

Les changements climatiques en 2100

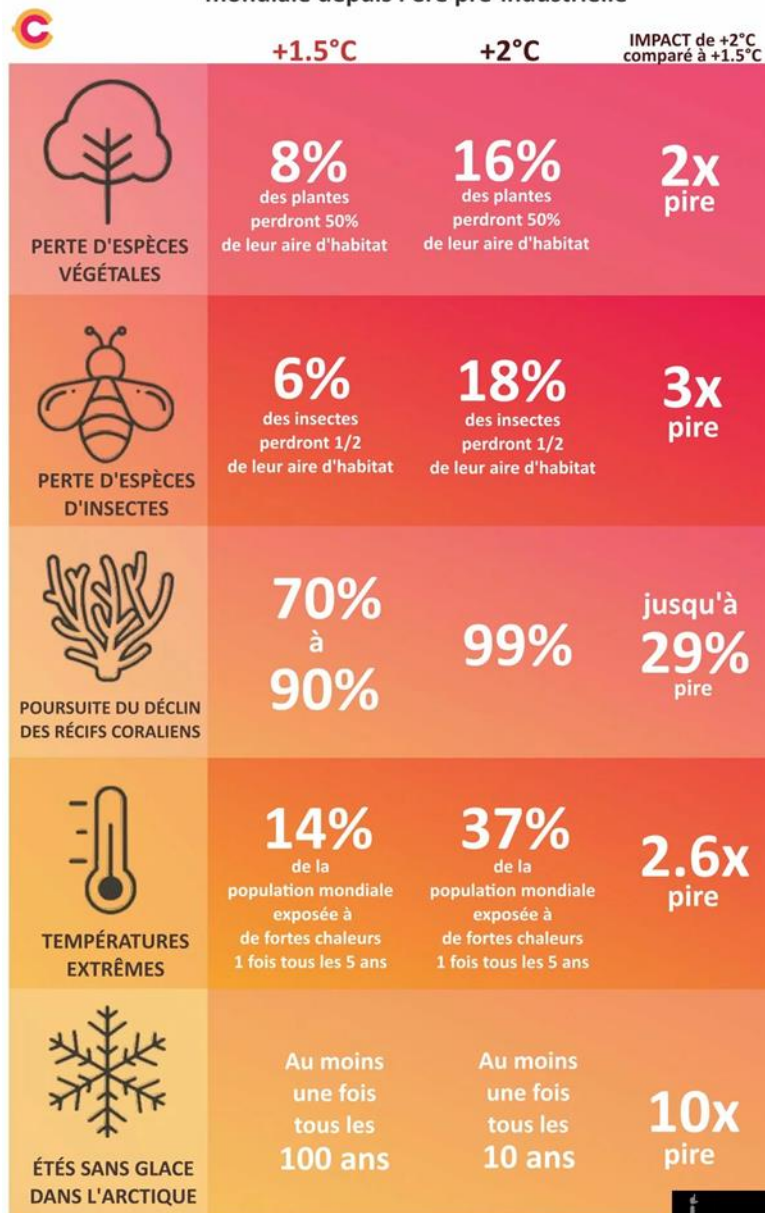
Une hausse minime du réchauffement a des conséquences importantes



Source : GIEC

© AFP

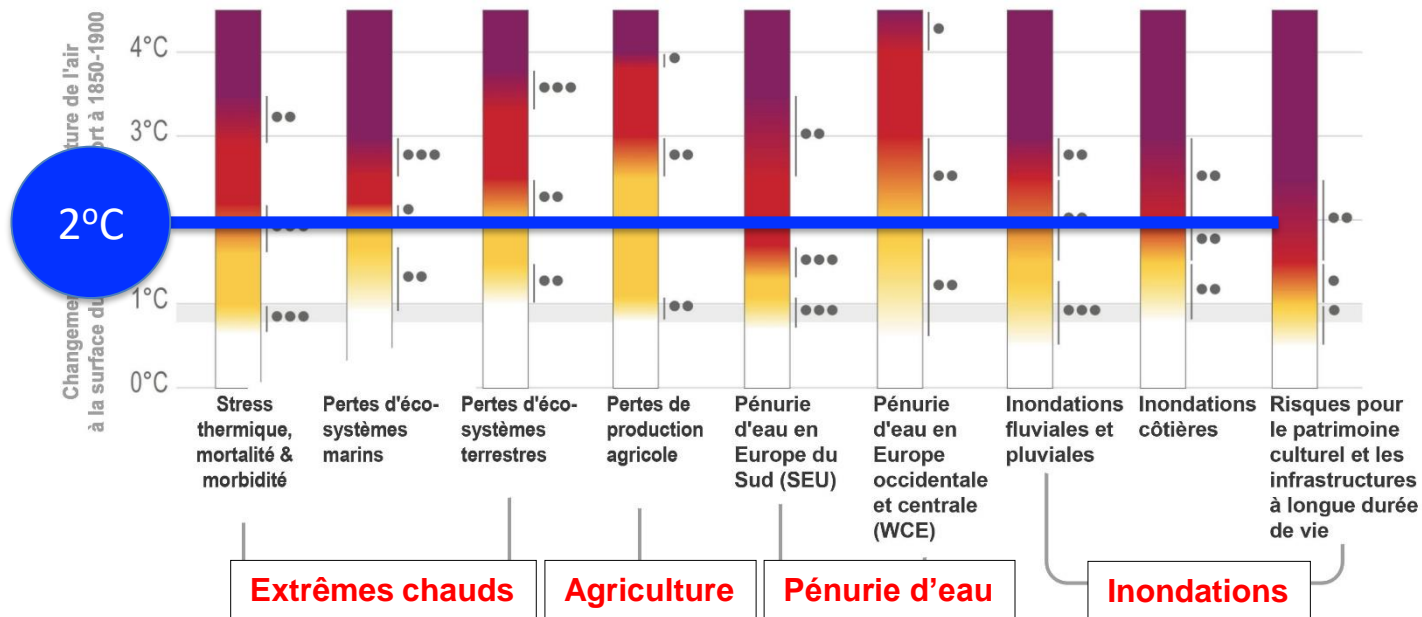
Conséquences futures de l'augmentation de la température mondiale depuis l'ère pré-industrielle



Climate Change 2022

Impacts, Adaptation and Vulnerability

Quatre risques clé évalués en Europe dans le cadre d'une adaptation qui progresse mais qui reste insuffisante



11.000 morts en 1^{er} estimation pour 2022 : si confirme, un échec dans l'adaptation post-2003, un déni de gravité pour expliquer l'absence totale de communication institutionnelle

Les perturbations prochaines

POPULATIONS IMPACTÉES PAR LA MONTÉE DES EAUX PAR CONTINENT

Hausse du niveau de la mer



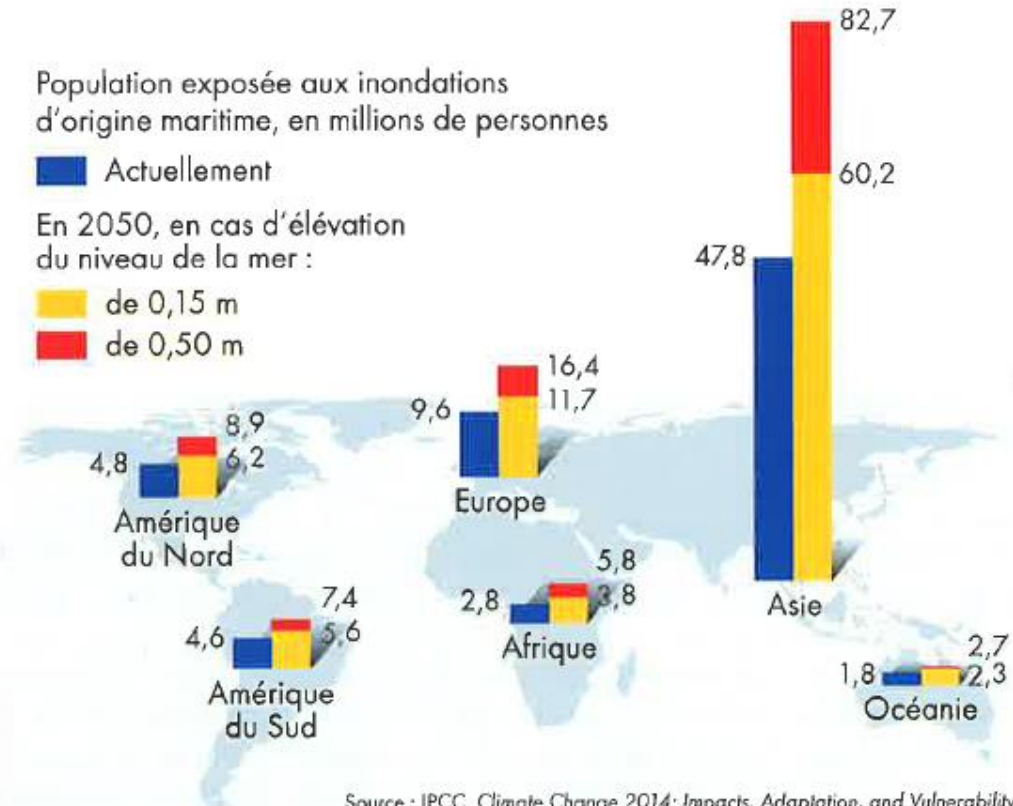
Population exposée aux inondations d'origine maritime, en millions de personnes

■ Actuellement

En 2050, en cas d'élévation du niveau de la mer :

■ de 0,15 m

■ de 0,50 m



Source : IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

LE GOLFE DU MEXIQUE CONFRONTÉ À L'ÉLÉVATION DU NIVEAU DES MERS

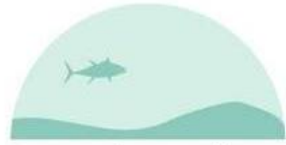


Bréon et Luneau, 2018

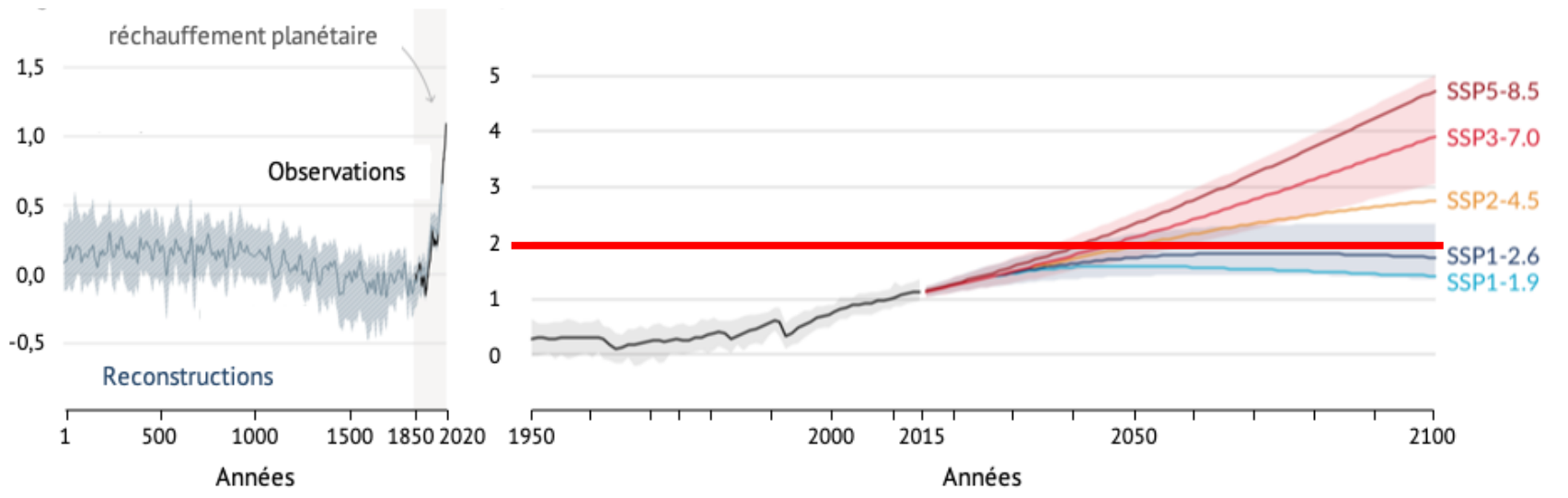
Destruction des coraux



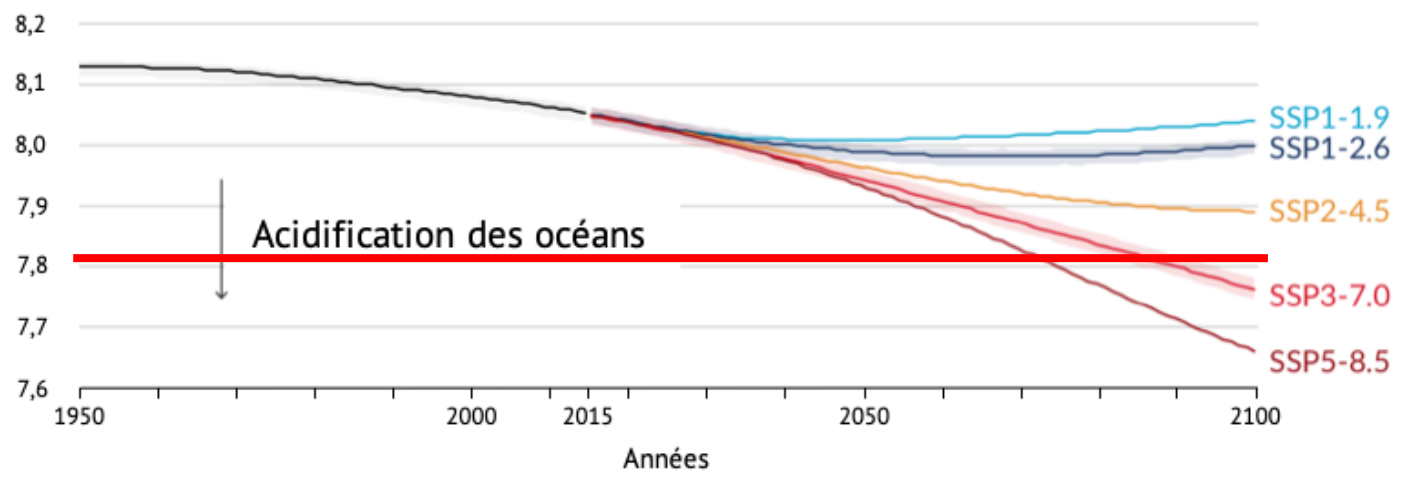
70 à 90%



Destruction totale



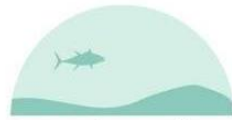
D pH de l'océan global



Destruction des coraux



70 à 90%



Destruction totale



Biogeosciences
Discussions

Nick Bates

Biogeosciences Discuss., 8, 12451–12476, 2011

www.biogeosciences-discuss.net/8/12451/2011/

doi:10.5194/bgd-8-12451-2011

© Author(s) 2011. CC Attribution 3.0 License.

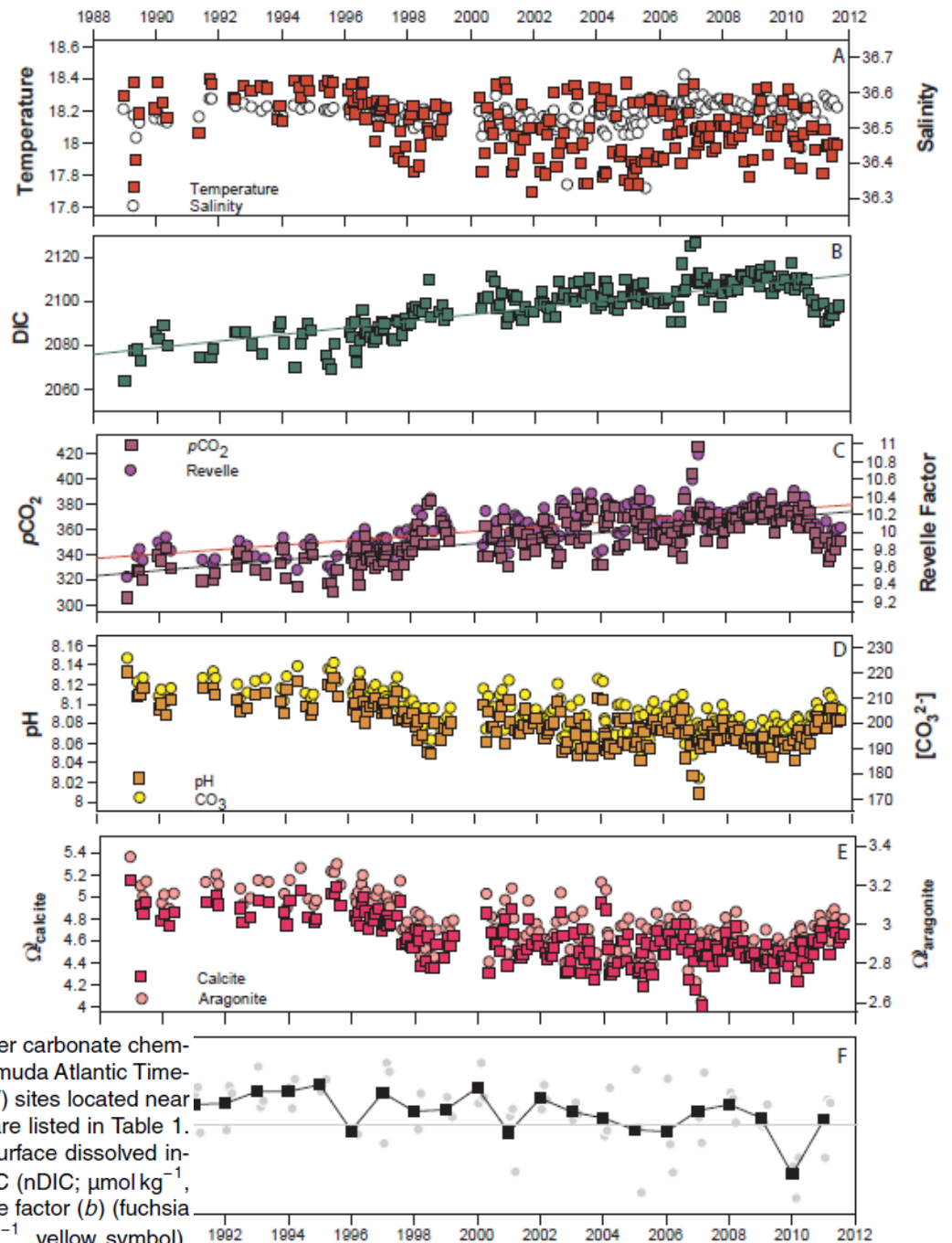
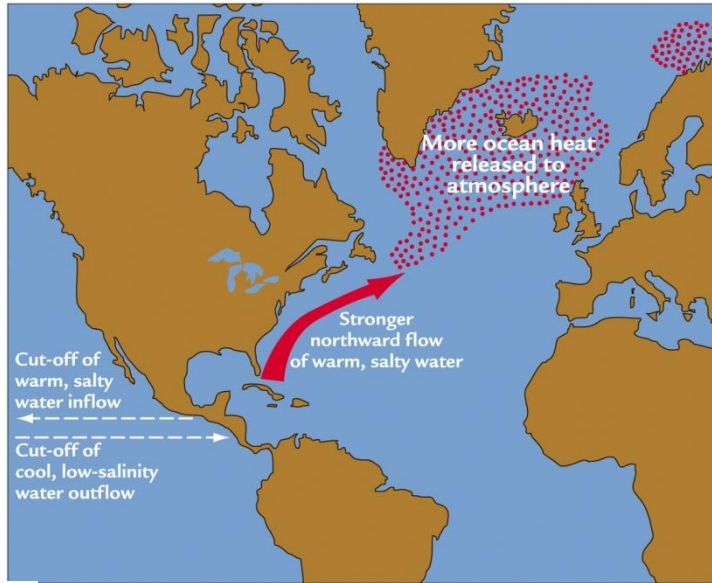
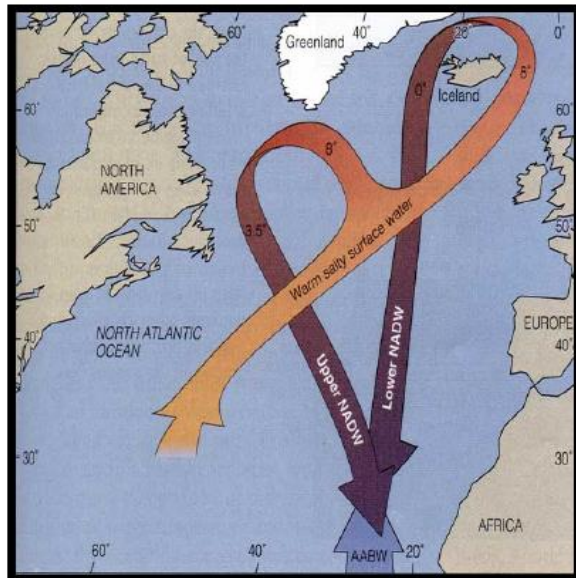


Fig. 1. Long-term observations and trends of surface hydrography, seawater carbonate chemistry and ocean acidification indicators from 1983 to 2011 at the BATS (Bermuda Atlantic Time-series Study; 31° 40' N, 64° 10' W) and Hydrostation S (32° 10' N, 64° 30' W) sites located near Bermuda in the NW Atlantic Ocean. Slopes and statistics of regressions are listed in Table 1. **(A)** Sea surface temperature ($^{\circ}\text{C}$; black line) and salinity (red line). **(B)** Surface dissolved inorganic carbon (DIC, $\mu\text{mol kg}^{-1}$, green symbol) and salinity normalized DIC (nDIC; $\mu\text{mol kg}^{-1}$, light green symbol). **(C)** Seawater $p\text{CO}_2$ (μatm ; purple symbol) and Revelle factor (b) (fuchsia symbol). **(D)** Surface seawater pH (orange symbol) and $[\text{CO}_3^{2-}]$ ($\mu\text{mol kg}^{-1}$, yellow symbol).

Débâcle d'icebergs et circulation océanique de l'Atlantique Nord

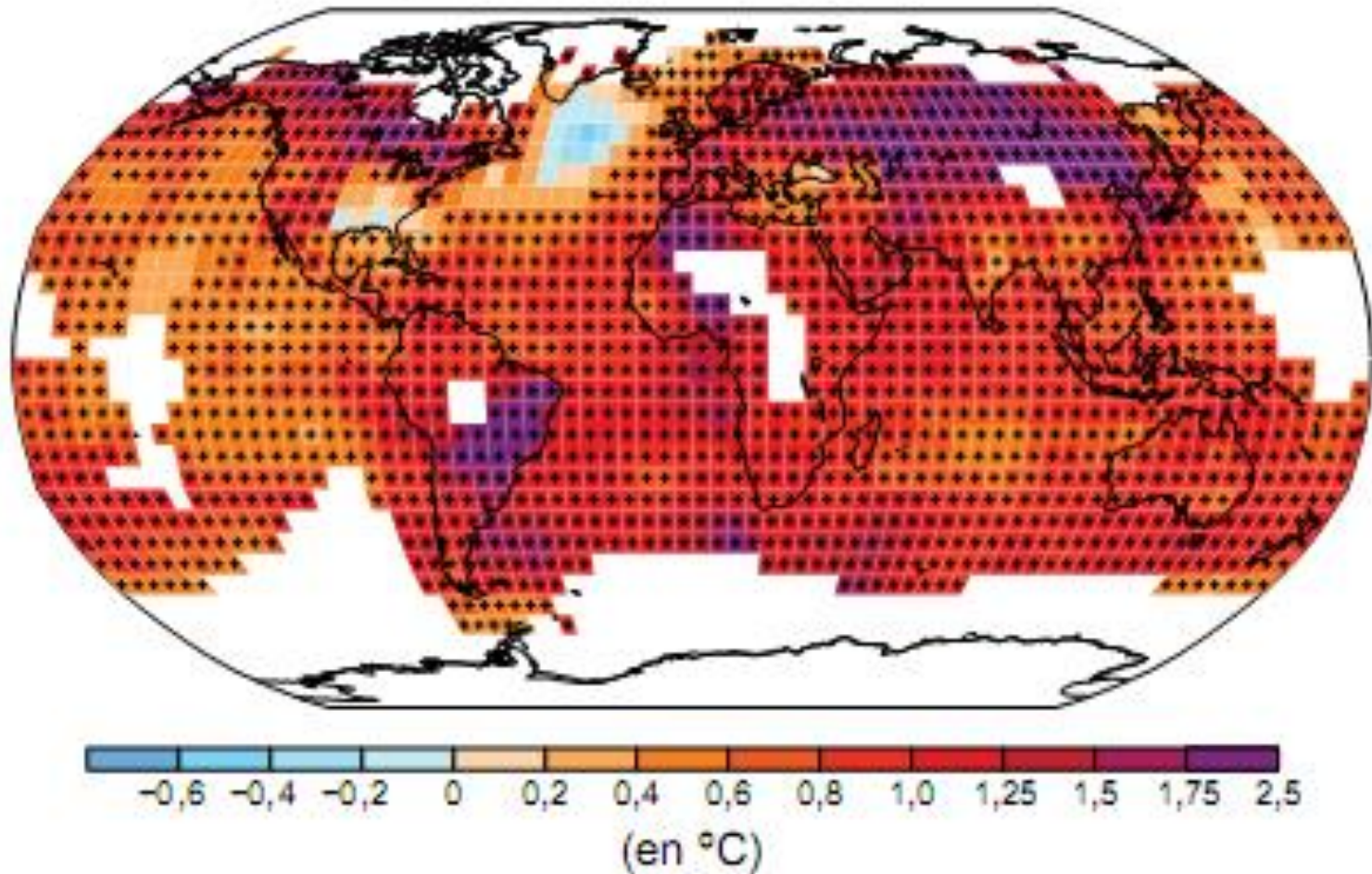


Ruddiman, 2001



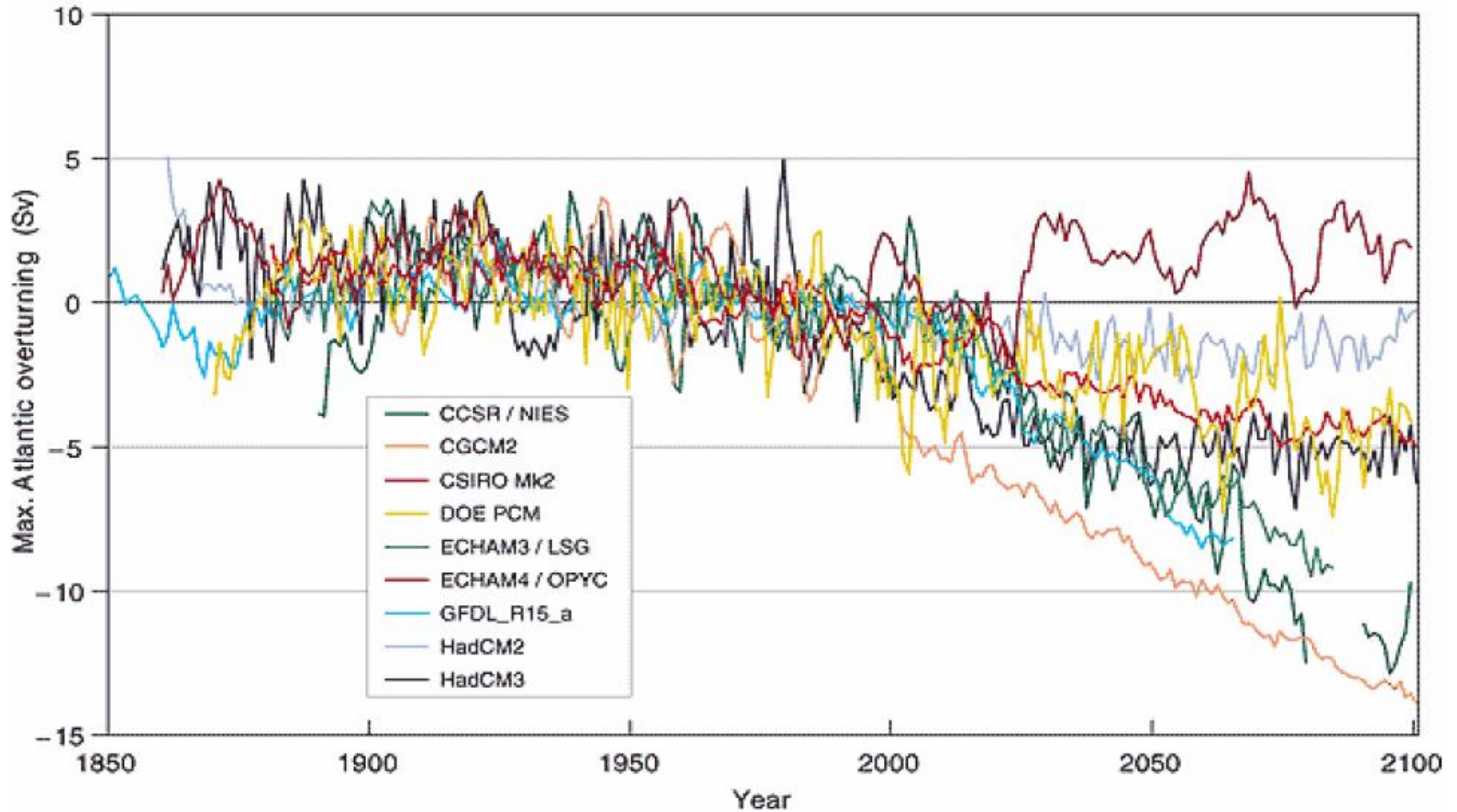
Débâcle d'icebergs et circulation océanique de l'Atlantique Nord

Évolution de la température en surface observée entre 1901 et 2012



Vers un nouvel équilibre ? (horizon 2100)

Prédictions pour la réduction potentiel de la circulation thermohaline ?



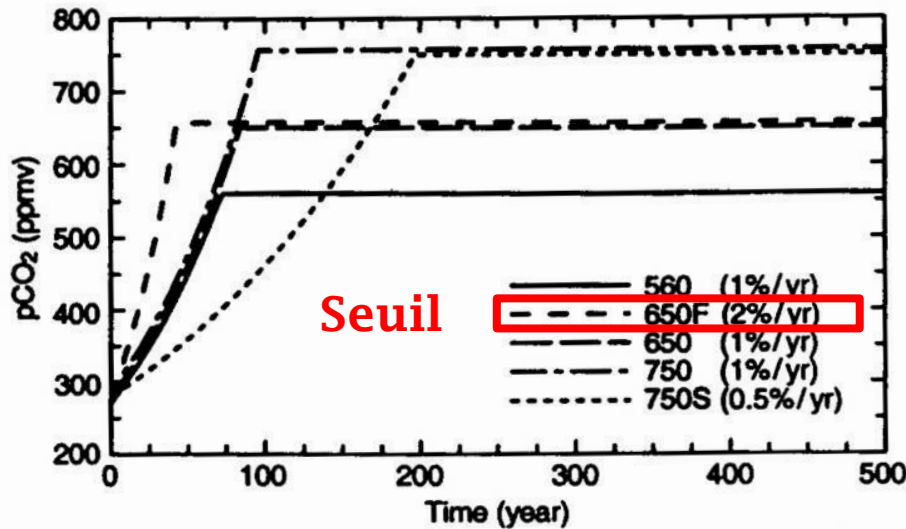
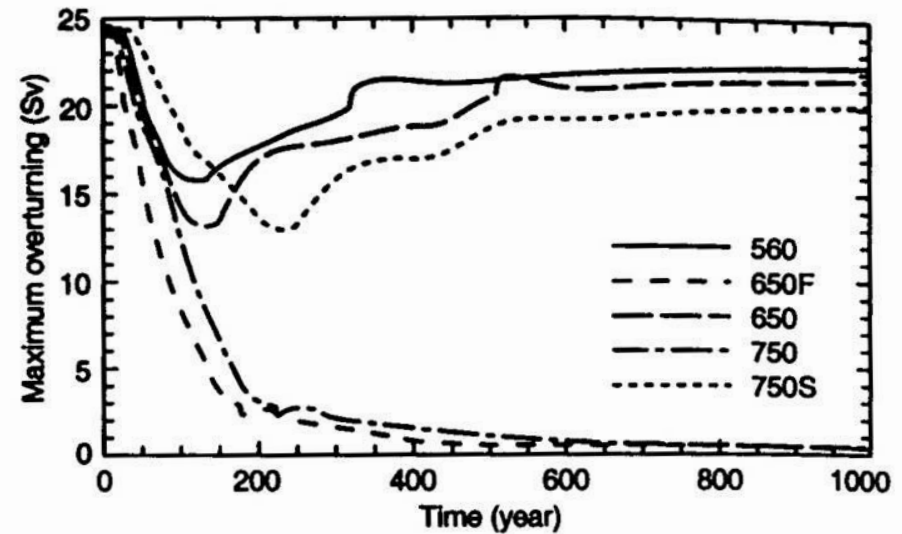


Fig. 6 a Prescribed increase of atmospheric CO₂ until a maximum concentration is reached. The rates of increase are 1% per year (exps. 560, 650, 750) and are slightly higher than the increase of CO₂ in the 1980s. Additional experiments are performed at 0.5% per year (exp. 750 S) and 2% per year (exp. 650F).



b Evolution of the overturning volume transport of the thermohaline circulation in the North Atlantic. For an increase of 1% per year the threshold value is between 650 and 750 ppm. When passed, the thermohaline circulation decreases and a new stable state is reached. The circulation recovers, if the CO₂ increase is slower (exp. 750S), or it collapses if it is faster (exp. 650F). (From Stocker and Schmittner 1997)

S. Rahmstorf, 1998

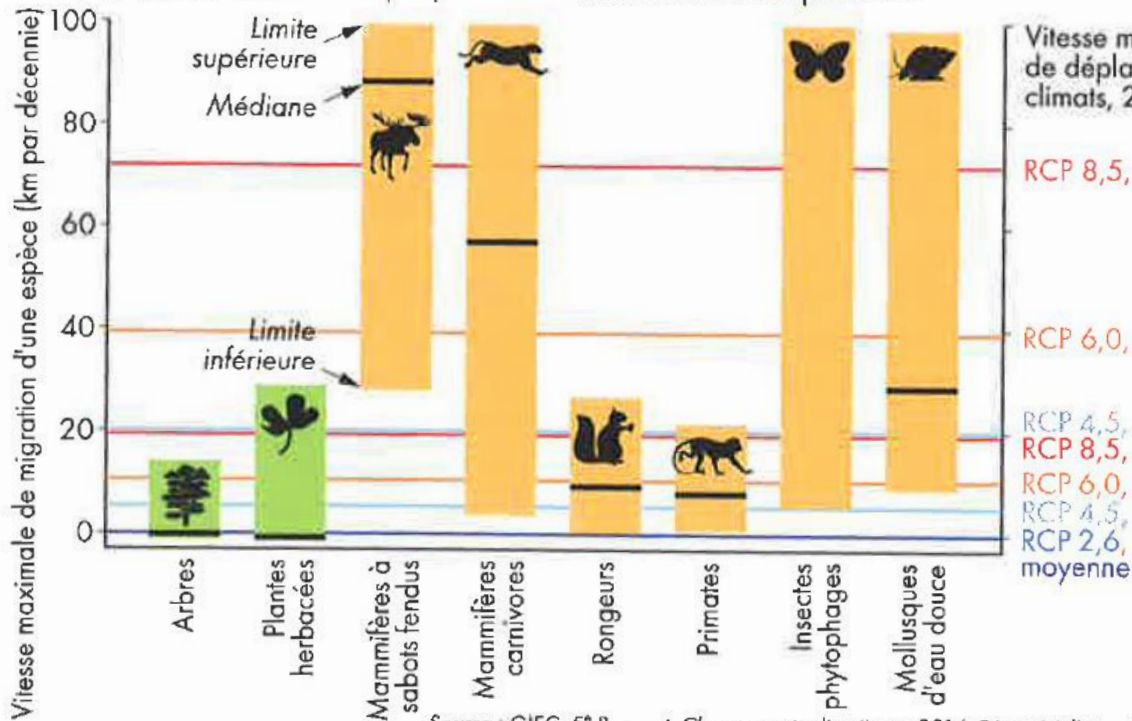
Retour à un état d'équilibre : 350 000 ans ???

Biodiversité et extinction massive

Bréon et Luneau, 2018

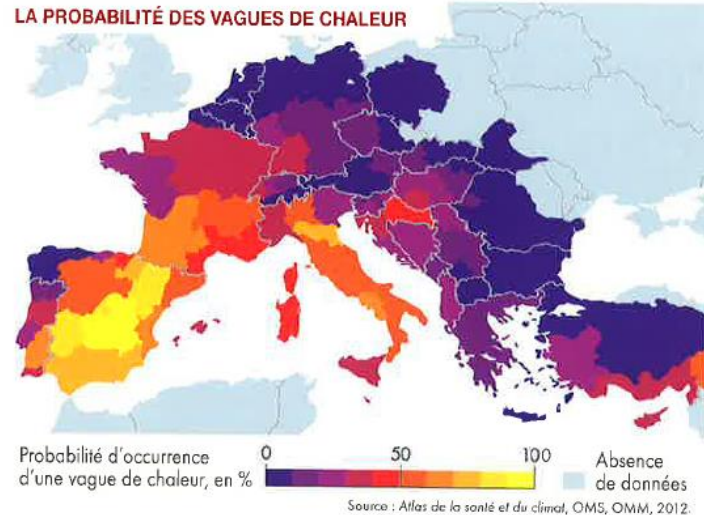
UNE NÉCESSAIRE ADAPTATION DES ESPÈCES

Comparaison de la vitesse maximale de migration des espèces à travers les pays et de la vitesse d'évolution projetée des conditions de température

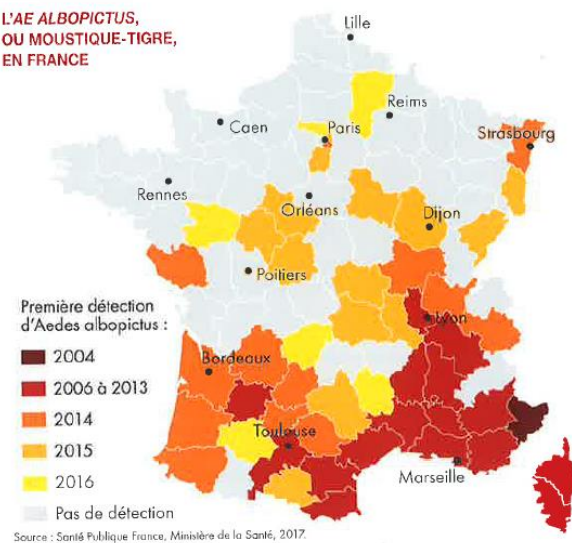


Source : GIEC, 5^e Rapport, Changements climatiques 2014. Résumé à l'attention des décideurs, 2014.

LA PROBABILITÉ DES VAGUES DE CHALEUR



L'AE ALBOPICHTUS, OU MOUSTIQUE-TIGRE, EN FRANCE

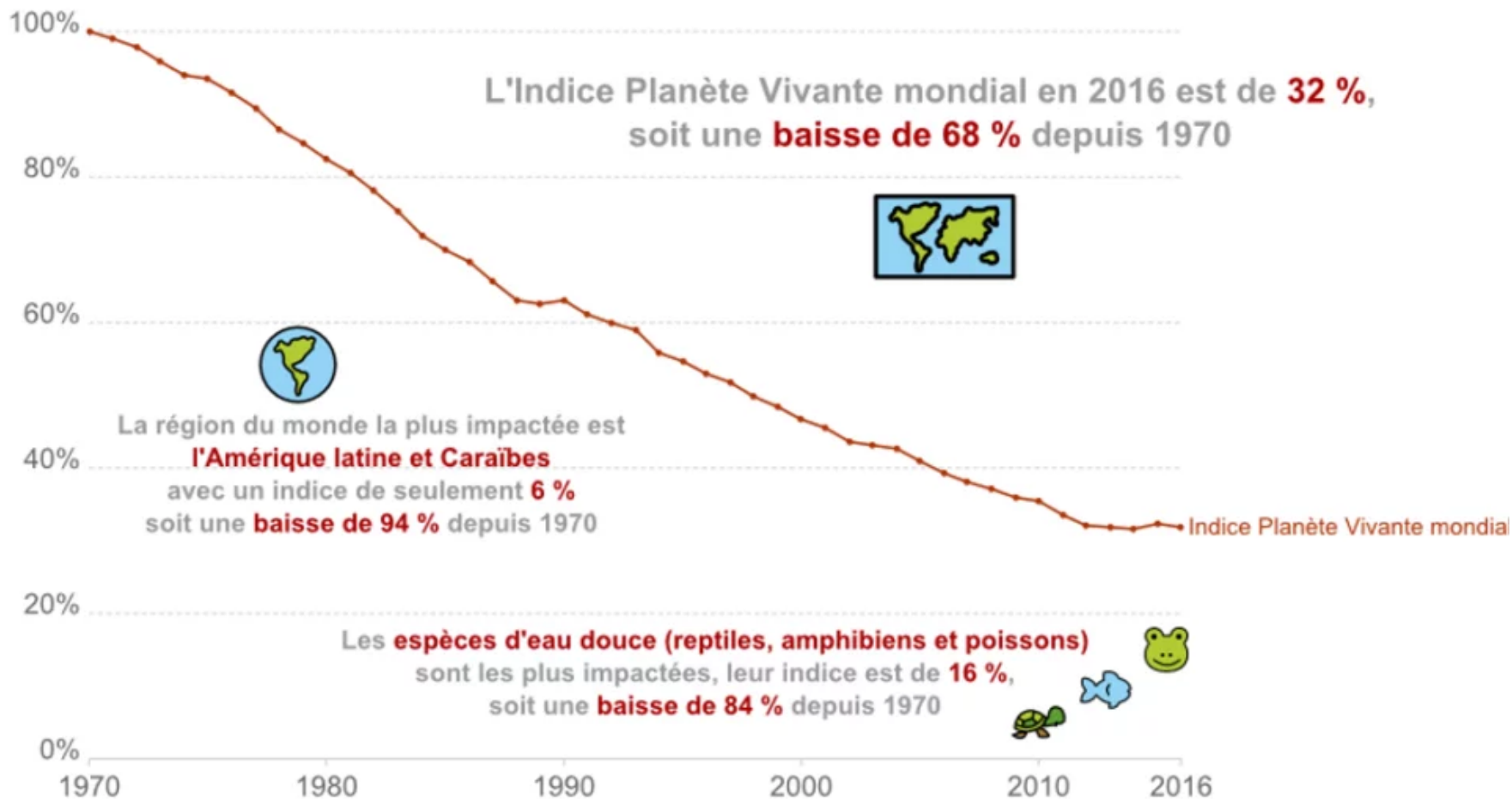




Quel est l'état des populations d'animaux vertébrés sauvages sur Terre ?

L'Indice Planète Vivante (IPV) mesure le déclin moyen des populations d'espèces sauvages surveillées.

La valeur de l'indice est mesurée par rapport à 20 811 populations de 4 392 espèces en 1970 (c'est-à-dire 1970 = 100 %).

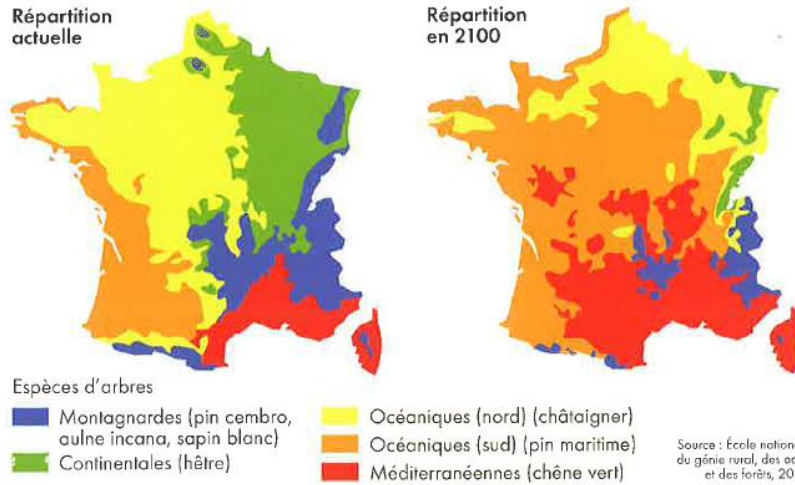


Source: World Wildlife Fund (WWF) and Zoological Society of London

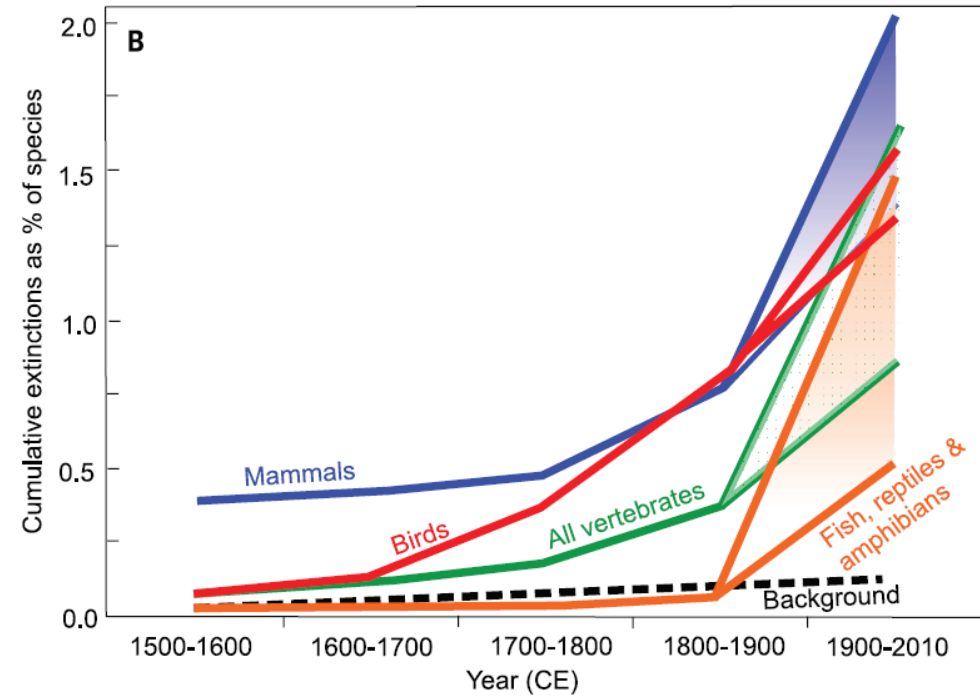
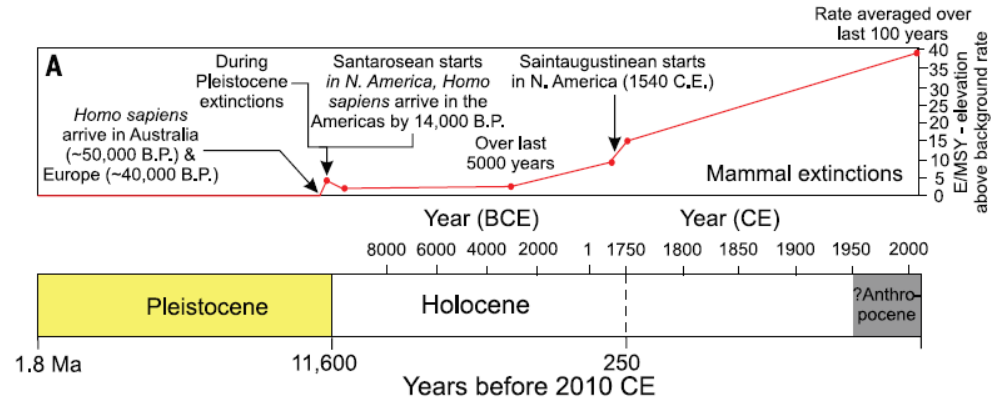
OurWorldInData.org/biodiversity • CC BY

Biodiversité et extinction massive

ÉVOLUTION DES ESSENCES D'ARBRES EN FRANCE



Bréon et Luneau, 2018

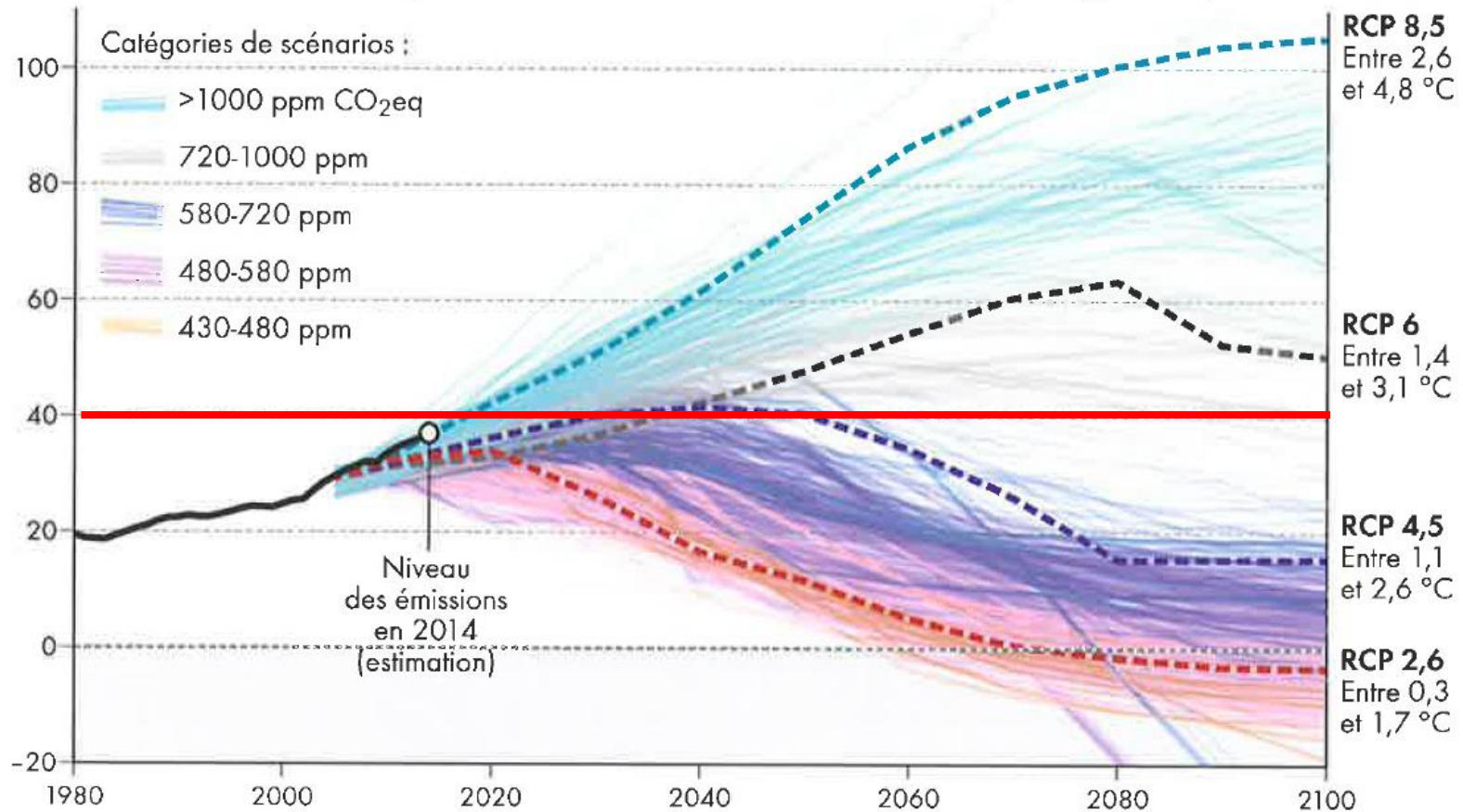


Le temps de l'action

SIMULATION DU CLIMAT : LES SCÉNARIOS D'ÉMISSION DE CO₂ AU XXI^e SIÈCLE

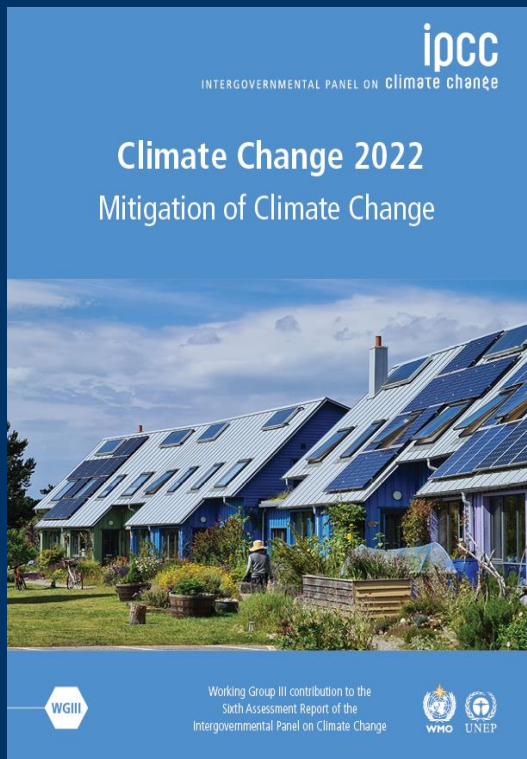
Émissions globales de CO₂ dues aux combustibles fossiles et à la production de ciment, en milliards de tonnes/an

Nom de code du scénario et prévision d'augmentation de la température en 2100 par rapport à la période 1850-1900



Note : RCP = profil représentatif d'évolution de concentration du CO₂.

D'après Center for International Climate and Environmental Research, 2014.



Les **solutions** existent et des options sont **disponibles des maintenant** et dans chaque secteur; elles peuvent permettre de diviser par 2 les émissions d'ici 2030



Energie



Usages des
sols



Industries



Villes



Batiments



Transport

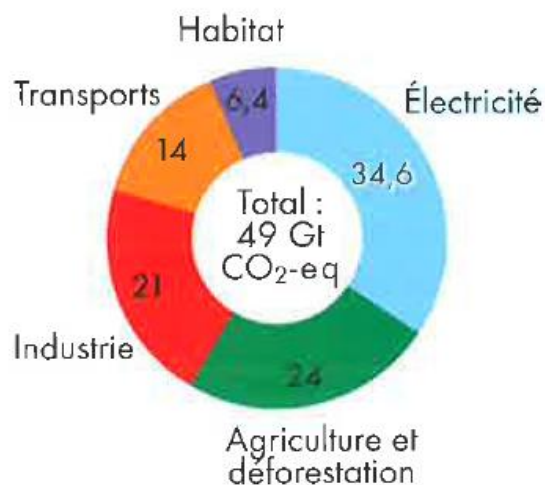


Demande
et services

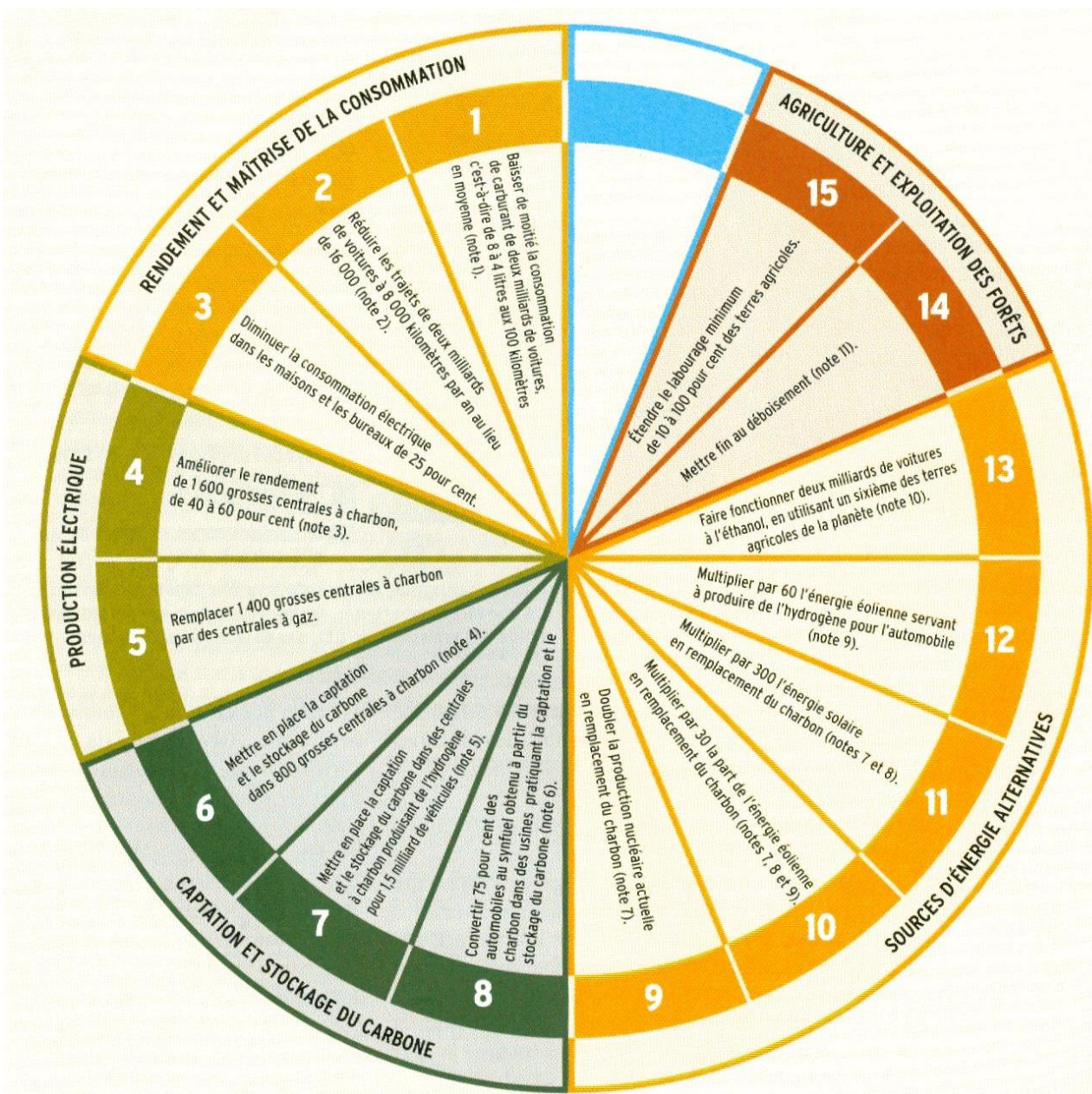
Le temps de l'action

LES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR ACTIVITÉ

Répartition des activités humaines génératrices de gaz à effet de serre, en %

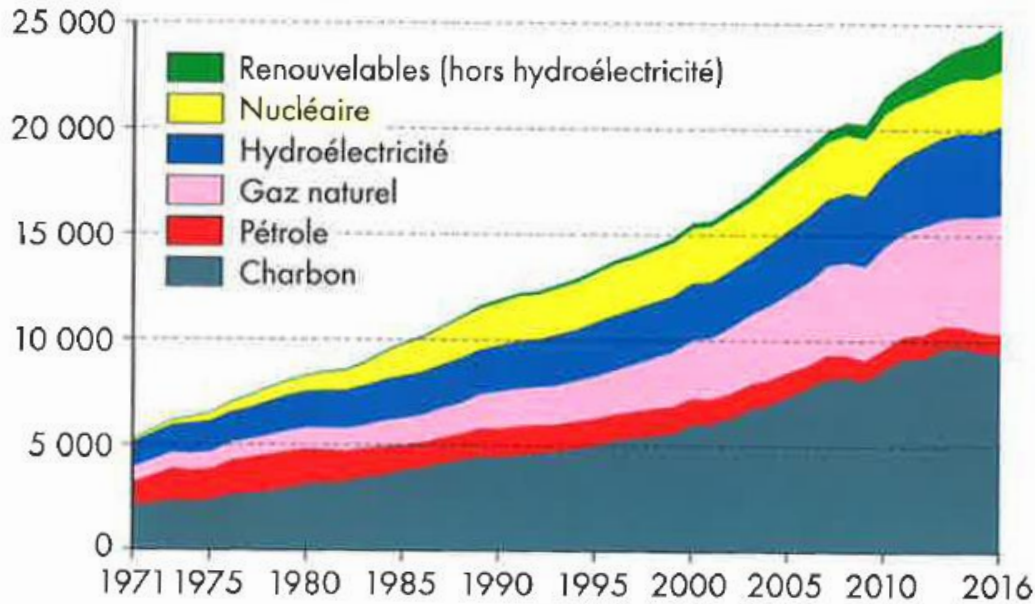


Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.



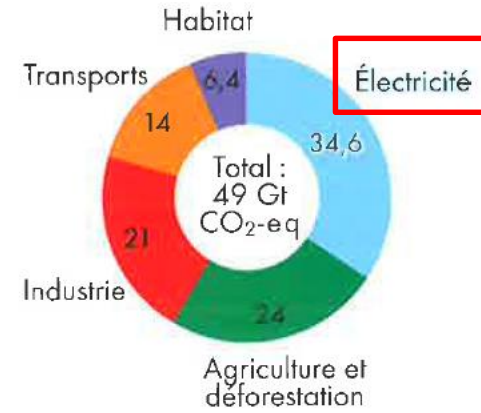
Le temps de l'action : Energie

PRODUCTION ÉLECTRIQUE MONDIALE, PAR SOURCE, EN TWH



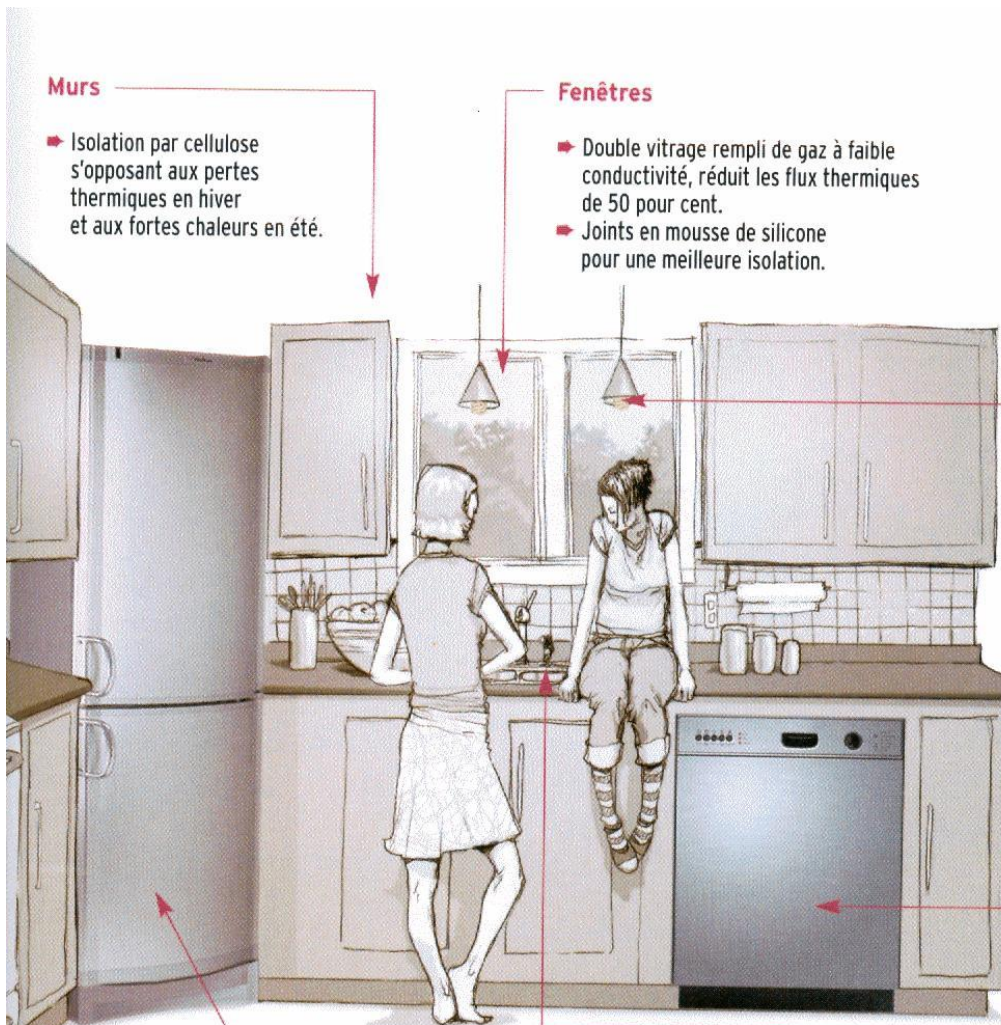
Source : AIEA, Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050, 2017.

Bréon et Luneau, 2018



Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.





Murs

- Isolation par cellulose s'opposant aux pertes thermiques en hiver et aux fortes chaleurs en été.

Fenêtres

- Double vitrage rempli de gaz à faible conductivité, réduit les flux thermiques de 50 pour cent.
- Joints en mousse de silicone pour une meilleure isolation.

Ampoule fluorescente compacte

- Consomme entre 75 et 80 pour cent d'énergie en moins par rapport à une ampoule à incandescence classique, et dure dix fois plus longtemps.
- Détection de présence par un capteur qui allume automatiquement la lumière.

Ordinateur

- Écran LCD consommant 60 pour cent en moins d'énergie que les écrans à tubes cathodiques.
- Dissipe moins de chaleur.
- Fabriqué à partir de matériaux recyclables.



Four

- Les appareils de cuisson sont encore à améliorer : moins de 25 pour cent de l'énergie utilisée par un four traditionnel atteint la nourriture.
- Les fours à convection réduisent la consommation d'énergie de 20 pour cent.

Réfrigérateur

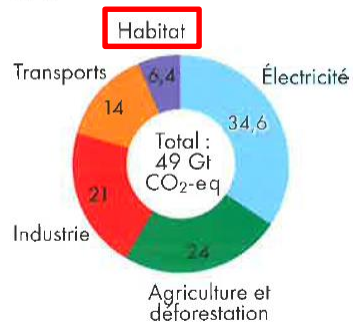
- Il consomme un quart de l'énergie par rapport aux modèles de 1974.
- Coût de fonctionnement : moins de 2,5 euros par mois !

Lave-vaisselle

- Lavage entièrement à la carte, évitant air toute utilisation superflue d'électricité ou d'eau.
- Utilise la moitié de l'eau nécessaire pour une vaisselle manuelle.

Eau chaude

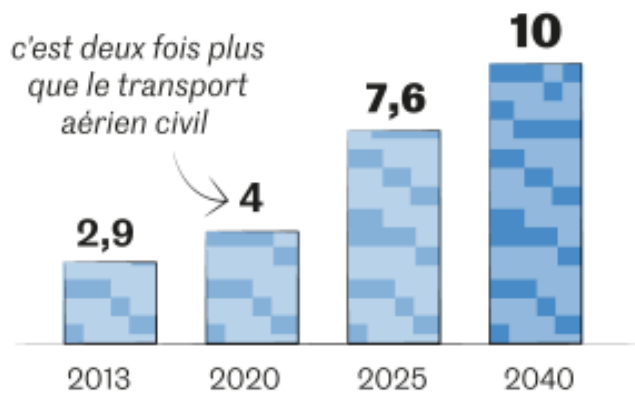
- Chauffe-eau solaire avec système secondaire de chauffage non solaire.
- Réservoirs d'eau chaude isolés.



Source : GIEC. *Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.*

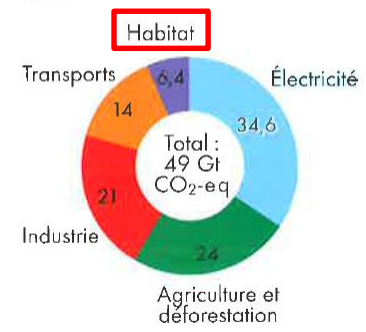
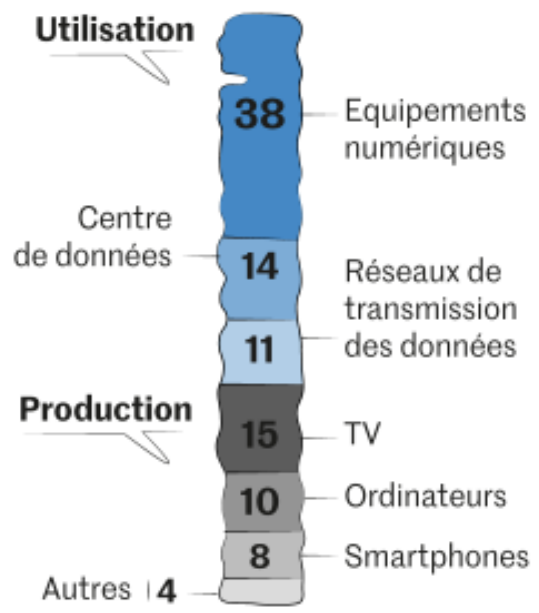
L'explosion du trafic Internet mondial

Part du numérique dans les émissions de gaz à effet de serre dans le monde, en %



Le **numérique** consomme environ **10 % de l'électricité mondiale**

Distribution de l'empreinte carbone du numérique mondial par poste en 2019, en %



Infographie : **Le Monde**

Source : GIEC, *Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse*



Le temps de l'action : Transport

10 CHIFFRES

à connaître sur le climat et l'aviation

Source : "10 Chiffres à connaître sur l'aviation" Bonpote.com



1% de la population mondiale représente 50% des émissions du secteur aérien

2.5% des émissions mondiales mais 5% du réchauffement climatique

+2% d'efficacité énergétique mais +4% de hausse annuelle du trafic

80% de la population mondiale n'a jamais pris l'avion

22 TONNES CO₂EQ

Les émissions émises par les 1% des ménages européens les plus aisés, par an, liées uniquement à l'aviation

71% 7 français sur 10 prennent l'avion moins d'une fois par an

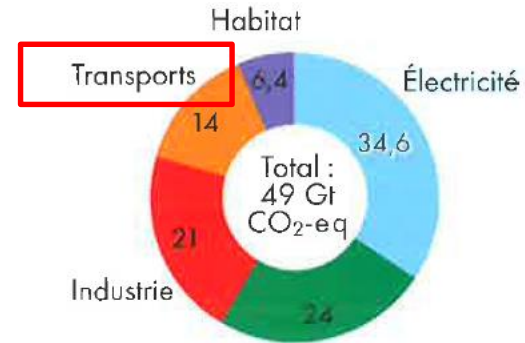
8% des émissions de l'aérien sont émises par l'armée

10x Un vol en jet privé est en moyenne 10x plus émetteur

1 SEUL Vol long courrier fait exploser le budget carbone annuel cible*
*max 2 tonnes CO₂ eq

20 À 50 FOIS PLUS

L'avion est 20 à 50 fois plus émetteur que le train



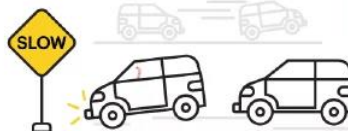
Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.



10 actions pour réduire l'utilisation de pétrole

Sydney THOMAS @Climatemoica

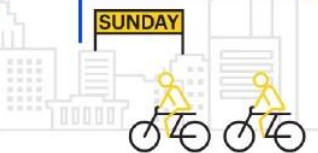
1 Réduire la limite de vitesse de 10 km/h sur autoroute



4 Transports publics moins cher, encourager la mobilité douce, la marche et le vélo



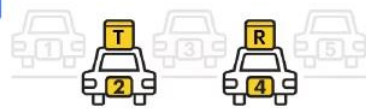
3 Dimanche sans voitures dans les métropoles



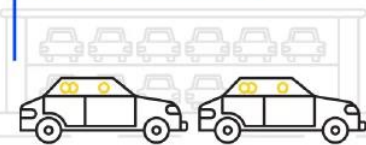
2 Privilégier le télétravail jusqu'à 3 jours/semaines si possible



5 Alternatives aux voitures privées dans les métropoles



6 Inciter au covoiturage et aux pratiques qui diminuent l'utilisation d'essence



7 Promouvoir l'éco-conduite pour le fret routier et des livraisons



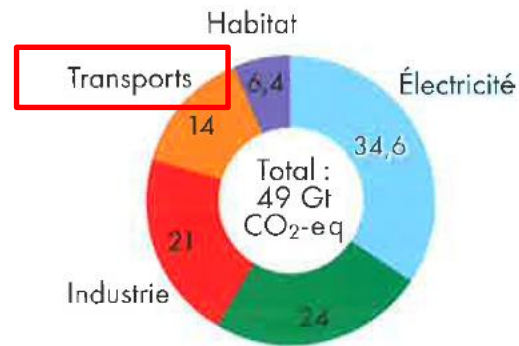
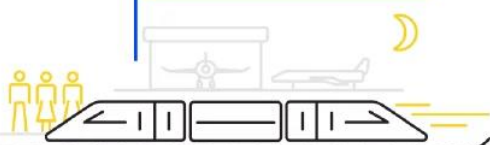
10 Accélérer l'adoption de véhicules électriques et plus efficaces



9 Éviter les voyages professionnels dispensables



8 Privilégier le tgv et le train de nuit à l'avion dès que possible

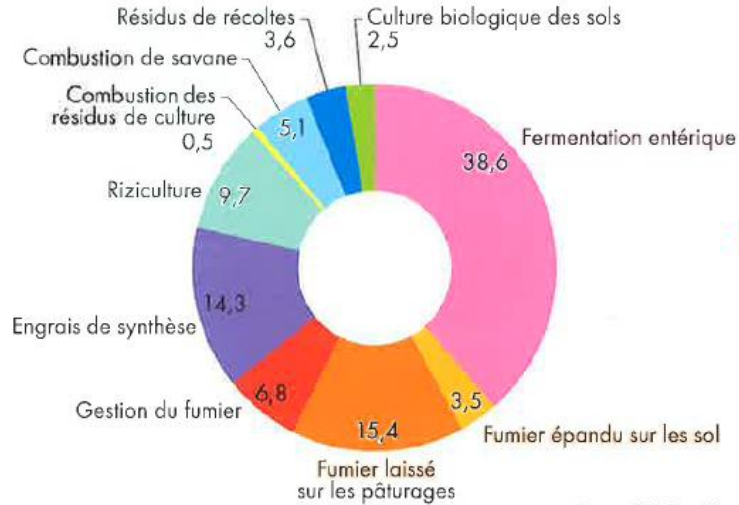


Source : GIEC, *Changements climatiques 2013* : rapport de synthèse.

Le temps de l'action : Agriculture

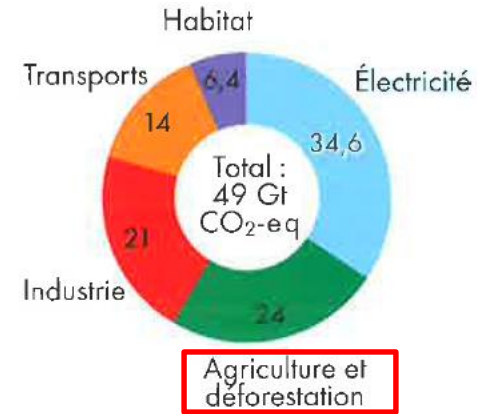
LE SECTEUR AGRICOLE ÉMETTEUR DE GES

Origine des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole dans le monde, en %



Source : FAO Stats, 20

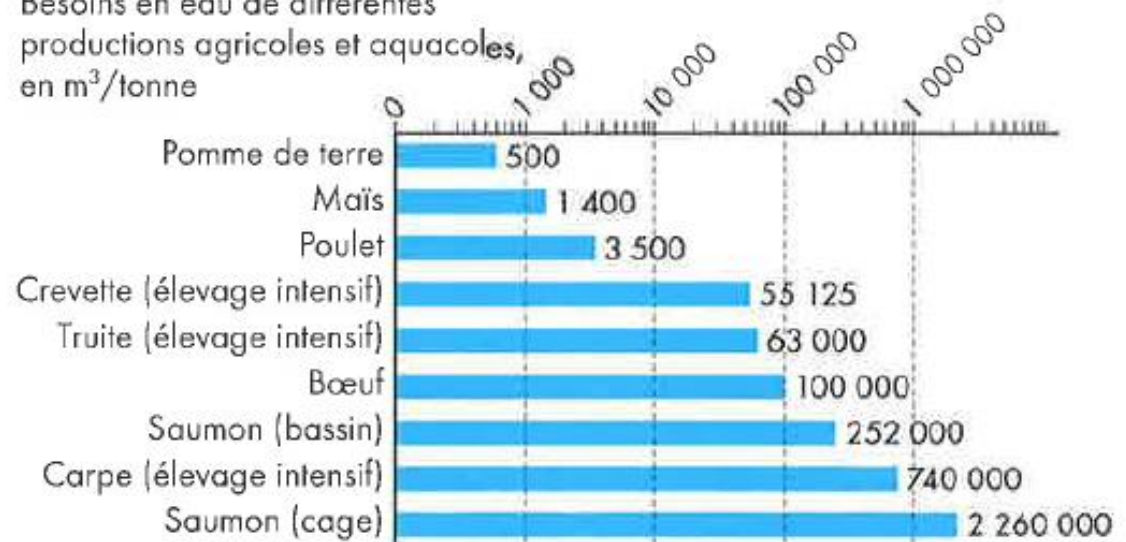
Bréon et Luneau, 2018



Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.

LES BESOINS EN EAU DE CERTAINES CULTURES

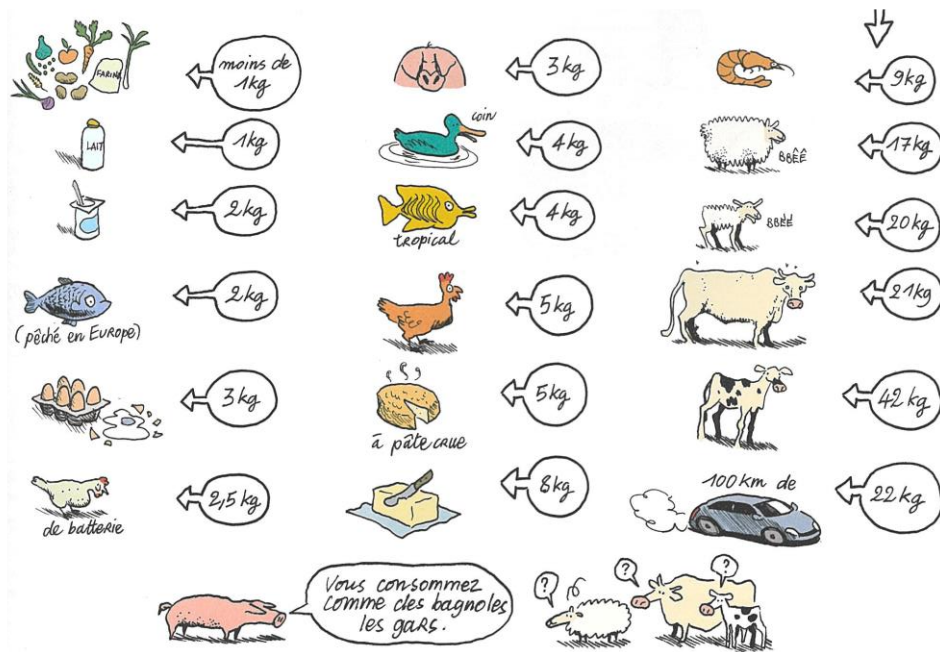
Besoins en eau de différentes productions agricoles et aquacoles, en m³/tonne



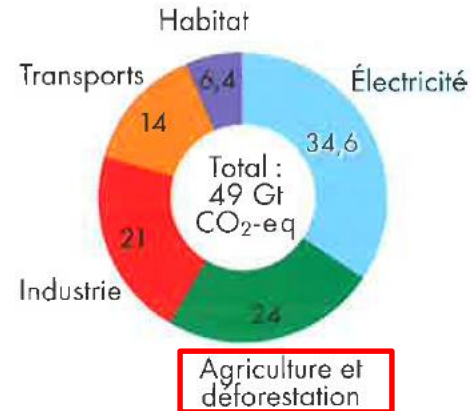
Source : Philipps, Beveridge et Clarke 1991 ; Piemental et al., 1997 ; Brummett 2006.

Le temps de l'action : Agriculture

Empreinte carbone (en Kg de CO2) par type d'aliments (pour 1 Kg)



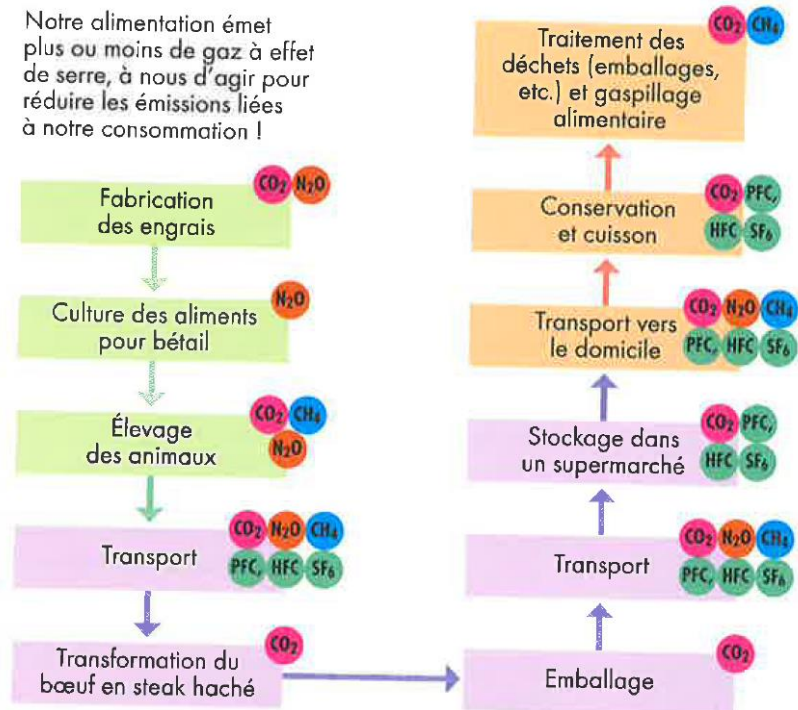
Jancovici et Blain, 2021



Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.

ITINÉRAIRE D'UN STEAK HACHÉ

Notre alimentation émet plus ou moins de gaz à effet de serre, à nous d'agir pour réduire les émissions liées à notre consommation !

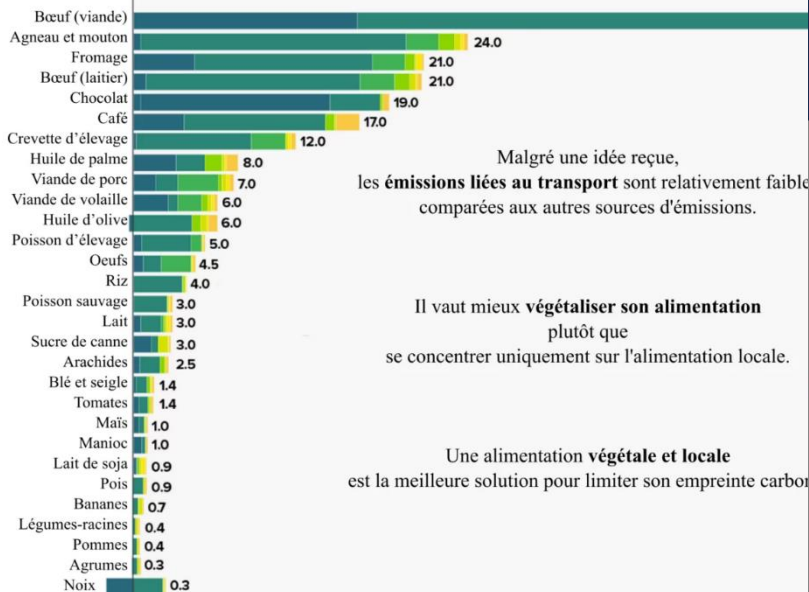


Source : Réseau action climat, Kit pédagogique sur les changements climatiques, 2015.

Le temps de l'action : Agriculture



Émissions de GES par kilogramme de produit alimentaire (kg CO2 équivalent par kg produit)



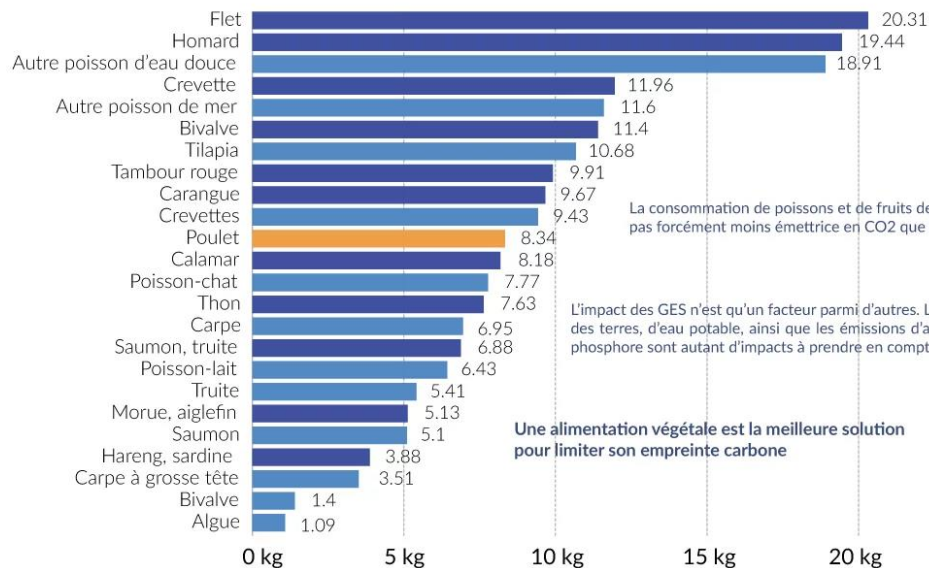
Note : Les émissions de gaz à effet de serre sont données en tant que valeurs moyennes mondiales sur des données concernant 38 700 exploitations agricoles commercialement viables dans 119 pays.
 Data source : Poore and Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. Images sourced from the Noun Project. OurWorldinData. Research and data to make progress against the world's largest problems.
 Adapté en français pour @BonPote par Maxime Allibert. Graphisme original : My world in Data

Alimentation - Emissions de GES des produits de la mer

Infographie basée sur une méta-analyse de données provenant de 1690 fermes de poissons et 1000 registres de pêche. Les chiffres sont donnés pour un kilogramme d'aliments marins. En vert sont représentés les poissons d'élevage, en bleu les poissons sauvages. Le poulet - qui a l'impact des viandes le plus faible - est en jaune pour comparaison



Emission de GES par kg de fruits de mer



Source: Gephart et al. (2021). Environmental performance of blue foods. Nature.

Note : Sont incluses les émissions intra et extra élevage, mais ne sont pas incluses les émissions post-élevage. Ce qui signifie que les émissions dues aux transports jusqu'au lieu de vente, l'emballage, le traitement et la cuisine ne sont pas inclus.

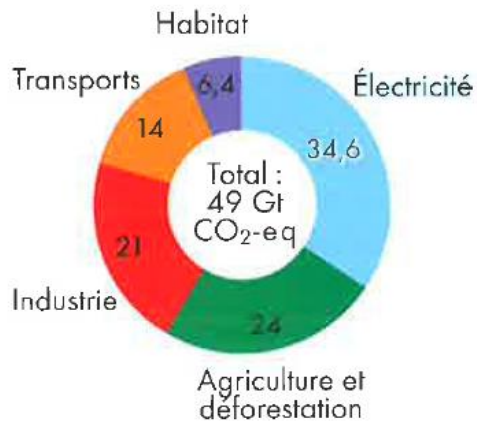
Adapté en Français pour @BonPote par Sydney THOMAS. Graphisme original : Our World In Data



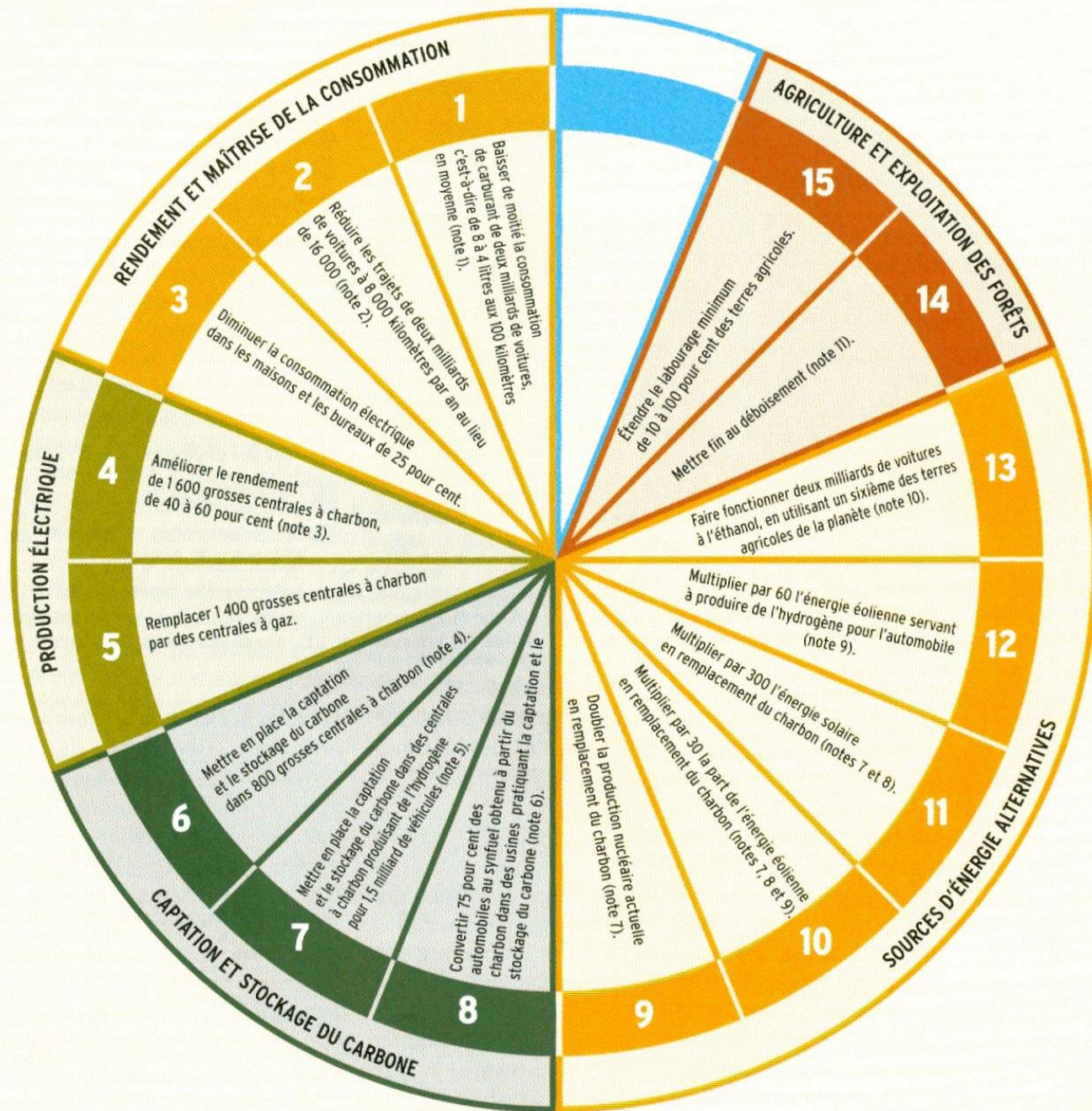
Le temps de l'action

LES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR ACTIVITÉ

Répartition des activités humaines génératrices de gaz à effet de serre, en %



Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.

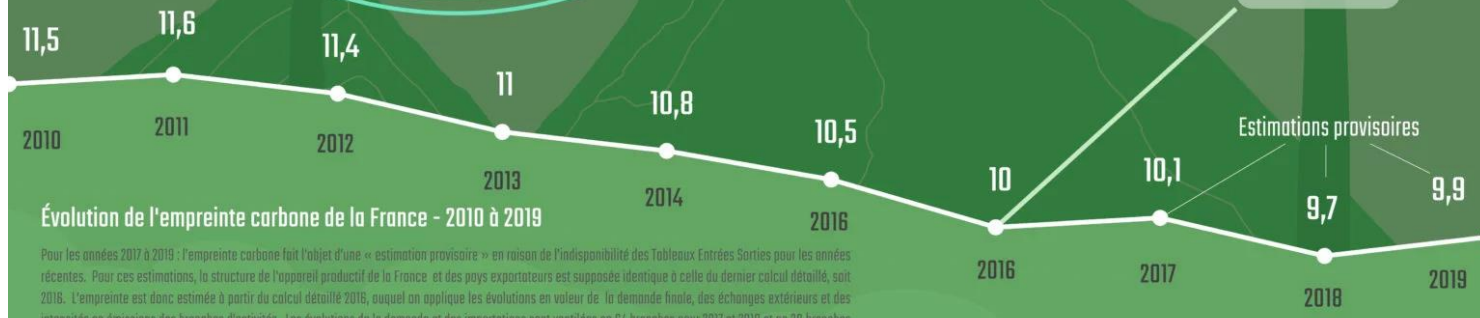
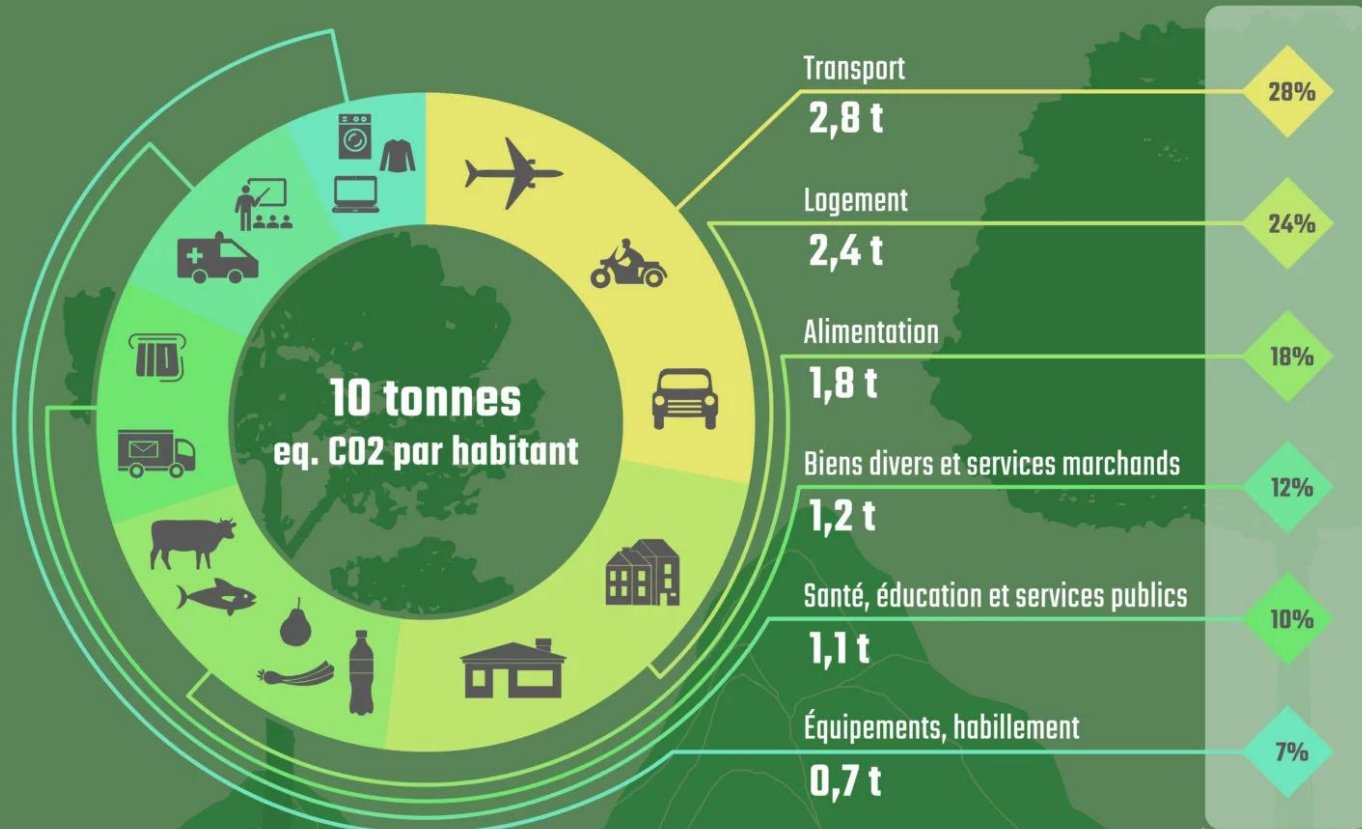


Empreinte carbone de la France

Sources : "Chiffres clés du climat" - Éd. 2021 du Ministère de la la transition écologique



Décomposition de l'empreinte carbone par postes de consommation en 2016 en t de CO2 éq/habitant



Pour les années 2017 à 2019 : l'empreinte carbone fait l'objet d'une « estimation provisoire » en raison de l'indisponibilité des Tableaux Entrées Sorties pour les années récentes. Pour ces estimations, la structure de l'appareil productif de la France et des pays exportateurs est supposée identique à celle du dernier calcul détaillé, soit 2016. L'empreinte est donc estimée à partir du calcul détaillé 2016, auquel on applique les évolutions en valeur de la demande finale, des échanges extérieurs et des intensités en émissions des branches d'activités. Les évolutions de la demande et des importations sont ventilées en 64 branches pour 2017 et 2018 et en 38 branches pour 2019. Pour 2019, seules sont disponibles des estimations agrégées relatives aux intensités d'émission pour la France et pour l'UE, ce sont les données de l'année 2018 qui sont appliquées. Les émissions directes des ménages sont celles de l'année considérée, sauf pour 2019 où ces émissions évoluent conformément à l'inventaire.

Que représentent 3 tonnes équivalent CO₂ bon pote

Source : Ministère de la transition écologique et solidaire - L'environnement en France - Rapport de synthèse Éd. 2019



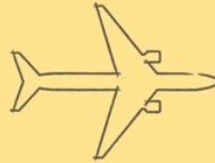
52 m² / an
chauffés au fioul



193 m² / an
chauffés à l'électricité



695 m² / an
chauffés au bois



10 000 km
en avion



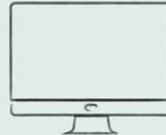
12 000 km
en voiture



18 000 km
en bus



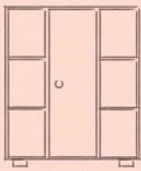
7 m² de construction
d'une maison



7500 €
de produits électroniques



5000 €
de vêtements



5000 €
de meubles



480 repas
avec du bœuf



5800 repas
végétarien

Empreinte carbone moyenne en France
10 tonnes de CO₂e/an/pers.



÷2 d'ici 2030

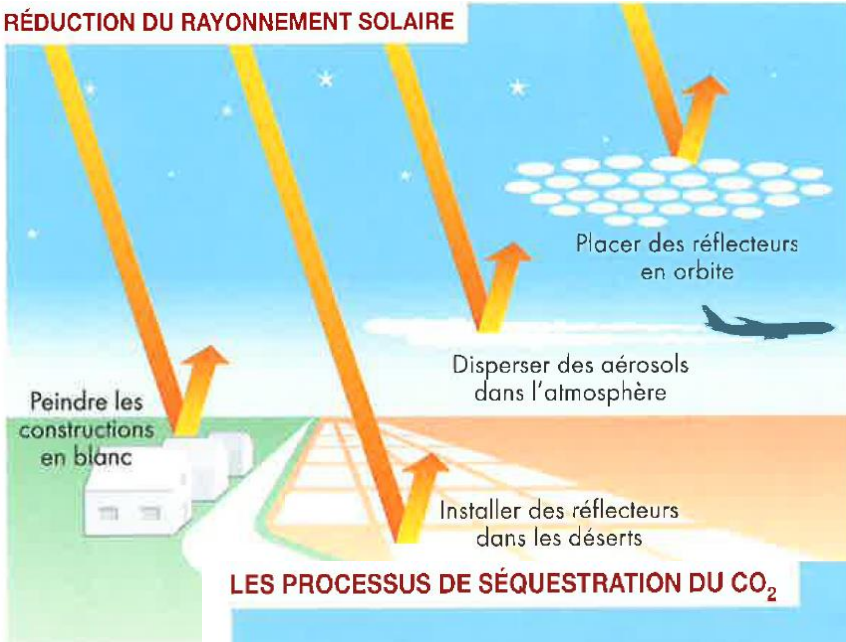
Objectif d'ici 2050 : **<2t CO₂e**

**INVENTONS
NOS VIES
BAS CARBONE**

Sources : Kit Inventons nos vies bas carbone (Fév. 2021), Rapport sur l'état de l'environnement en France (Déc. 2020)

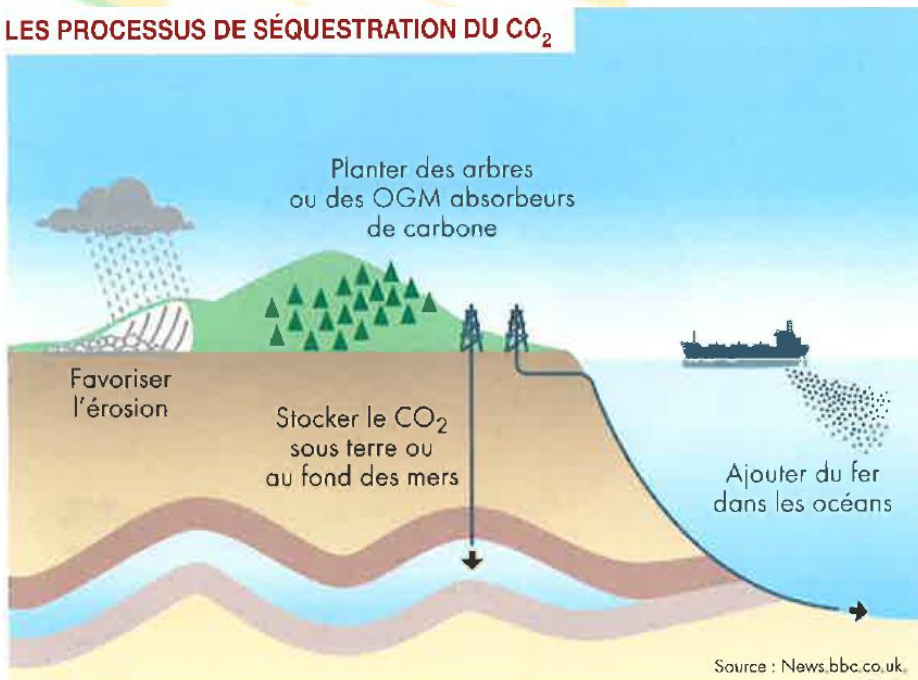
Geo ingénierie

RÉDUCTION DU RAYONNEMENT SOLAIRE



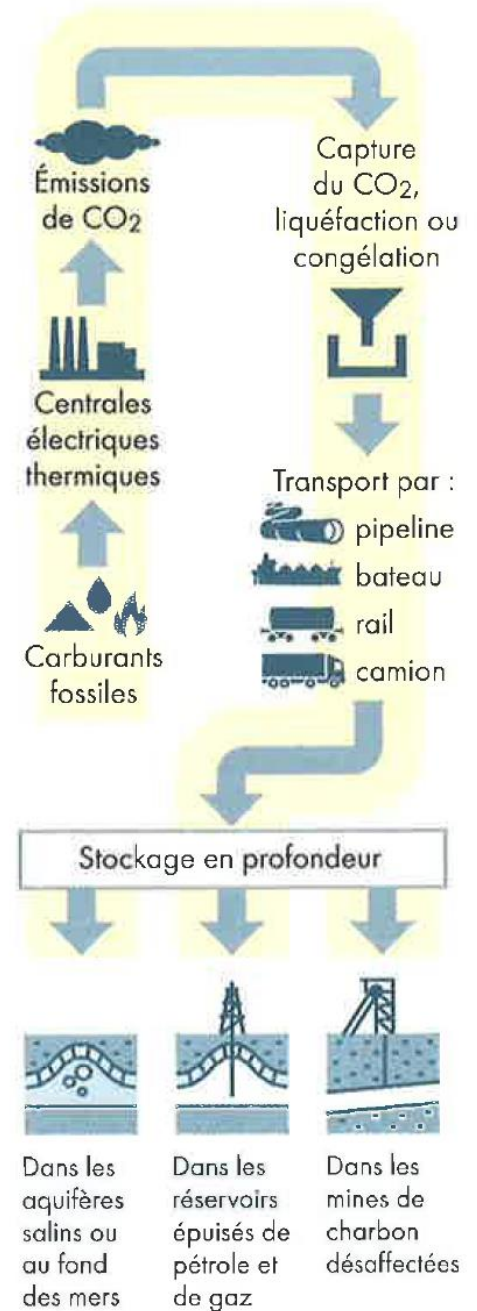
Bréon et Luneau, 2018

LES PROCESSUS DE SÉQUESTRATION DU CO₂



Source : News.bbc.co.uk

COMMENT STOCKER LE CO₂



Source : École polytechnique de Lausanne

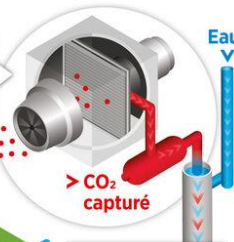
Geo ingénierie

Comment filtrer le carbone de l'air pour le stocker sous terre

Principe de fonctionnement du dispositif Climeworks

1. L'air est aspiré par un ventilateur dans un collecteur de CO₂.

2. Un filtre retient le CO₂ et libère l'air purifié à l'extérieur.



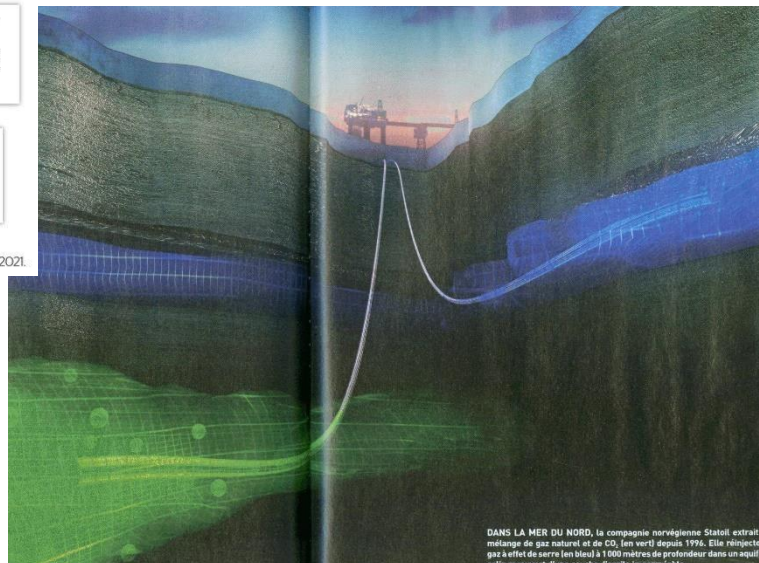
3. Une fois le filtre rempli, le CO₂ collecté est mélangé à de l'eau.

4. Le mélange eau-CO₂ est ensuite injecté sous terre*.

5. Au contact du basalte, le CO₂ se transforme en pierre en quelques années.

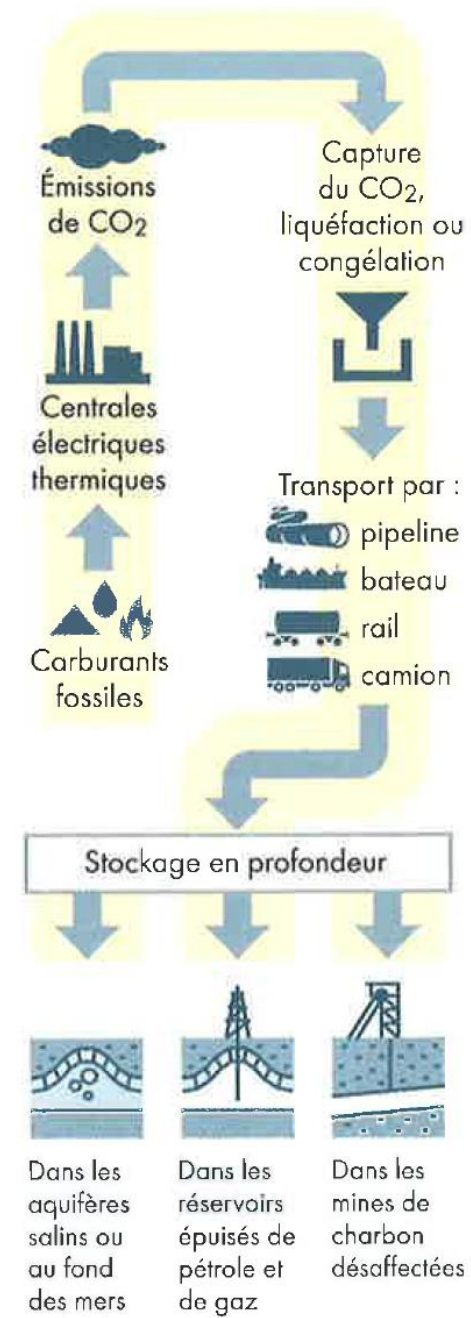
* ENTRE 800 ET 2 000 M.
SOURCE : CLIMEWORKS

LP/INFOGRAPHIE, R.M. 27/2/2021.



DANS LA MER DU NORD, la compagnie norvégienne Statoil extrait un mélange de gaz naturel et de CO₂ (en vert) depuis 1996. Elle réinjecte ce gaz à l'état de terre (en bleu) à 1 000 mètres de profondeur dans un réservoir salin recouvert d'une couche d'argile imperméable.

COMMENT STOCKER LE CO₂



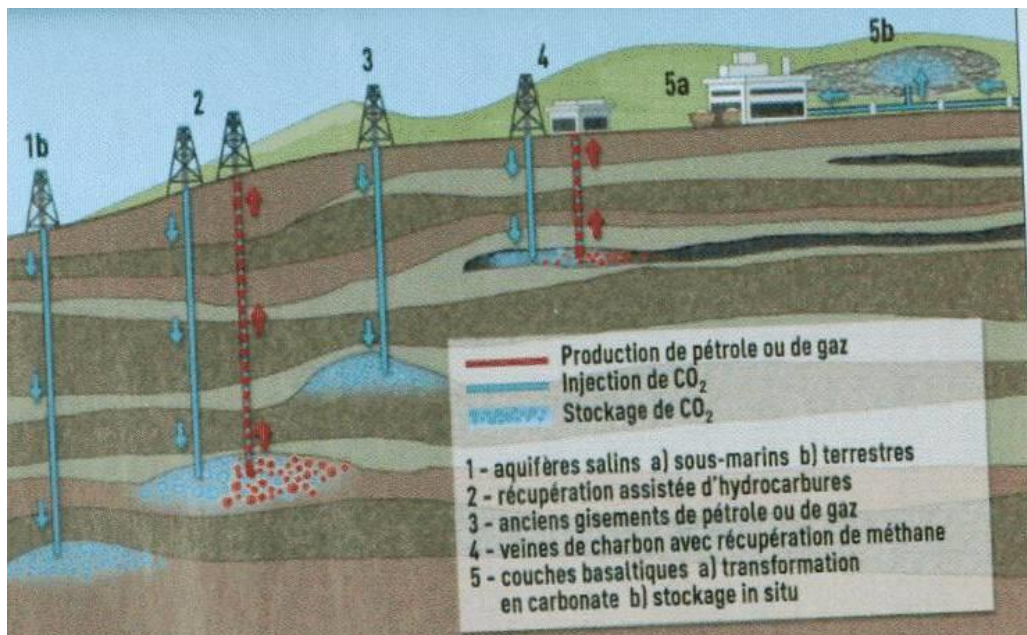
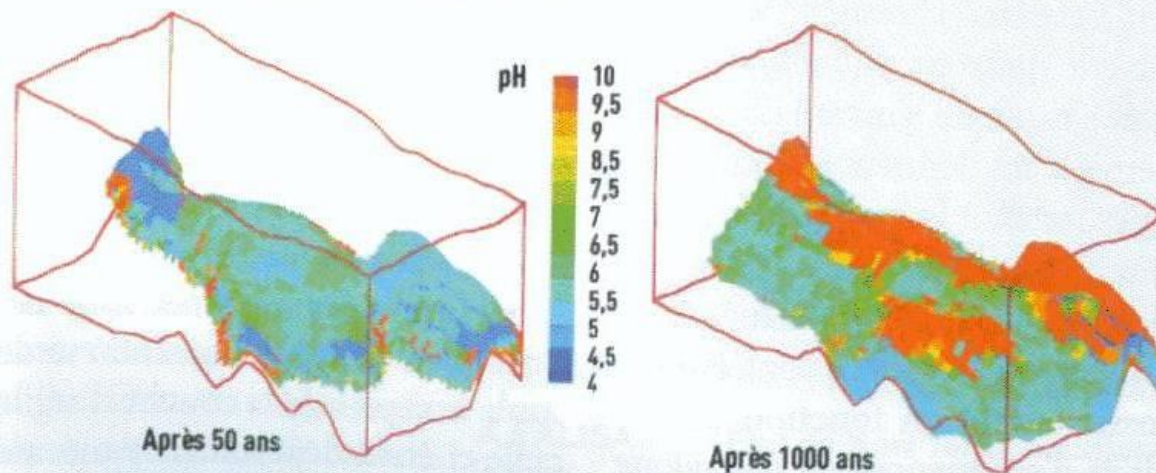


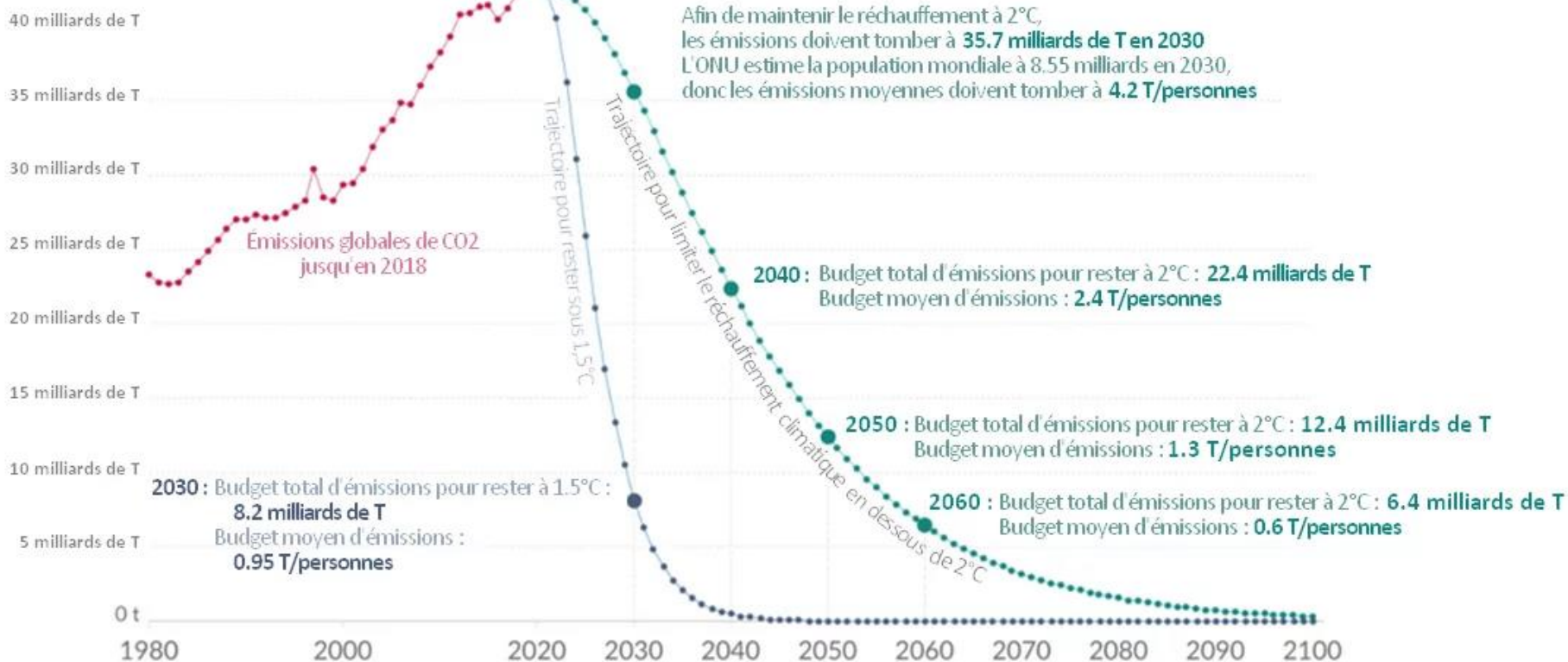
Fig. 2 Évolution de l'acidité



LES SIMULATIONS montrent qu'une injection de CO₂ dans un aquifère acidifie les roches (pH < 7), mais qu'au bout de mille ans le pH remonte sensiblement.

Trajectoires climatiques et budgets carbone

Emissions globales de CO2 provenant de la combustion fossile et du changement d'utilisation des sols en 2018 : **42.1 milliards de Tonnes (T)**
 Moyenne d'émissions globales de CO2 : **5.5 T/personnes**

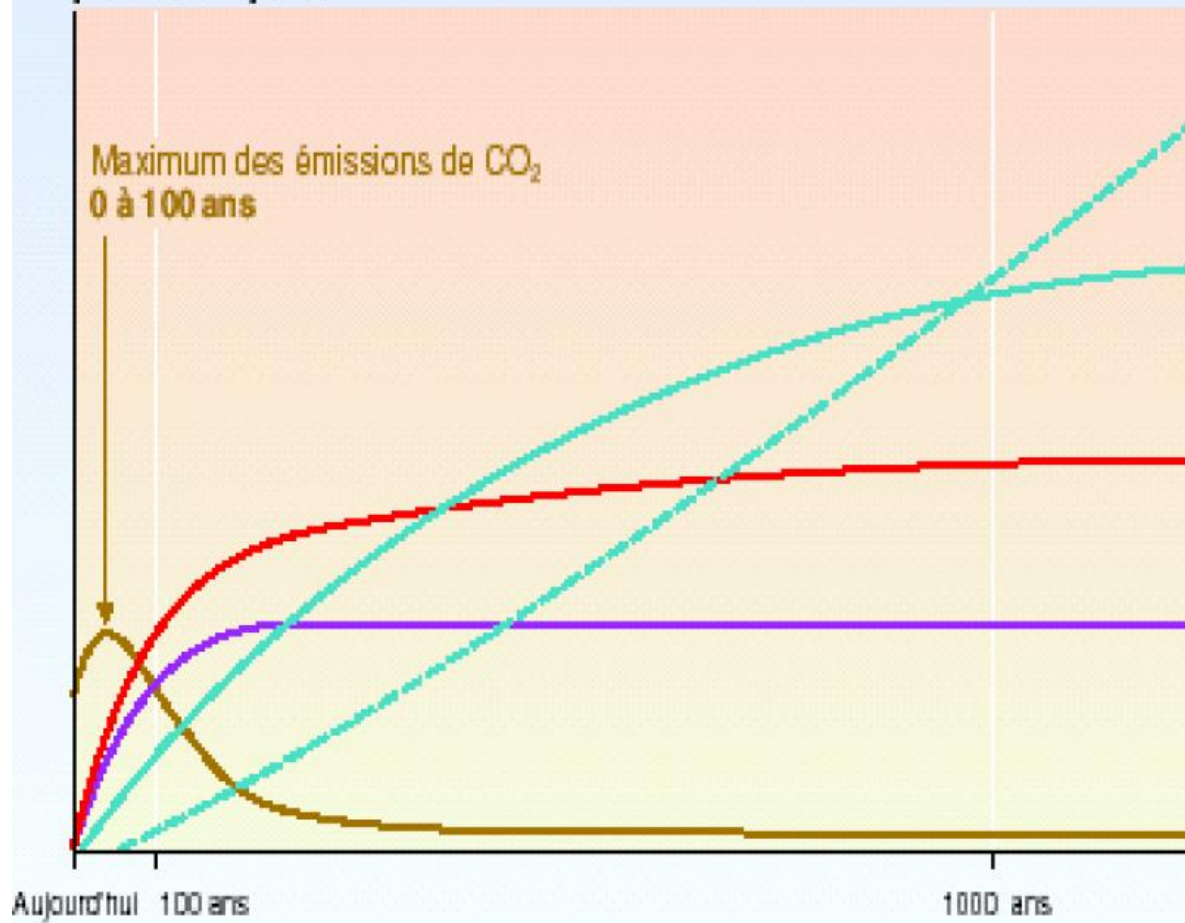


Afin de maintenir le réchauffement à 2°C, les émissions doivent tomber à **35.7 milliards de T en 2030**. L'ONU estime la population mondiale à 8.55 milliards en 2030, donc les émissions moyennes doivent tomber à **4.2 T/personnes**.

Les trajectoires sont basées sur les budgets d'émissions mondiales cumulées de CO2 du rapport spécial 1,5°C du GIEC et se réfèrent aux budgets carbone qui donnent une chance >66% de rester en dessous des augmentations de températures respectives : 420 GT CO2 pour 1,5°C à 66% et 1170 GT CO2 pour 2°C à 66%. Les courbes d'atténuation décrivent des trajectoires de décroissances approximativement exponentielles telles que le quota n'est jamais dépassé. Elles ont été calculées et publiées par Robbie Andrew.

La concentration de CO₂, la température, et le niveau de la mer continuent d'augmenter bien après la réduction des émissions

Ampleur de la réponse



Temps nécessaire pour parvenir à l'équilibre

Elévation du niveau de la mer due à la fonte des glaces :
Plusieurs milliers d'années

Elévation du niveau de la mer due à la dilatation thermique :
Des siècles à des millénaires

Stabilisation de la température :
Quelques siècles

Stabilisation du CO₂ :
100 à 300 ans

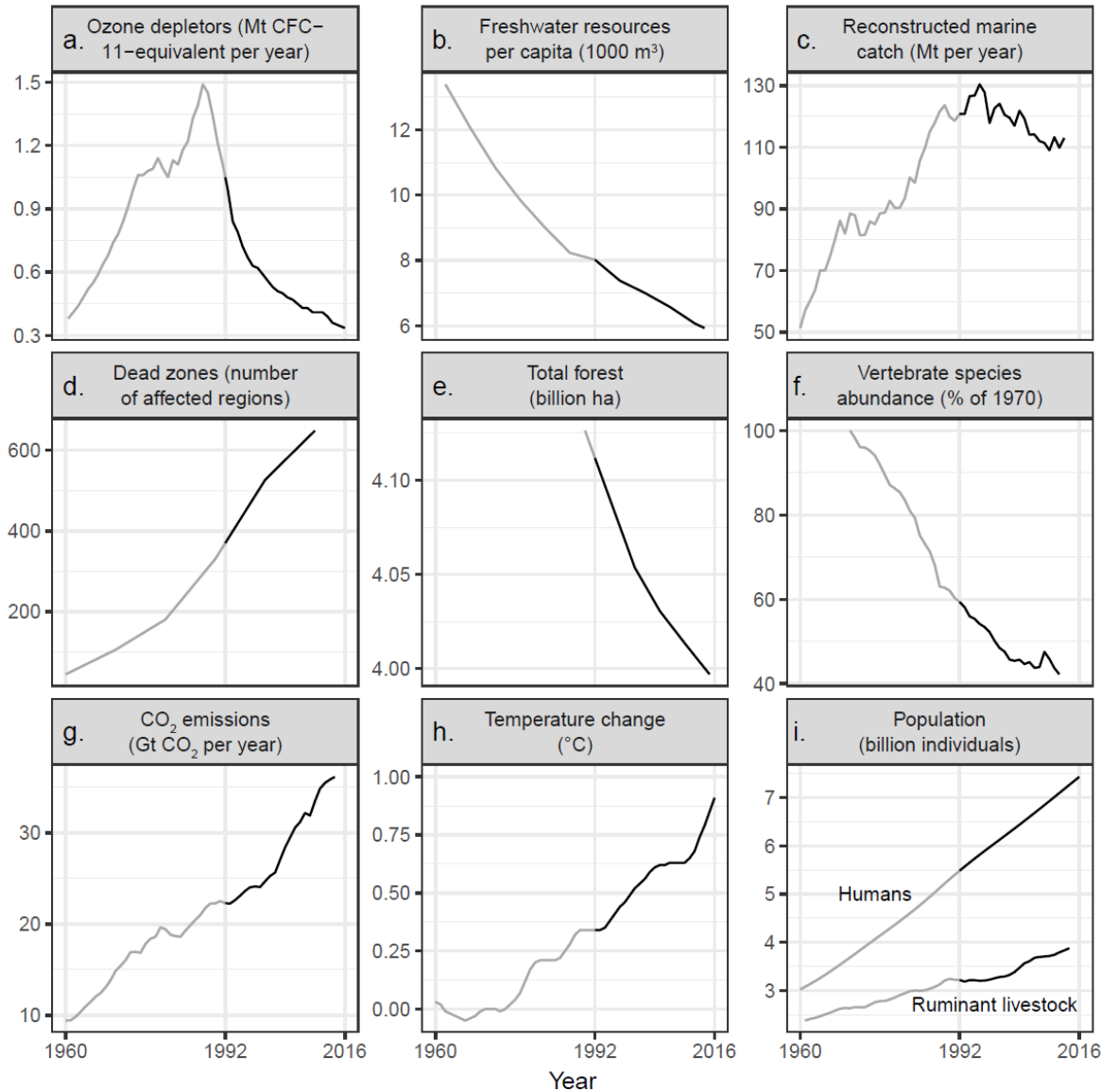
Emissions de CO₂

Vers un nouvel équilibre ? (horizon 2100)

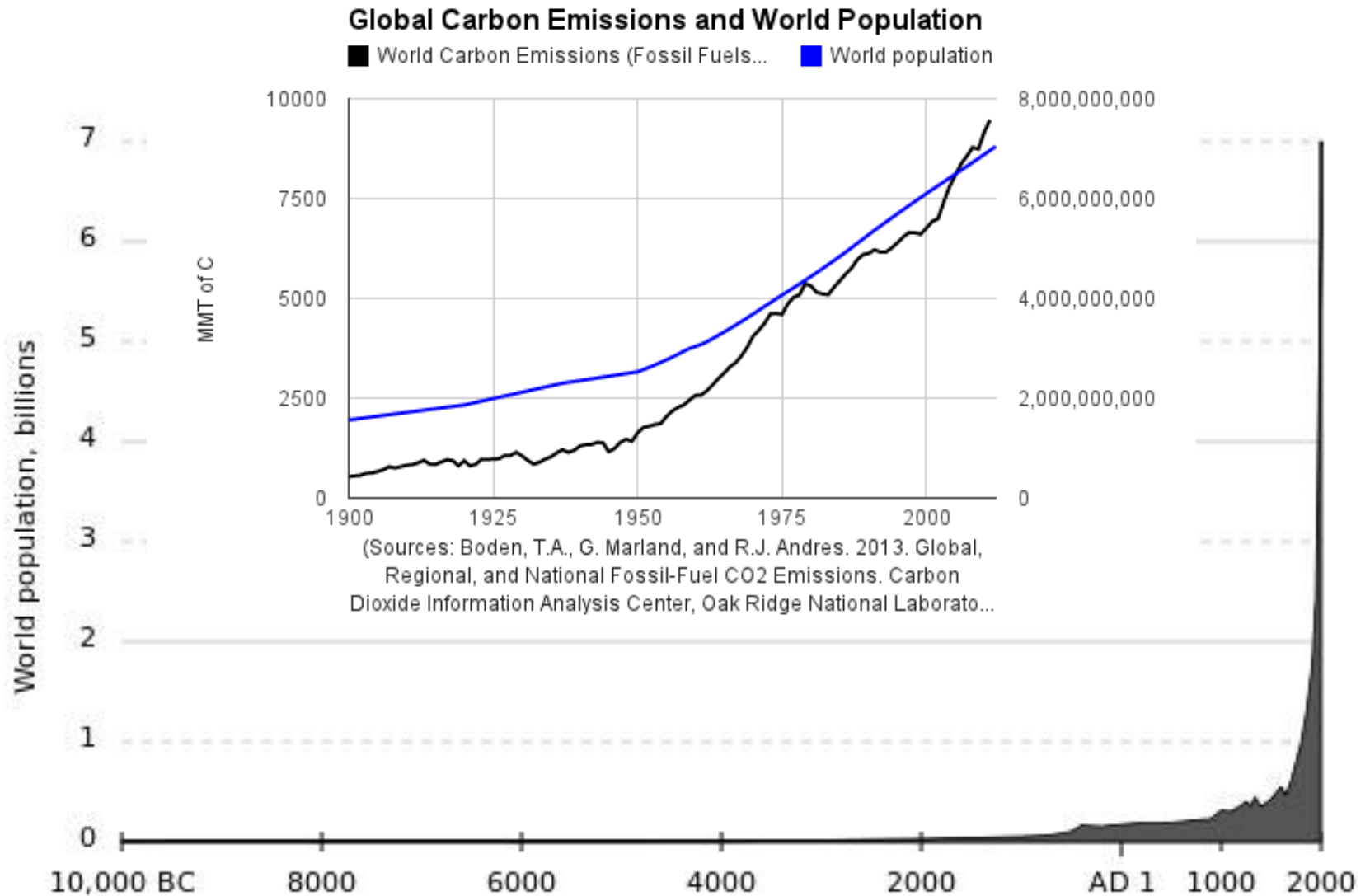
World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice

WILLIAM J. RIPPLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, MAURO GALETTI, MOHAMMED ALAMGIR, EILEEN CRIST, F. LAURANCE, and 15,364 scientist signatories from 184 countries

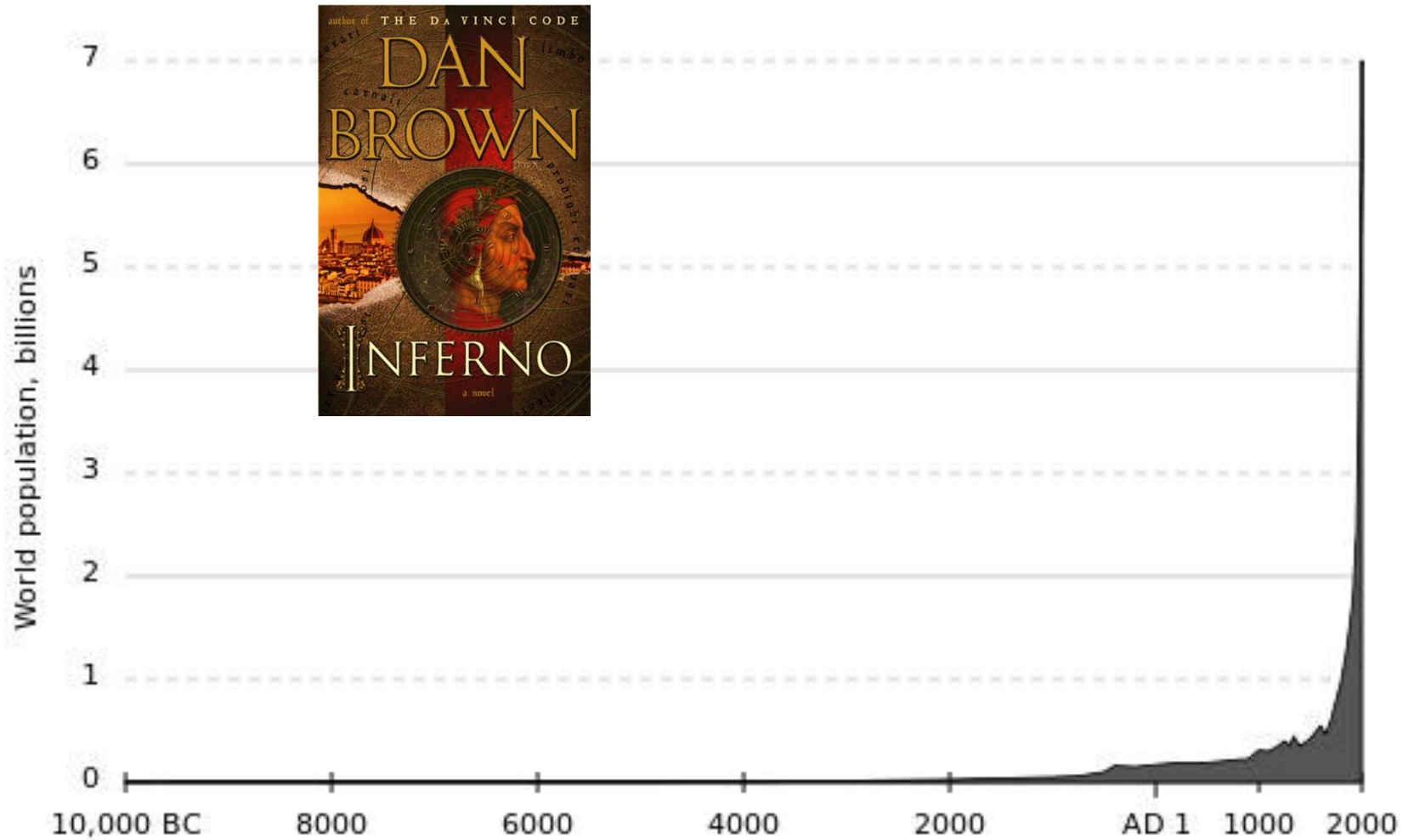
2017



Changements atmosphériques

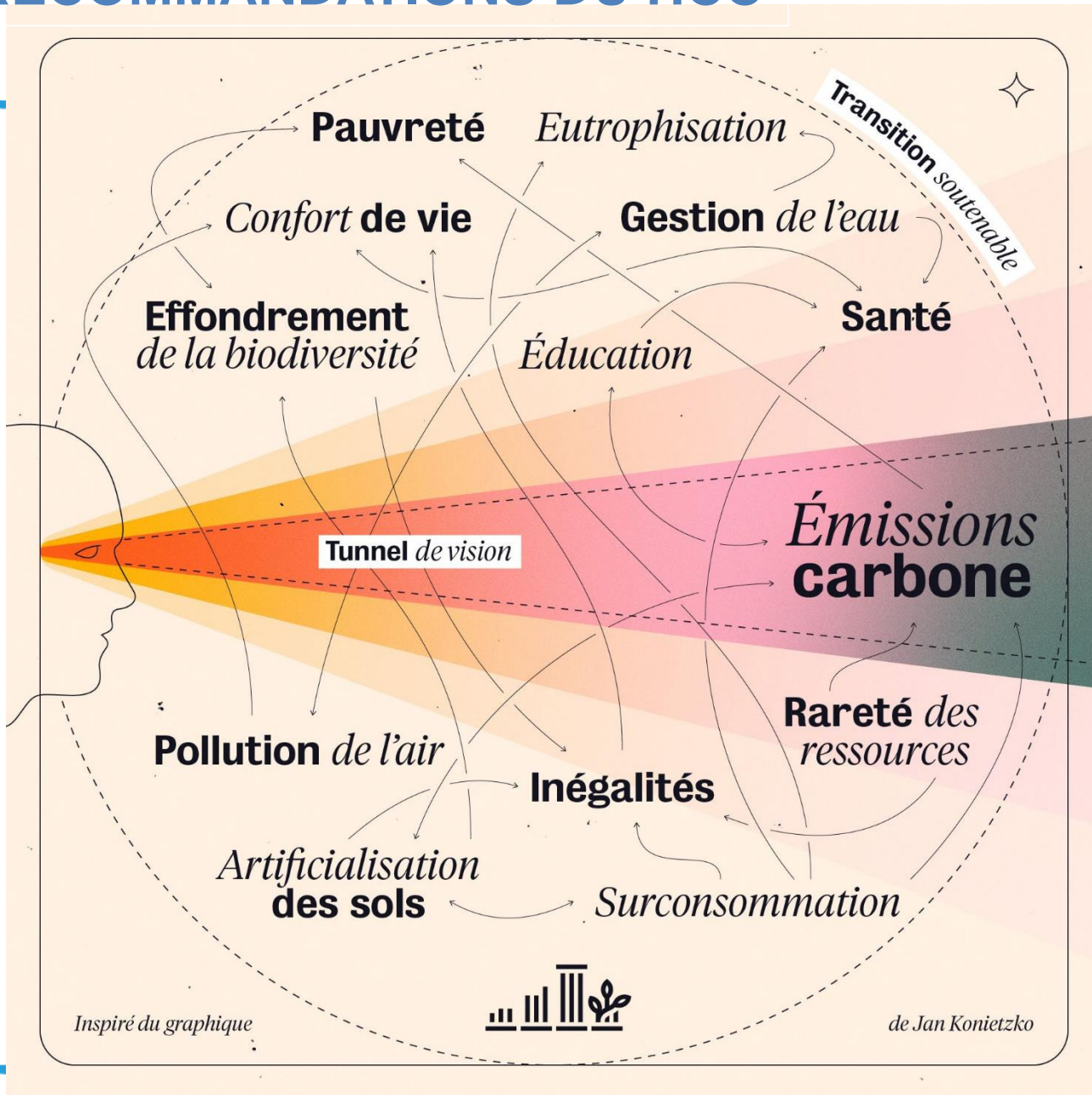


Changements atmosphériques

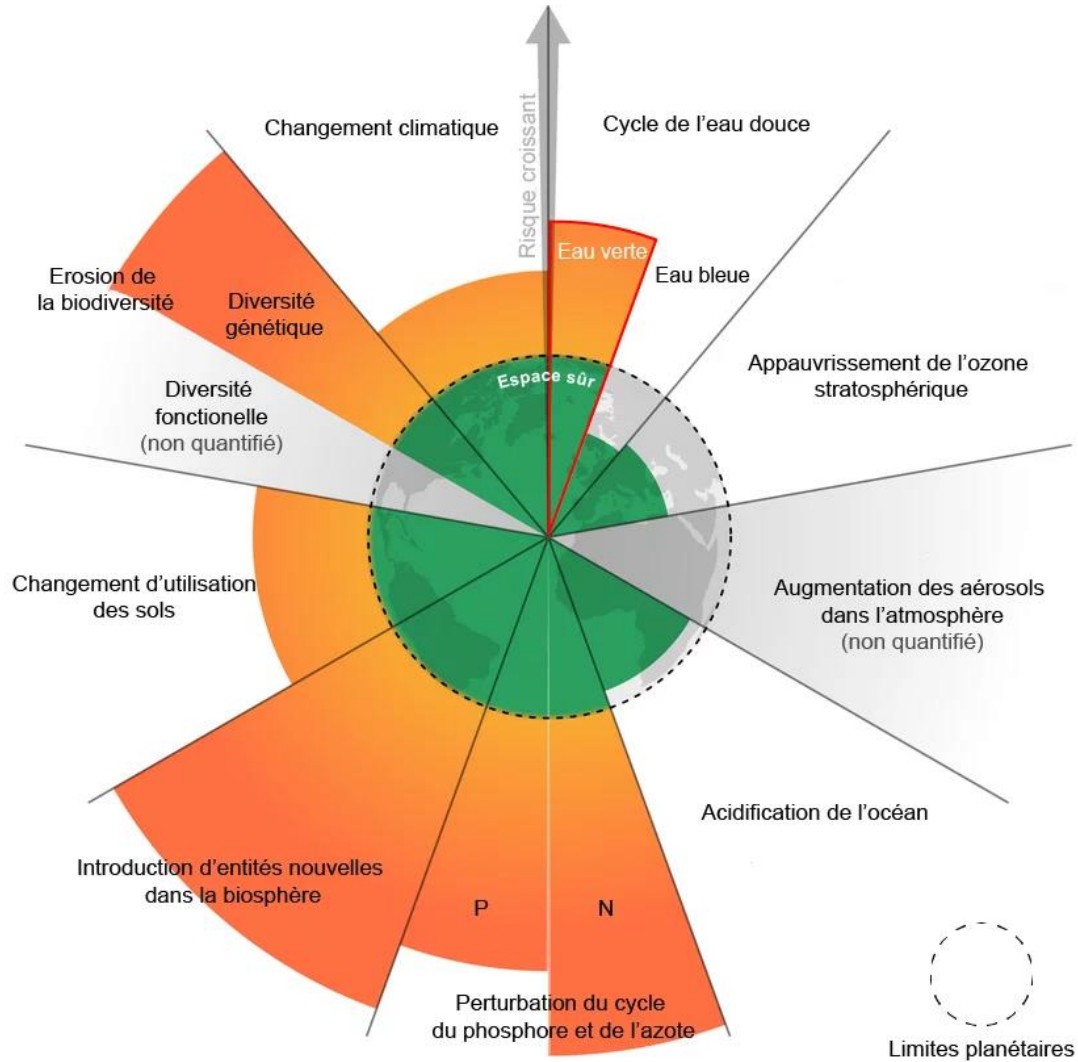




RECOMMANDATIONS DU HCC



6^e limite planétaire dépassée



La limite planétaire concernant l'utilisation d'eau douce (eau verte) a été franchie. Elle rejoint les 5 autres déjà dépassées, dont la dernière avait été officiellement dépassée en janvier 2022.

Crédit : Wang-Erlandsson et al. (2022)
Stockholm Resilience Center

Traduction Sydney THOMAS pour @BonPote



10 points de communication sur le climat à rectifier d'urgence

1 La planète n'est pas en danger : **NOUS sommes en danger.**

2 Le réchauffement climatique n'est **pas naturel** : c'est de notre faute. Et ça ne fait aucun doute.

3 Le climat **n'est pas qu'une affaire de CO2.**

4 **Le changement climatique, c'est maintenant.** Pas dans 10 ans. Pas en 2050. Il a déjà des conséquences catastrophiques.

5 Non, **l'Homme ne s'adaptera pas sans anticipation.** Pas à un changement aussi important et inédit.

6 **La physique se fout des promesses** de neutralité carbone à horizon 2050. La physique n'a que faire des promesses ou des états d'âme.

7 Le climat n'est pas qu'un problème physique. C'est aussi **un problème politique et moral.**

8 Il n'y a pas d'inertie climatique de 20 ou 30 ans. Les effets bénéfiques d'une **baisse drastique** des émissions **peuvent se ressentir rapidement.**

9 Si nous échouons à maintenir un réchauffement planétaire à +1.5°C, **la prochaine cible** n'est pas +2°C, mais **+1.51°C.**

10 Ce n'est pas « **trop tard** ». Nous avons notre avenir climatique entre nos mains.

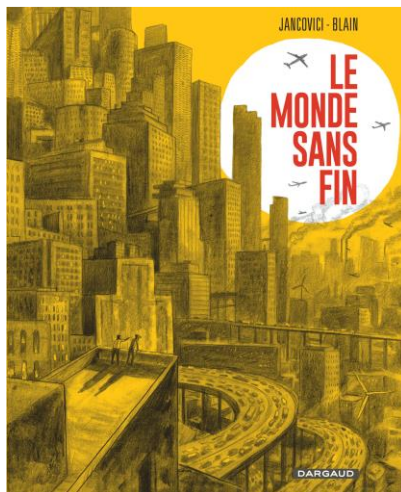
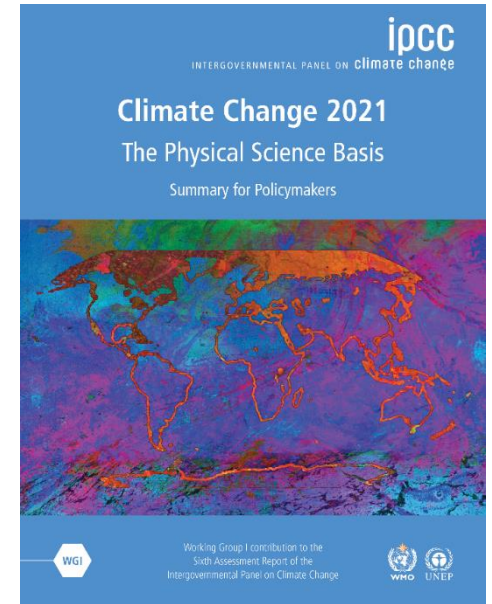
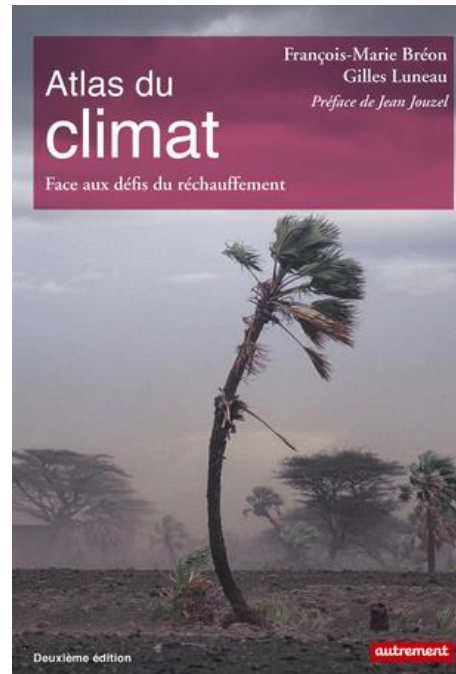
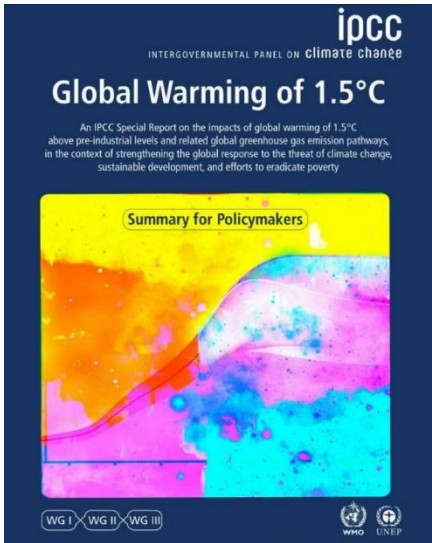


Regardez ce petit point
C'est ici, c'est notre foyer, c'est nous
C'est sur lui qu'ont passé leur vie
tous ceux que vous aimez, tous ceux
que vous connaissez, tous ceux dont
vous avez entendu parler. La totalité
des êtres humains qui ont existé.
Toutes nos joies et nos souffrances accumulées
Des milliers de religions d'idéologies
et de doctrines économiques sûres d'elles,
tous les saints et les pêcheurs de l'histoire
de notre espèce ont vécu ici

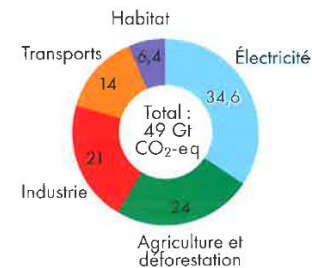
sur ce grain de poussière suspendu
dans un rayon de soleil

Carl Sagan

Bibliographie



Répartition des activités humaines génératrices de gaz à effet de serre, en %

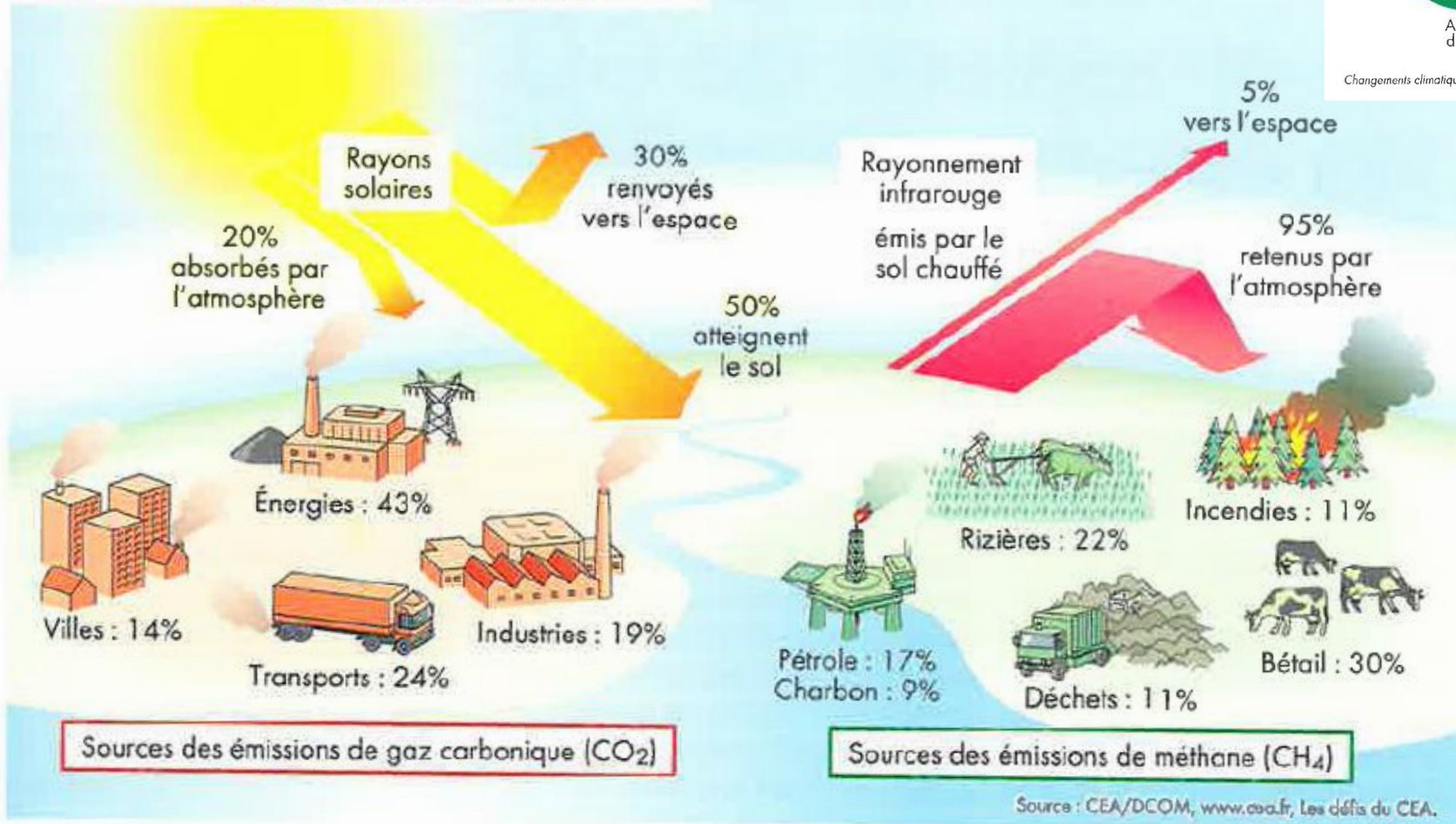


Source : GIEC, Changements climatiques 2013 : rapport de synthèse.

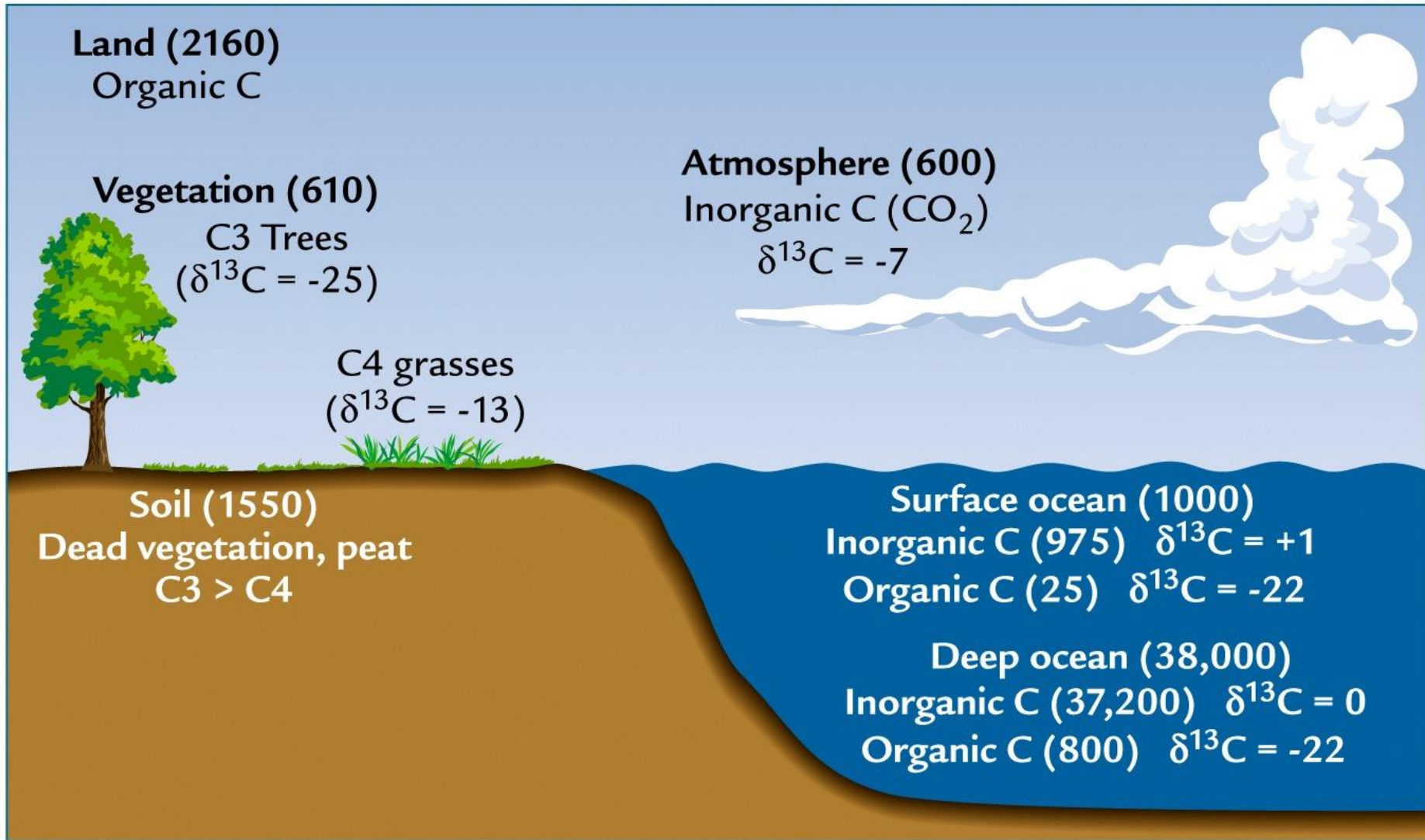
Les perturbations actuelles et leurs impacts

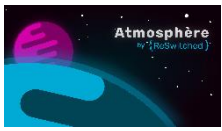
QUAND L'HOMME PERTURBE LE CLIMAT

ÉMISSIONS ANTHROPIQUES DE GAZ À EFFET DE SERRE



Changements atmosphériques

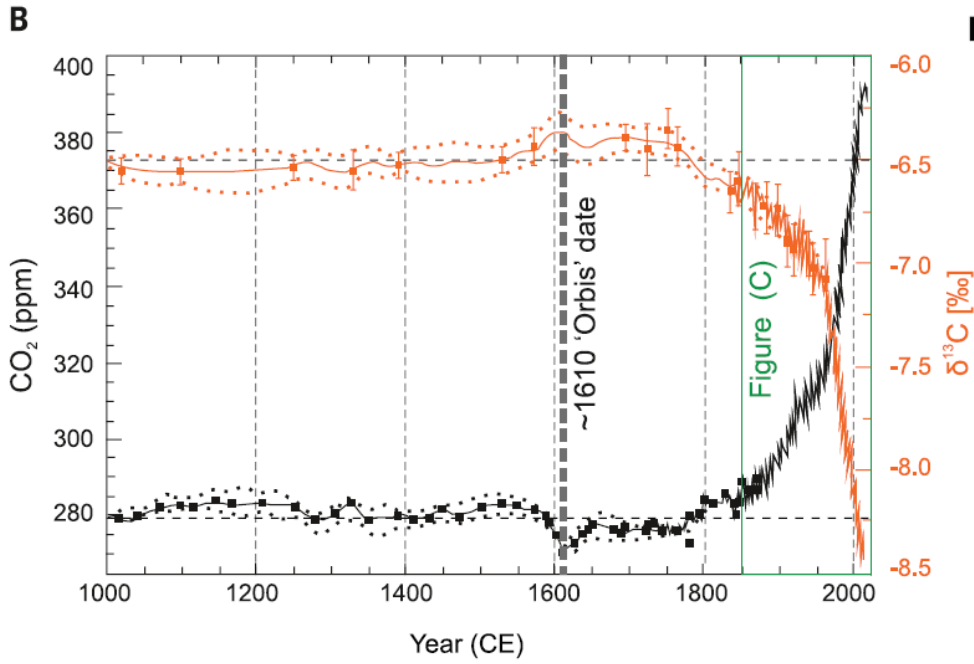




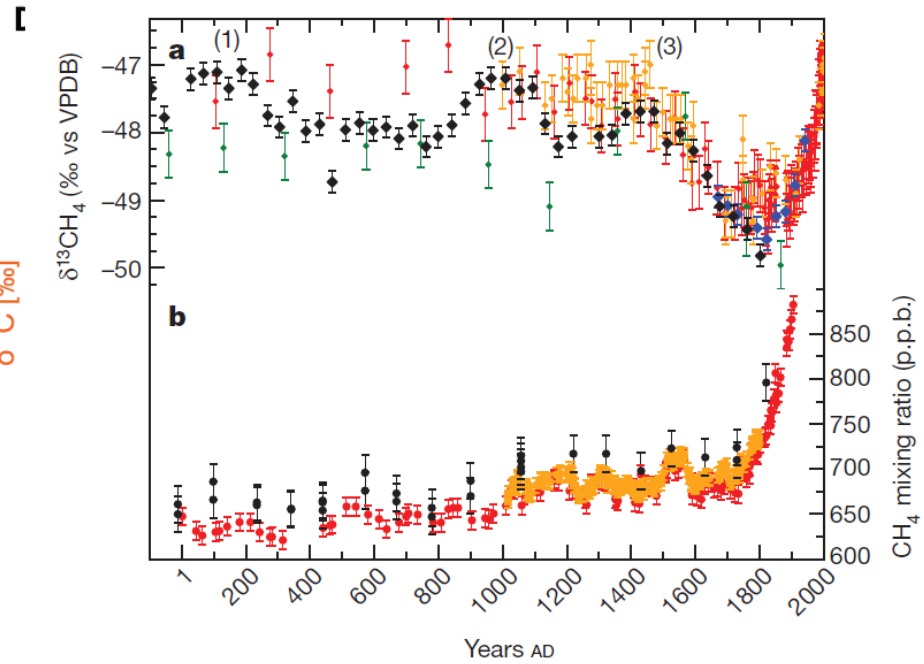
Les perturbations actuelles et leurs impacts

Effet Suess

Dilution isotopique : Injection de ^{13}C fossile dont le δ est très négatif



waters et al., , 2016



Sapart et al., , 2012