État d'urgence climatique

Olivier Talagrand
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Institut Pierre Simon Laplace, Paris

Salle Anna – Parc Paul Bert
Auxerre
16 Octobre 2019

(avec mes remerciements à Hervé Le Treut et Eric Guilyardi)

- Les observations. Échauffement
- Les causes. Effet de serre
- Les prévisions
- Que faut-il faire ? Modes de consommation et santé.

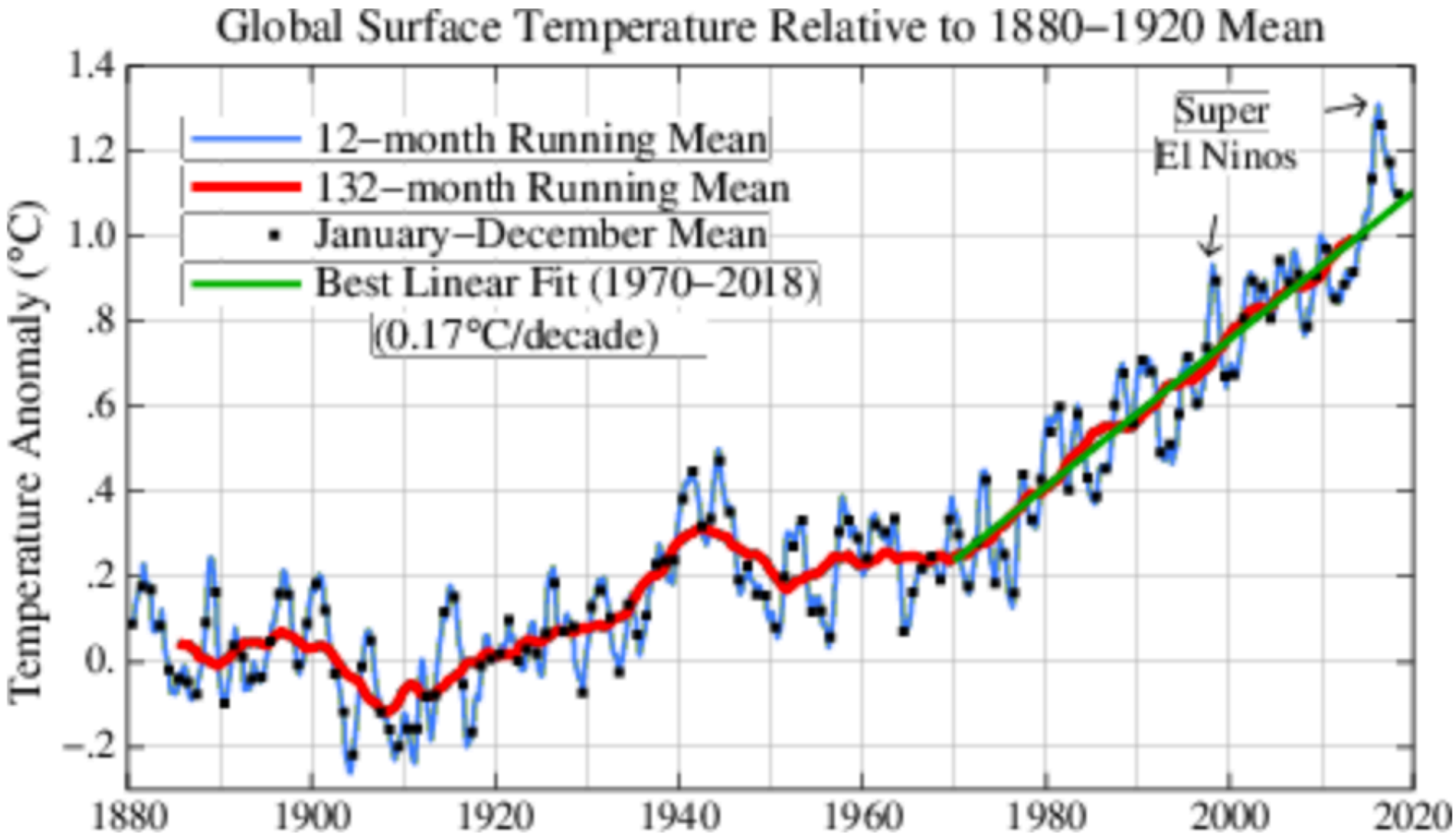
- Les observations. Échauffement

- Les causes . Effet de serre

- Les prévisions

- Que faut-il faire ?

With 1880-1920 Base Period



Goddard Institute for Space Studies (GISS), Etats-Unis, 02.2019

(https://mailchi.mp/1d950e1e6d7f/global-temperature-in-2018-and-beyond?e=b1de7d67f5)

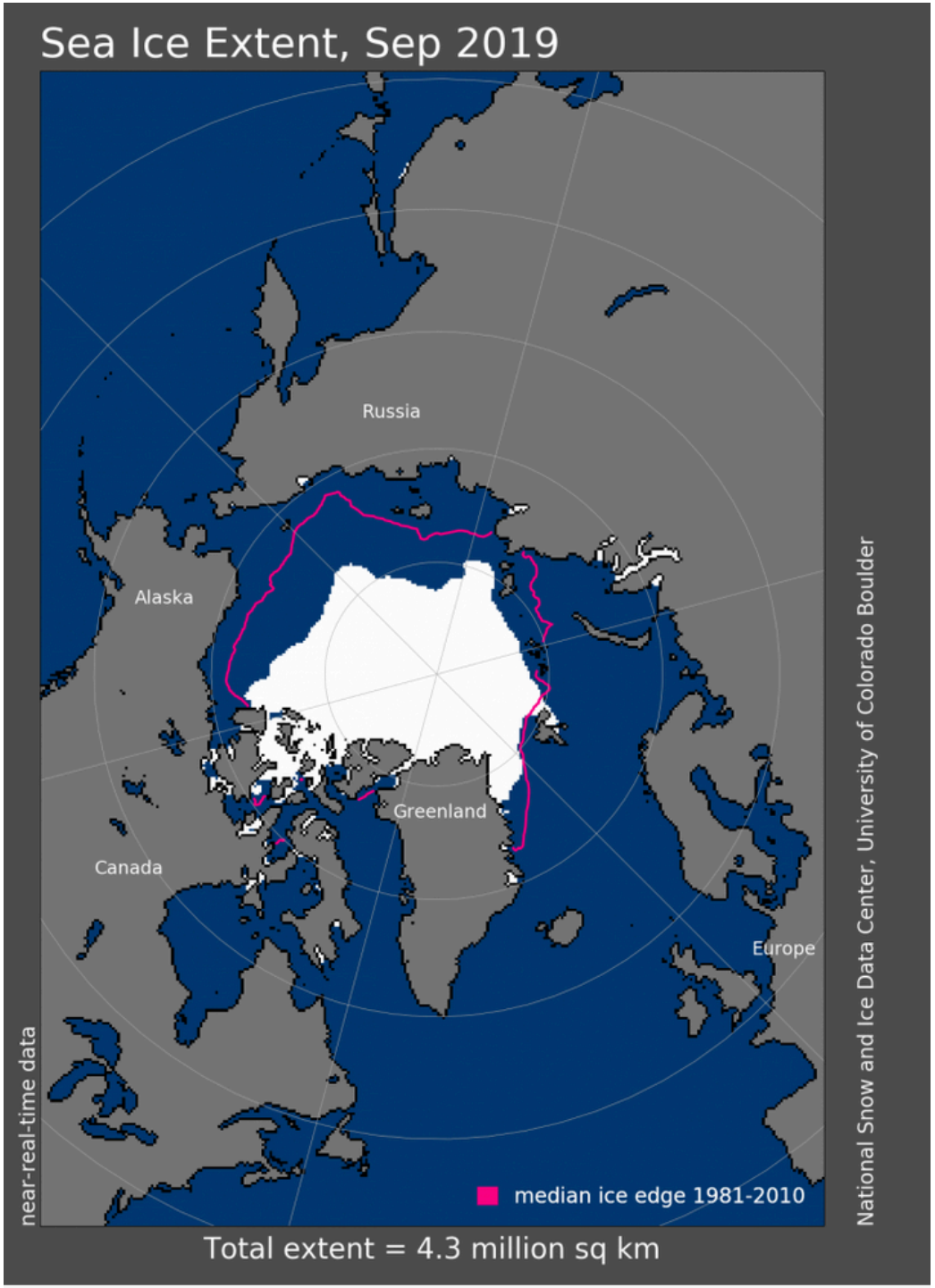
The years 2015 to 2018 were the four warmest years on record and 2019, although only six months of data are currently available, will likely join them as one of the five warmest years – most likely second or third warmest – if temperature anomalies continue at the current high levels to the end of the year. The average global temperature for 2015–2019, which is currently estimated to be 1.1 ± 0.1 °C above pre-industrial (1850–1900) level, is therefore likely to be the warmest of any equivalent period on record. It is 0.20 ± 0.08 °C warmer than the average for 2011–2015

The Global Climate in 2015–2019

(Organisation Météorologique Mondiale, 23 septembre 2019)

(http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/Five_year_report_2015-2019_0.pdf?4M6Z45W4mlGplwRxbJnQrgi08Ssq5LXe)

http://nsidc.org/
arcticseaicenews/



http://
nsidc.org/
arcticseai
cenews/

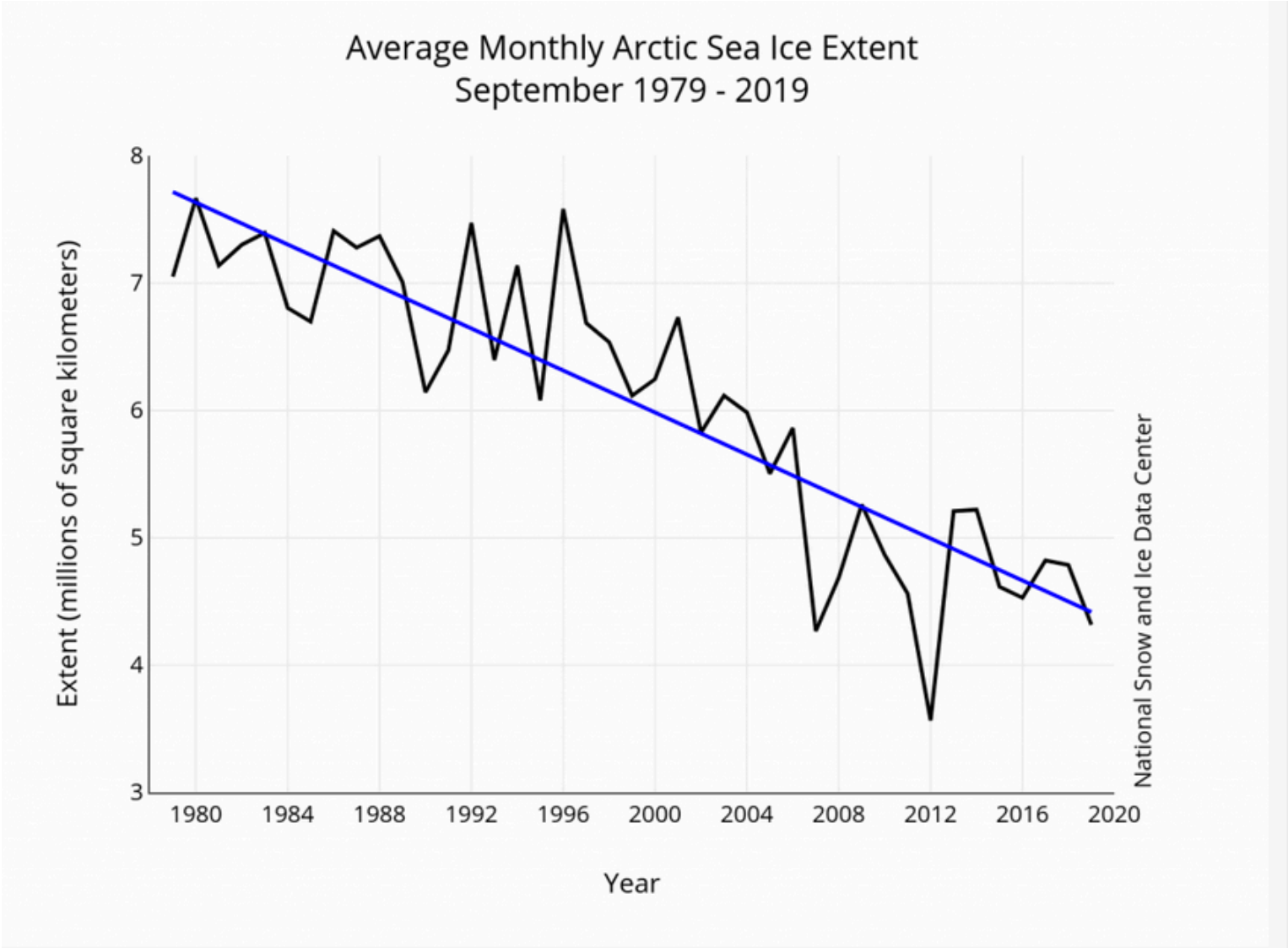


Figure 3a. Monthly September ice extent for 1979 to 2019 shows a decline of 12.9 percent per decade.

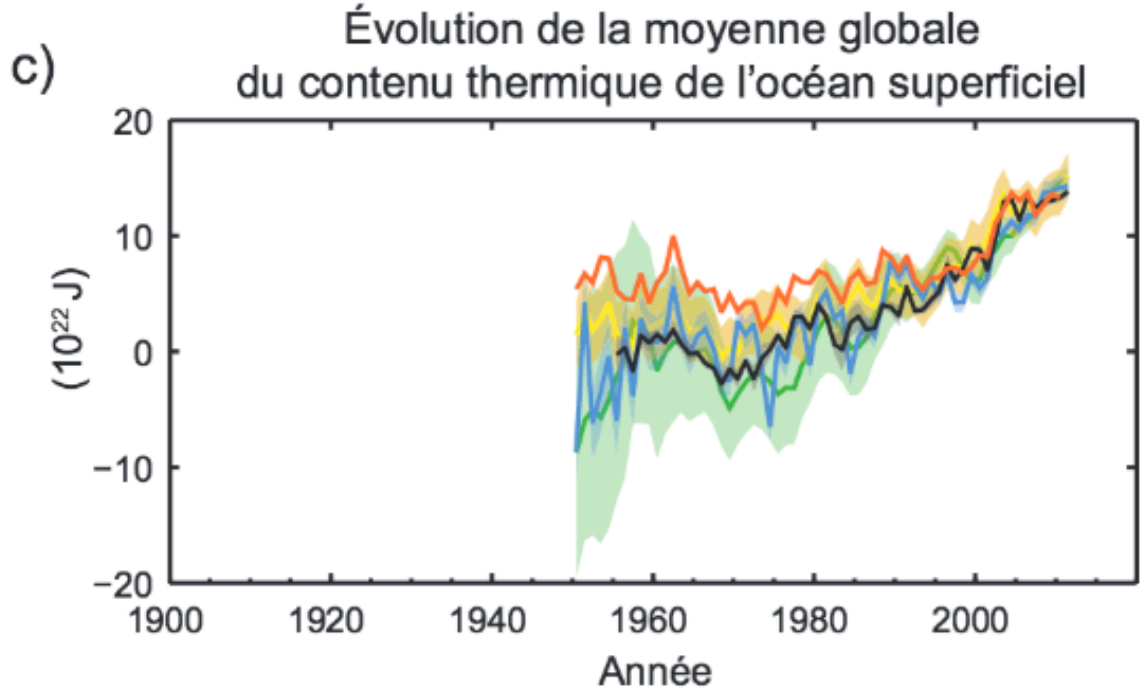
Glacier du
Rhône (Suisse)

1900

2005

https://
fr.wikipedia.org/
wiki/
Glacier_du_Rh
%C3%B4ne

5ième Rapport
GIEC, 2013



Élévation sur la
période 1993-2010
2,8 mm/an

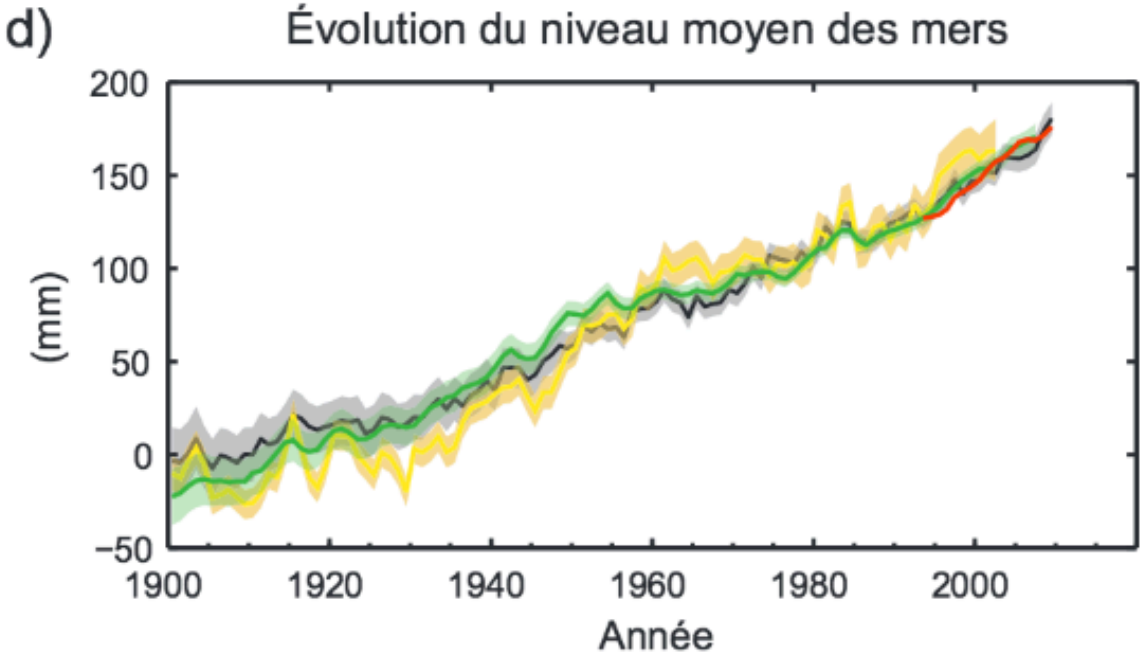
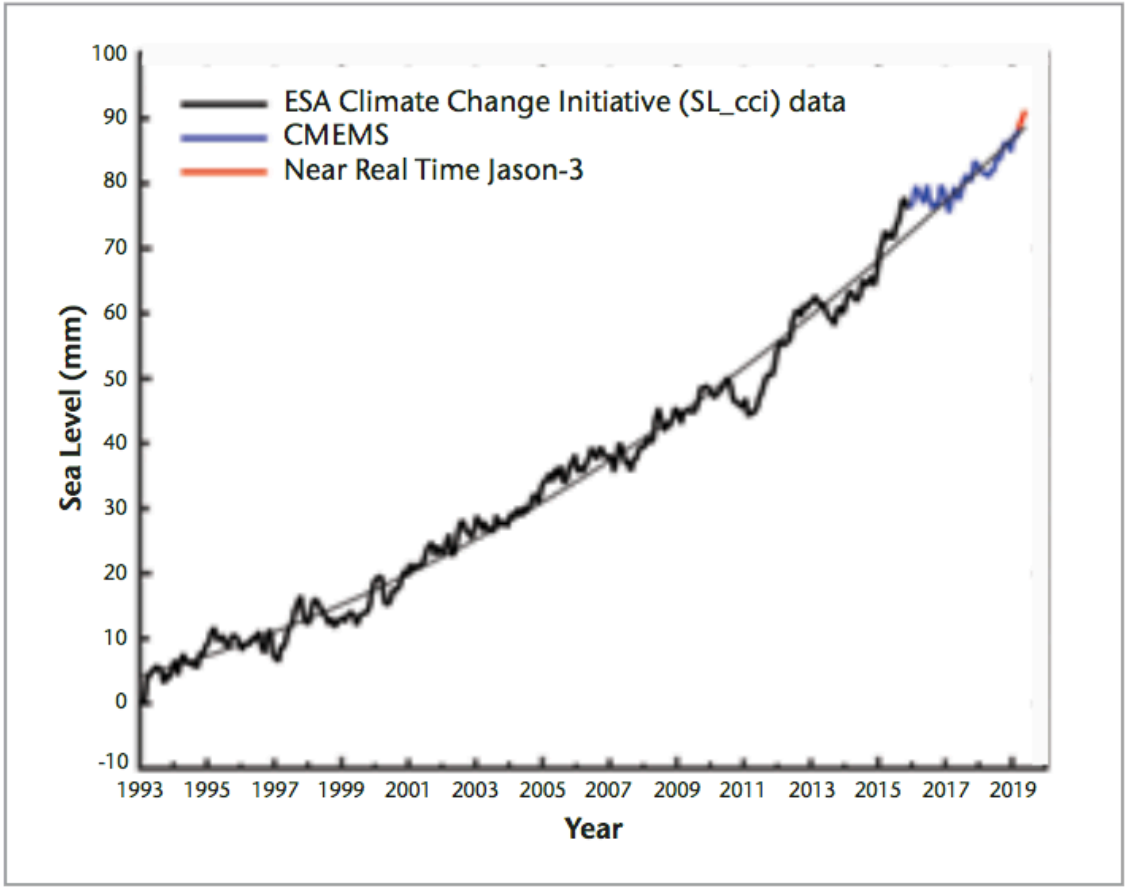


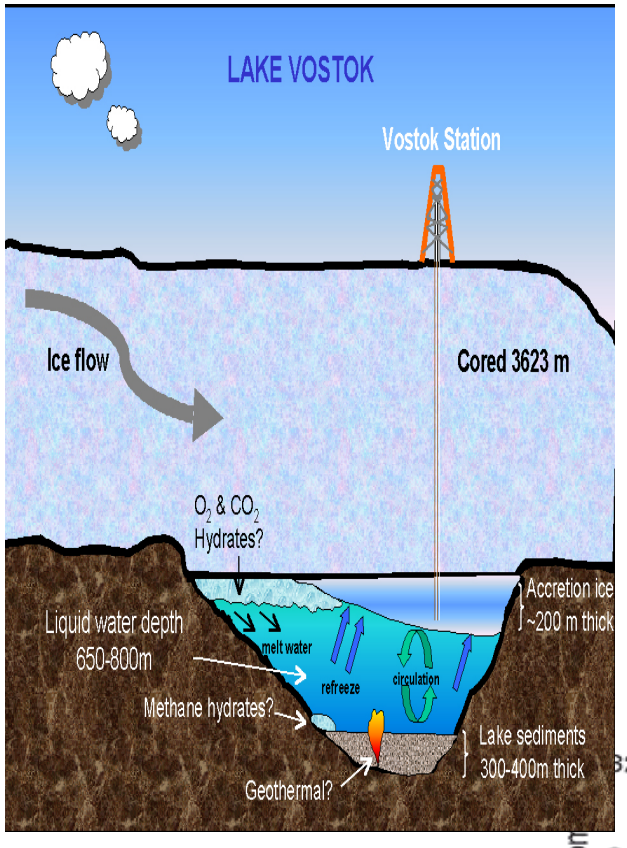
Figure 5. Time series of altimetry-based global mean sea level for the period January 1993–May 2019. The thin black line is a quadratic function showing the mean sea-level rise acceleration. Data source: European Space Agency Climate Change Initiative sea-level data until December 2015, extended by data from the Copernicus Marine Service as of January 2016 and near-real-time Jason-3 as of April 2019

black curve in Figure 5), temporary positive

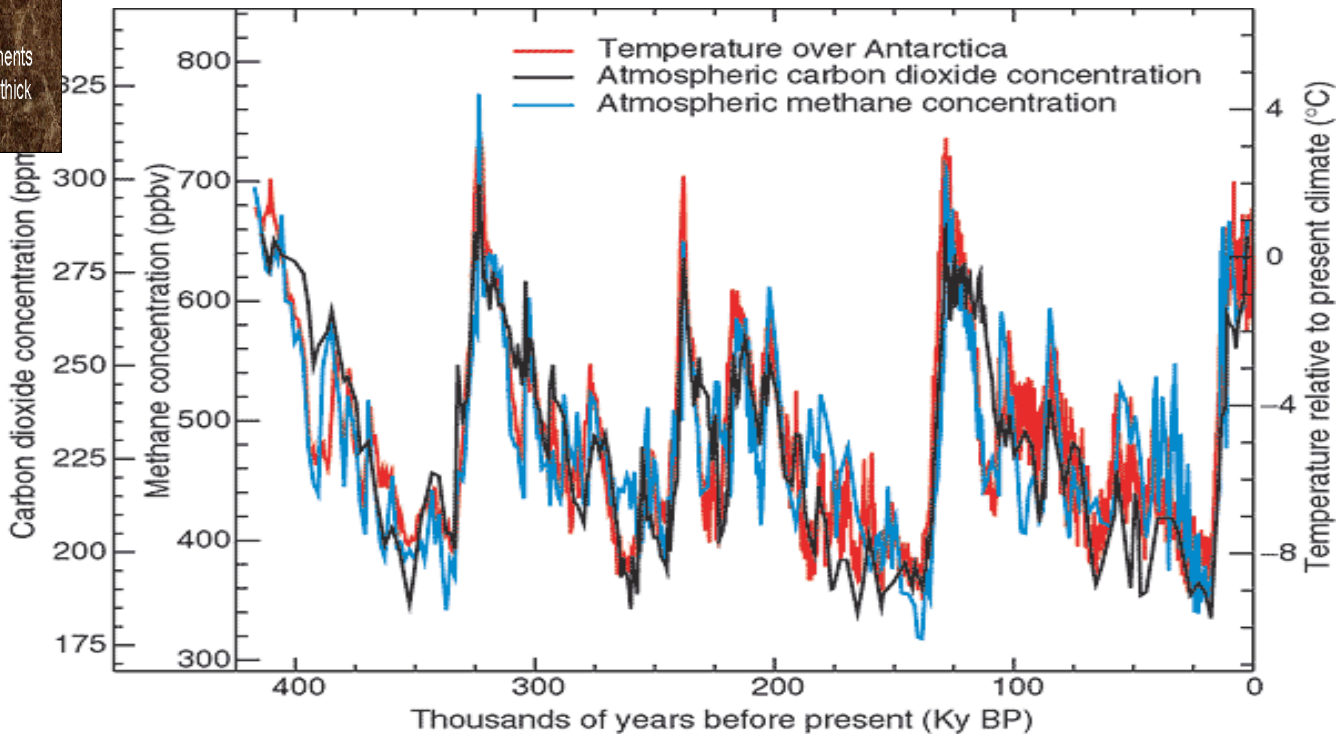


The Global Climate in 2015–2019 (OMM, 23 septembre 2019)

http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/Five_year_report_2015-2019_0.pdf?4M6Z45W4mlGplwRxbJnQrgi08Ssq5LXe



L'évolution en cours est rapide rapportée aux échelles de temps géologiques



On observe depuis plusieurs décennies un échauffement rapide de l'atmosphère, différent de tout ce qui est connu dans le passé.

- Les observations. Échauffement

- Les causes. Effet de serre

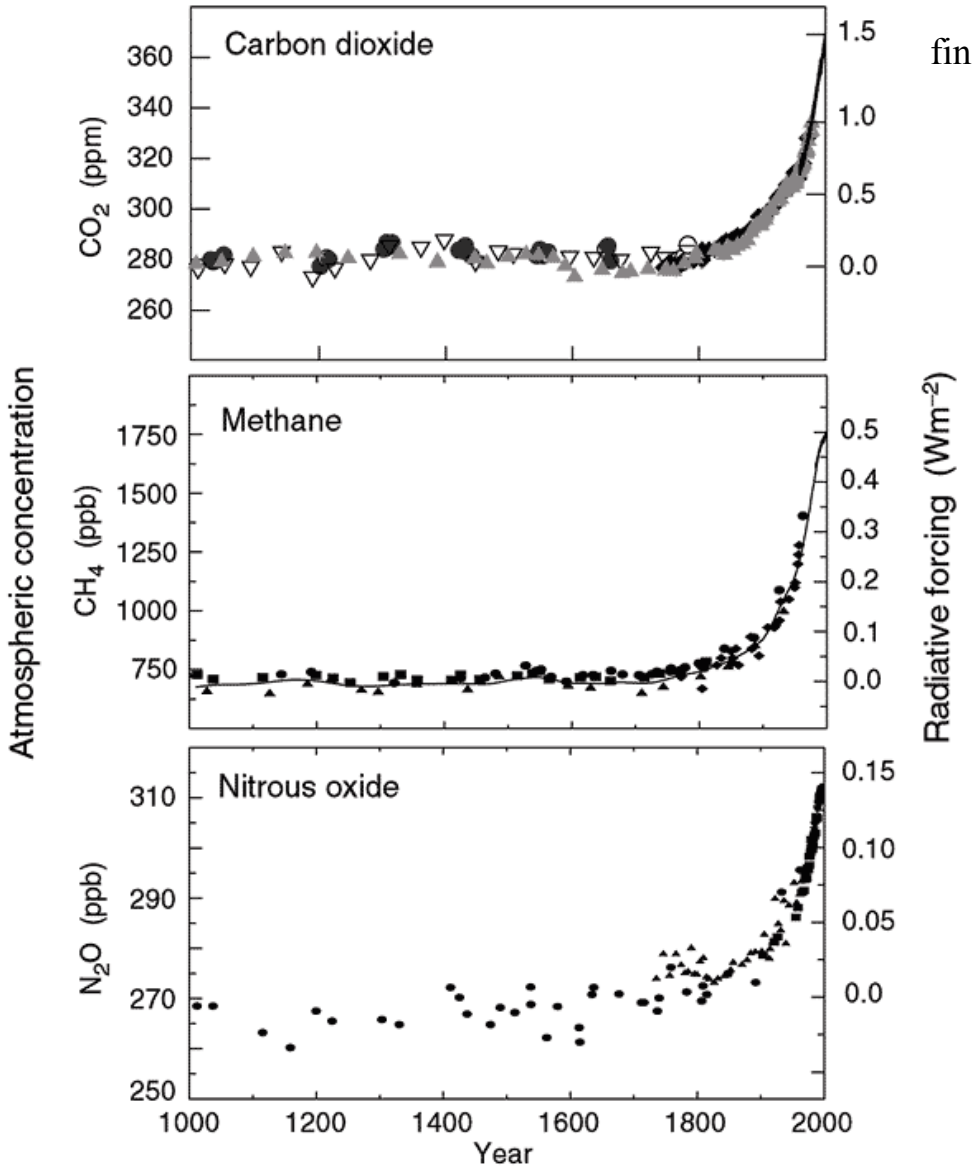
- Les prévisions

- Que faut-il faire ?

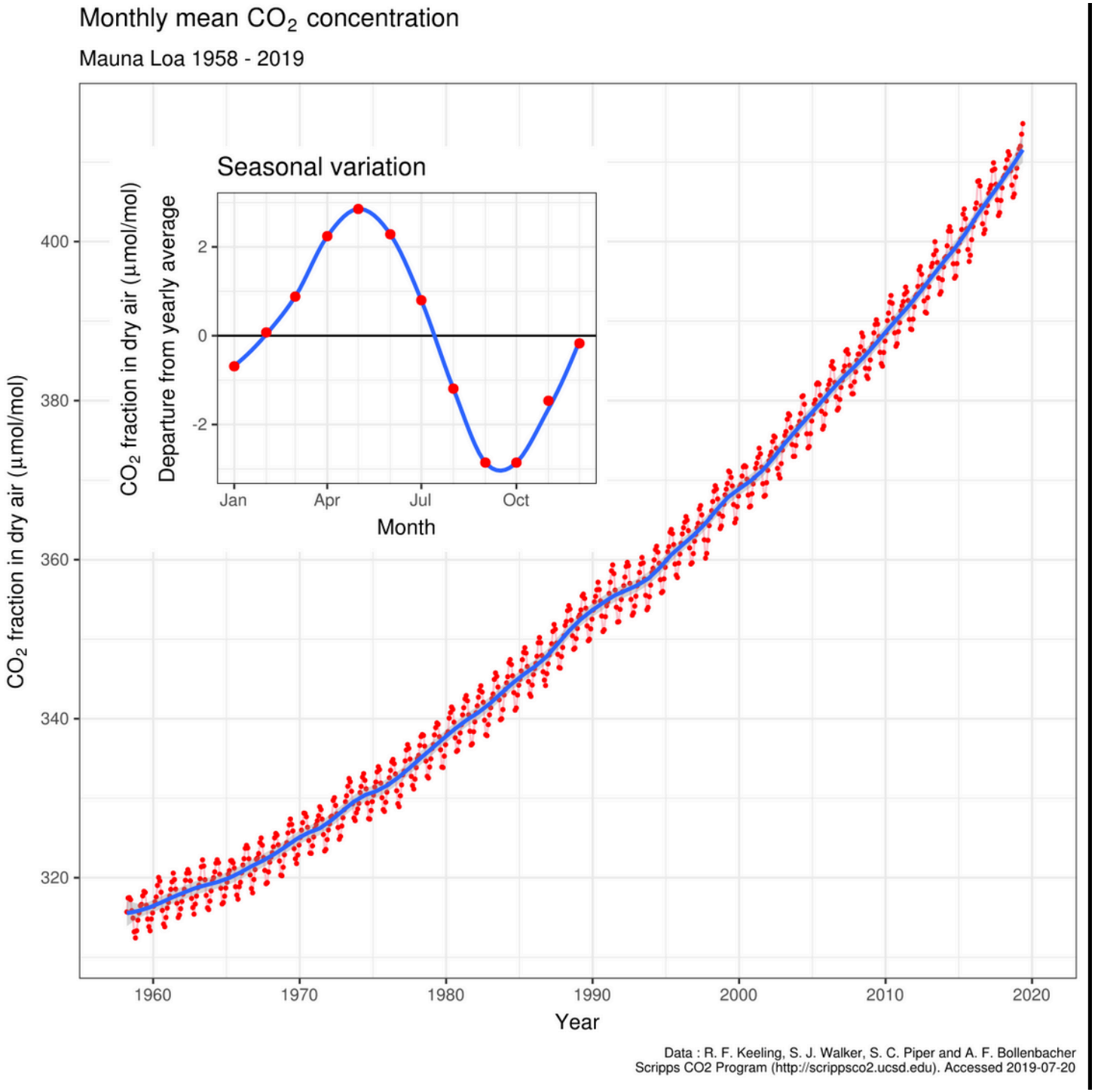
La composition atmosphérique a subi des changements, qui n'ont pas de précédent aux cours des derniers milliers d'années

- 2019 411 ppm

fin 2015 400 ppm



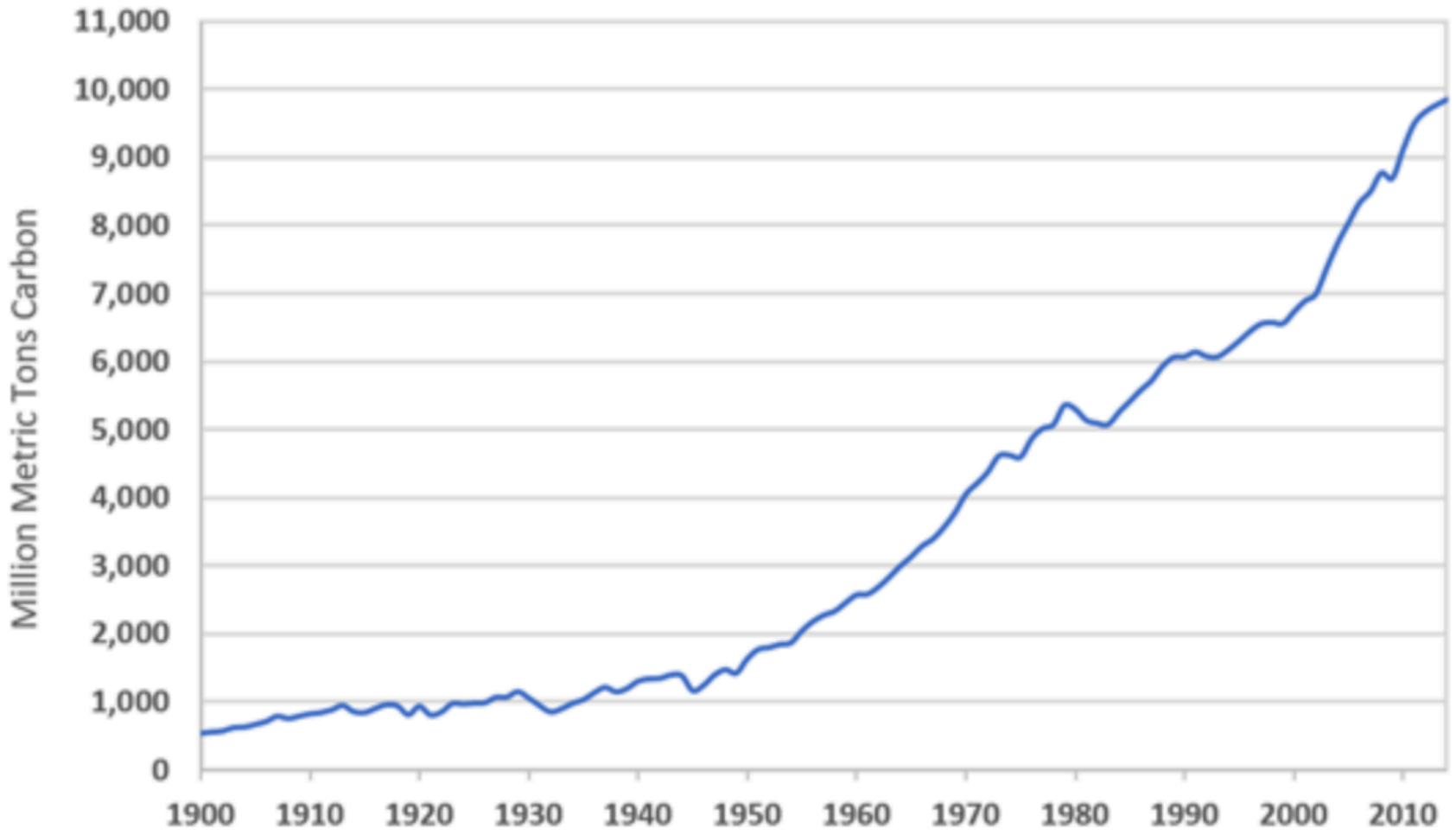
https://
en.wikipedia.org
/wiki/
Roger_Revelle



…les concentrations de dioxyde de carbone (CO_2) et des autres principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont continuellement augmenté pendant la période 2015–2019 pour atteindre de nouveaux pics, les taux de croissance des concentrations de CO_2 étant supérieurs de près de 20 % à ceux relevés au cours de la période quinquennale précédente.

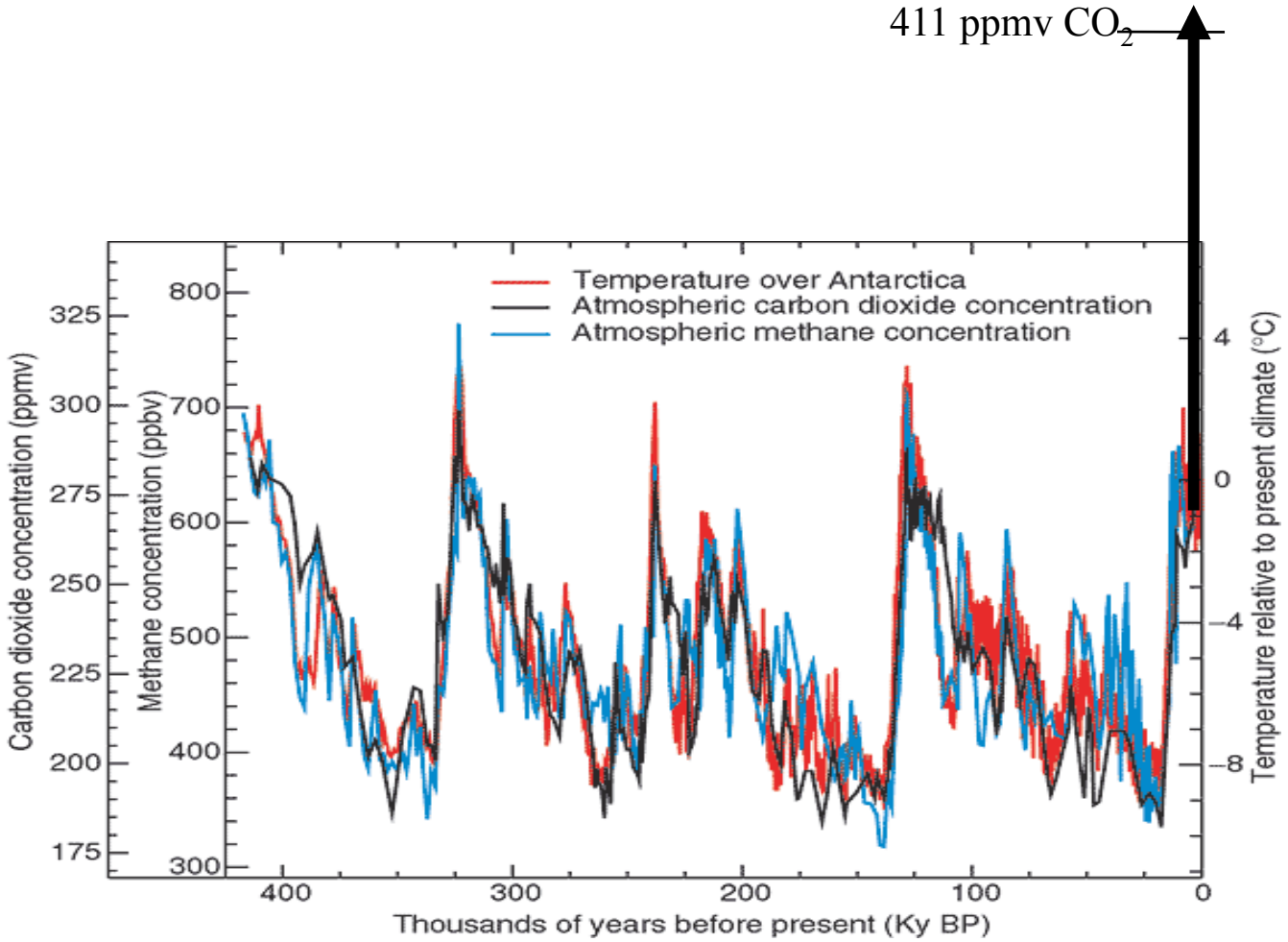
(OMM, 23 septembre 2019)

Global Carbon Emissions from Fossil Fuels, 1900-2014



Source: Boden, T.A., Marland, G., and Andres, R.J. (2017). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001_V2017.

L’évolution en cours est rapide rapportée aux échelles de temps géologiques



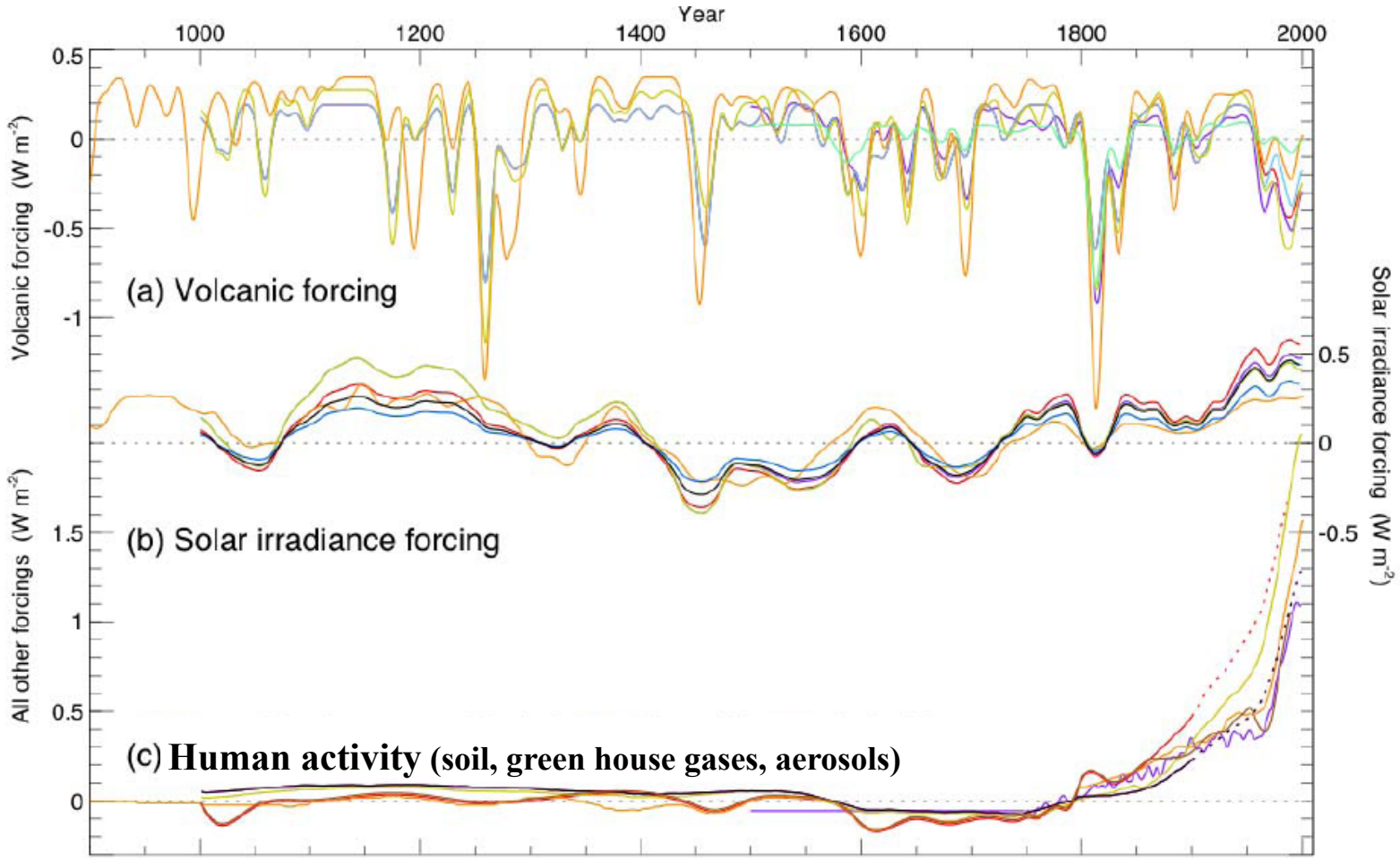
Le dioxyde de carbone (CO_2), la vapeur d'eau (H_2O), et aussi le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) sont des gaz à *effet de serre* (ou *forçage radiatif*), qui élèvent la température de l'atmosphère en absorbant le rayonnement infra-rouge émis par la surface de l'océan et des continents.

Effet de serre naturel : en l'absence de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau, la température moyenne de la Terre serait de -18°C , contre 15°C.

Effet de serre est observé aussi sur d'autres planètes (Vénus, Mars) dont l'atmosphère est riche en dioxyde de carbone.

Vénus absorbe autant d'énergie solaire que la Terre. La température au sol y est de 460°C. Une telle différence est due à l'effet de serre dans l'atmosphère, qui est 100 fois plus massive que celle de la Terre, et constituée pour l'essentiel de CO_2.

Les sources de changement du climat: “les forçages externes”



Qui fait quoi depuis un millénaire ?

Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (*Giec*, en anglais Intergovernmental Panel on Climate Change, *IPCC*)

Organisme créé en 1988 par l'ONU, chargé *d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme*.

Le GIEC n'effectue pas de recherches en tant que tel. Il évalue l'état des lieux. Mais son existence stimule évidemment des recherches actives.

Rapports

AR1 (*1sth Assessment Report*) (1990)

…

AR5 (*5th Assessment Report*) : cinquième rapport (2014)

AR6 (*6th Assessment Report)* : sixième rapport (prévu pour 2022)

Le GIEC est organisé en trois groupes de travail[22] :

- le groupe n° 1 évalue l'évolution observée du climat, et étudie les principes physiques du *changement climatique* ;
- le groupe n° 2 étudie les *impacts*, la *vulnérabilité* et l'*adaptation* au changement climatique ;
- le groupe n° 3 étudie les moyens d'atténuer (*mitigation*) le changement climatique.

Les rapports du GIEC : Mécanisme de Production

3 versions
2 phases de re-lecture
Commentaires / Reponses
Processus de 3 ans
Adoption du résumé par l'assemblée plenière du GIEC

L. Bopp

Chaque rapport est accompagné d'un *Résumé pour décideur*s (*Summary for Policymakers*), négocié au mot près par les représentants des différents pays.

Rapports

AR1 (*1sth Assessment Report*) (1990)

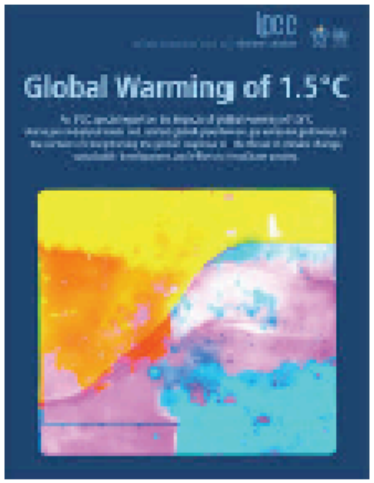
…

AR5 (*5th Assessment Report*) : cinquième rapport (2014)

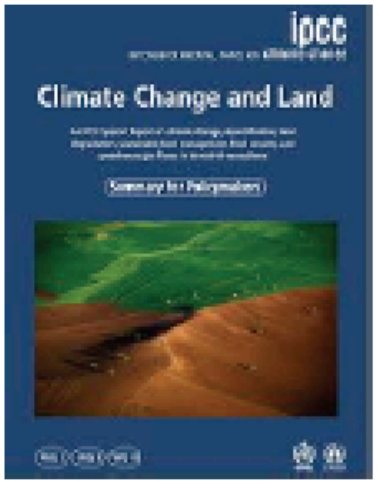
AR6 (*6th Assessment Report)* : sixième rapport (prévu pour 2022)

Les rapports du GIEC : le 6eme cycle d'évaluation

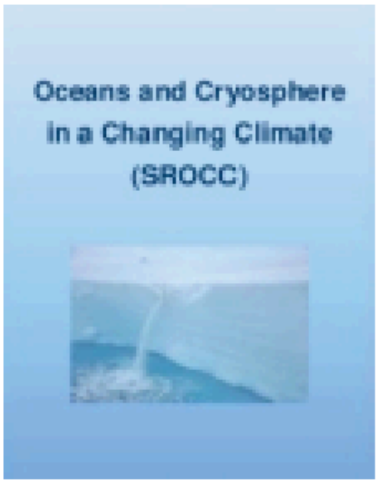
3 rapports spéciaux



Oct 2018



Aout 2019



Sept. 2019

Le rapport d'évaluation – 3 volumes

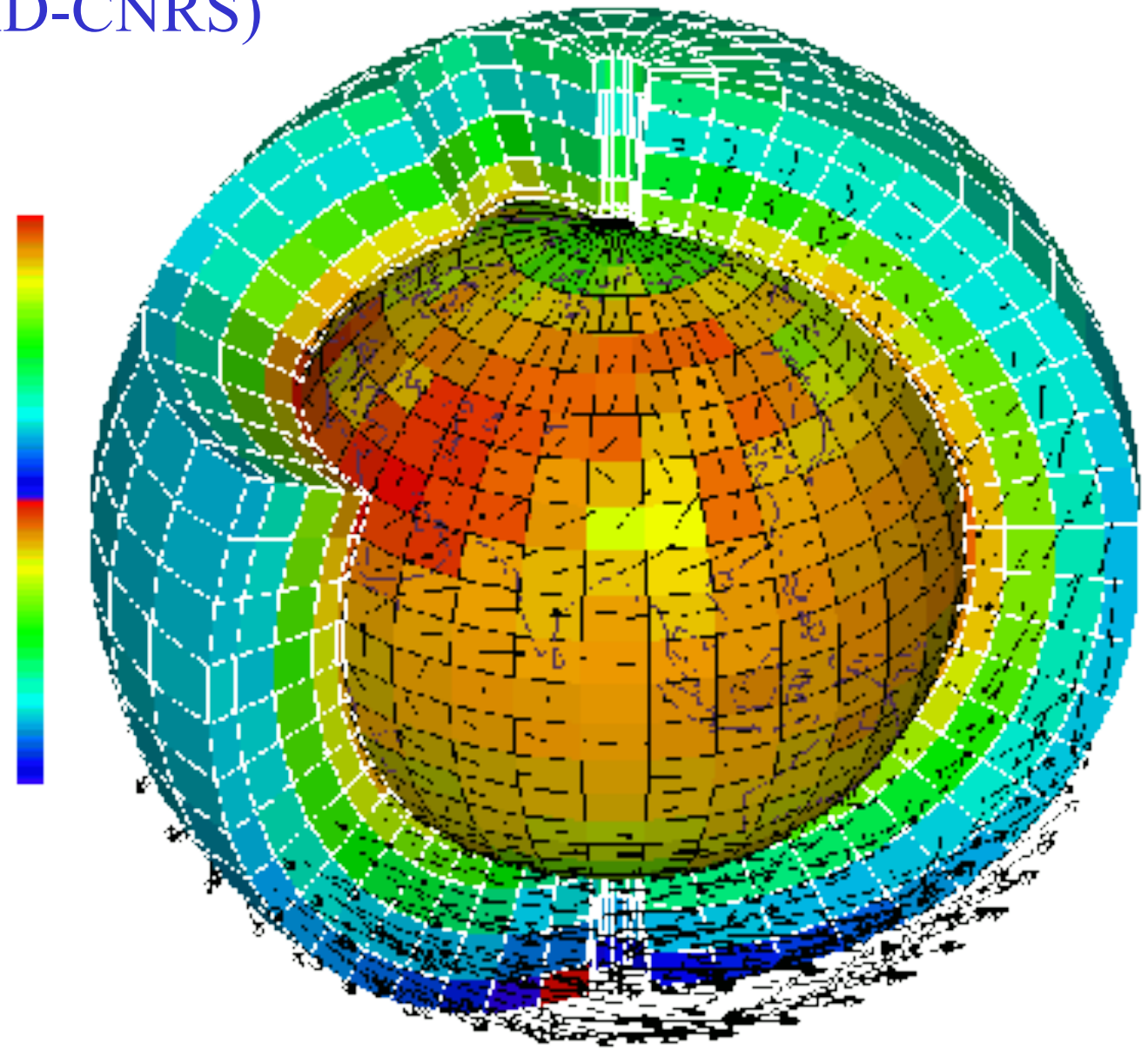
WG1 :principes physiques du changement climatique
WG2 : les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation
WG3 : aspects socio-économiques

2021 / 2022

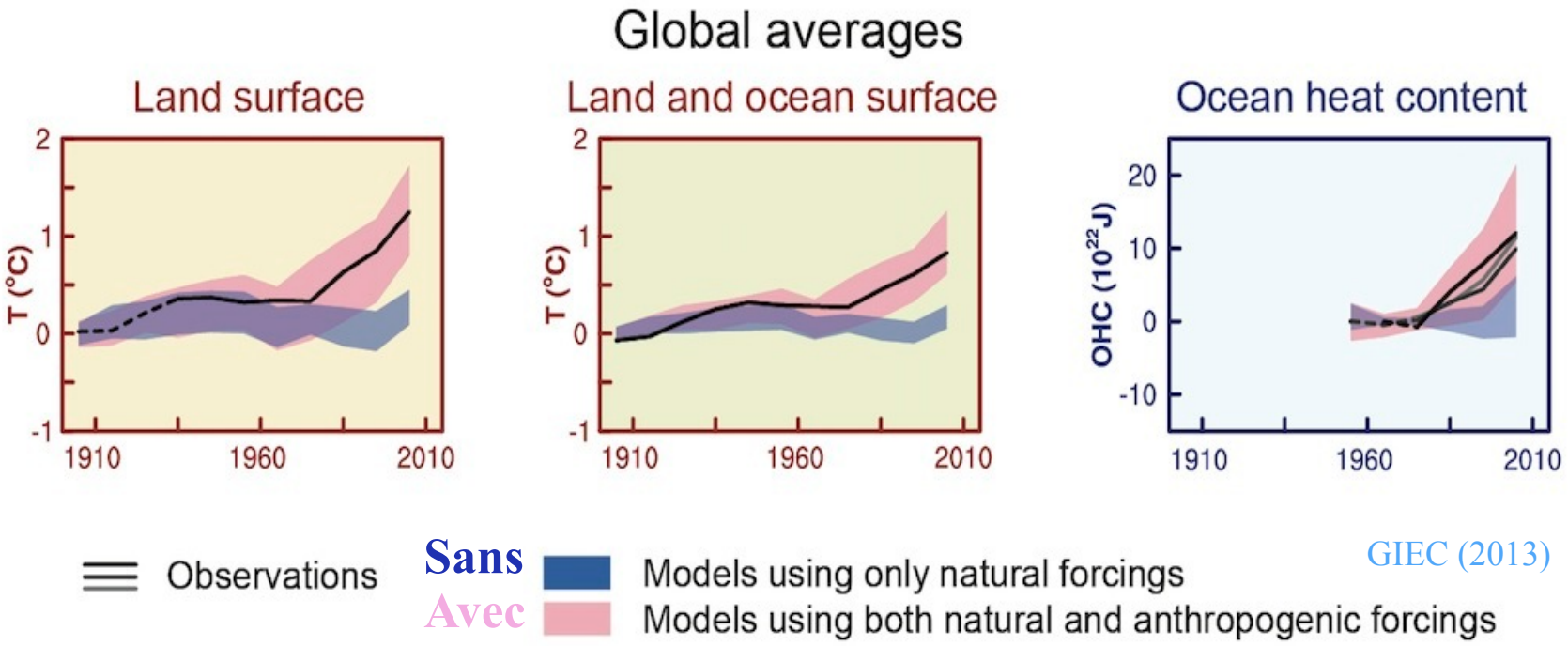
L. Bopp

Le GIEC a reçu le Prix Nobel de la Paix en 2007, conjointement avec Al Gore, ancien vice-président des Etats-Unis.

Schéma de principe d'un modèle atmosphérique
(L. Fairhead /LMD-CNRS)



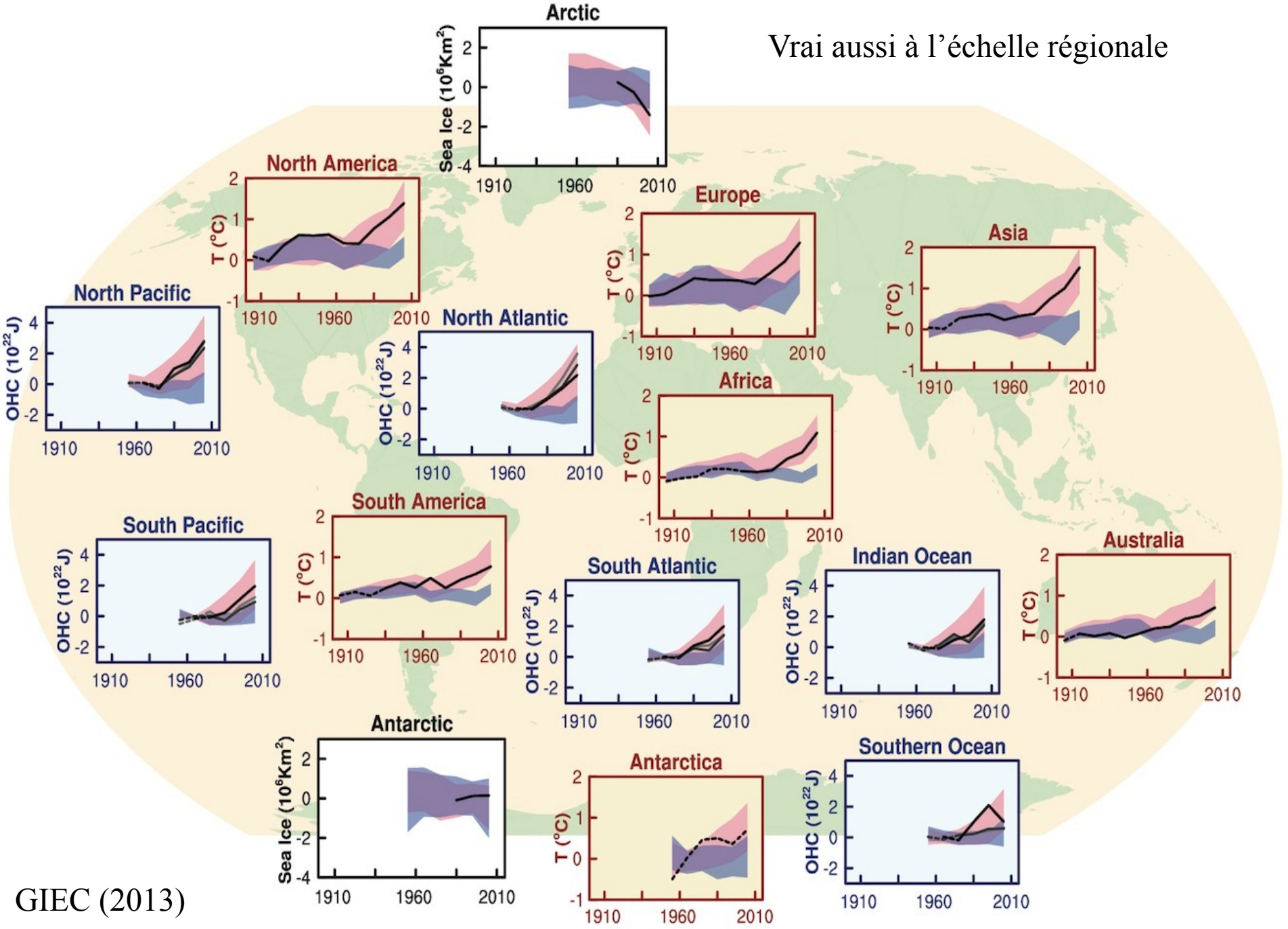
Simulation de la température globale avec ou sans l'activité humaine



GIEC (2013)

Le réchauffement observé depuis 1970 ne peut s'expliquer que par l'effet de l'activité humaine (rejets de gaz à effet de serre, déforestation,…)

Vrai aussi à l'échelle régionale



GIEC (2013)

Autres causes possibles de l'échauffement ?

- Augmentation de l'activité solaire ? Pas d'augmentation observée de l'activité solaire qui puisse avoir un effet non négligeable.

- Fluctuation interne du système atmosphère-océan ? Pas de mécanisme possible connu, et rien d'analogue connu dans le passé. Mais ces fluctuations internes existent.

5ième Rapport GIEC, 2013

Il est extrêmement probable que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XXe siècle

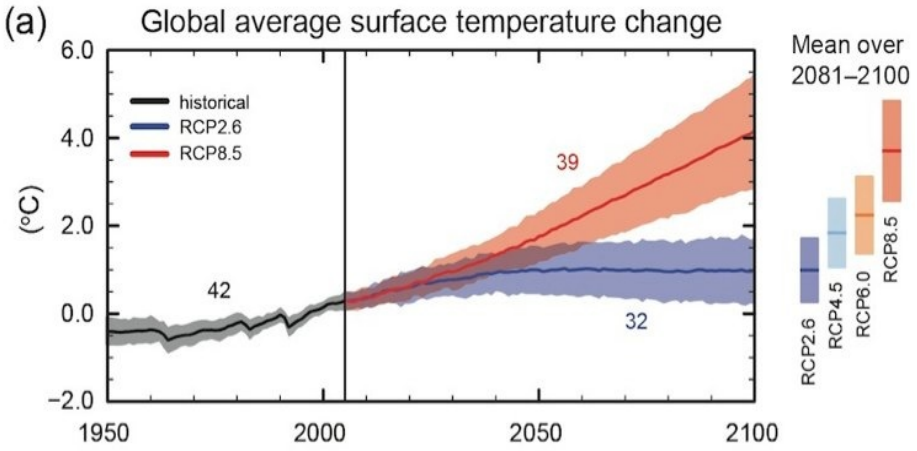
« Nos choix d'aujourd'hui sont décisifs pour l'avenir des océans et de la cryosphère »

(GIEC, Communiqué de Presse, 25 Septembre 2019, à l'occasion de la publication du *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*)

- Les observations. Échauffement
- Les causes . Effet de serre
- Les prévisions
- Que faut-il faire ?

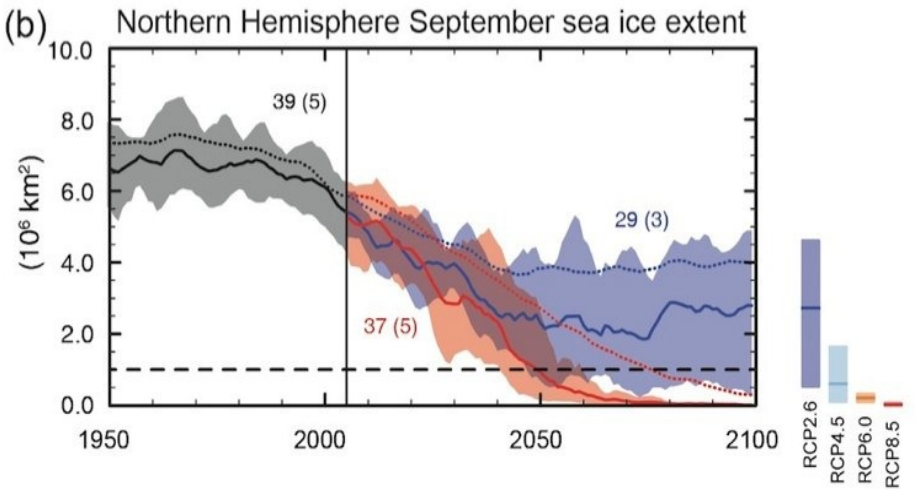
Projections pour le prochain siècle

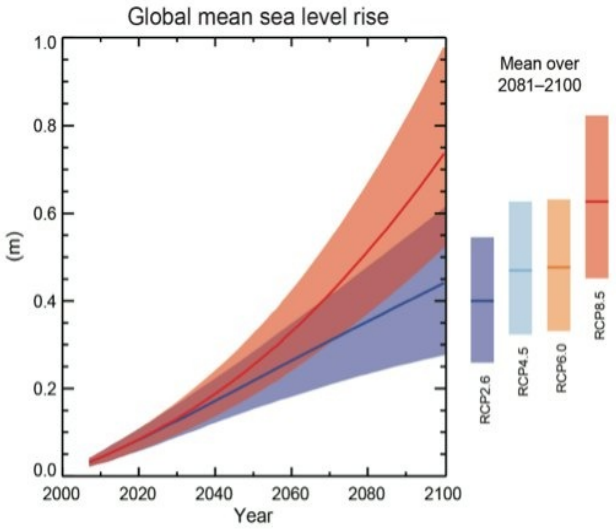
(RCP : Representative Concentration Pathway)



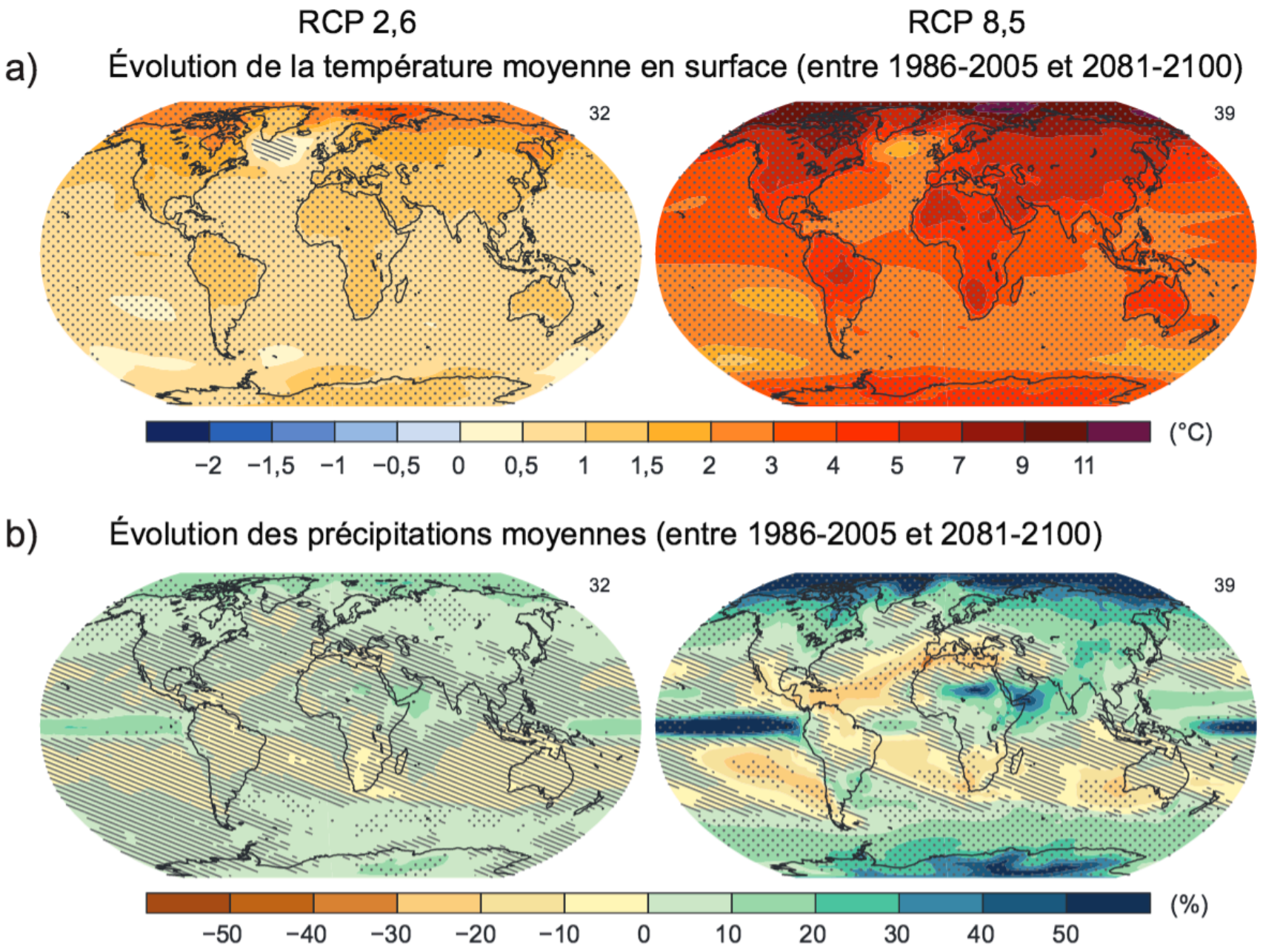
On ne fait rien de significatif (comme depuis 30 ans)

On agit de façon radicale maintenant





GIEC (2013)


RCP 2,6
RCP 8,5
a) Évolution de la température moyenne en surface (entre 1986-2005 et 2081-2100)
32
39
(°C)
−2 −1,5 −1 −0,5 0 0,5 1 1,5 2 3 4 5 7 9 11
b) Évolution des précipitations moyennes (entre 1986-2005 et 2081-2100)
32
39
(%)
−50 −40 −30 −20 −10 0 10 20 30 40 50

GIEC (2013)

- Vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses

- Élévation du niveau de la mer

Côtes basses menacées (Bangladesh), îles : Maldives, Kiribati, Tuvalu, …

- Fonte des glaciers

Déversement de lacs glaciaires, chutes de séracs

Modification du régime des fleuves (Himalaya)

- Acidification de l'océan → destruction des coraux

- Evénements intenses plus fréquents, ou au moins plus intenses (cyclones tropicaux, tels que Hagibis au Japon, Klaus, Xynthia, …) ?

Y a-t-il des avantages ?

- Vagues de froid moins fréquentes et moins intenses

- Développement de l'agriculture et de l'élevage dans les latitudes élevées (Groenland, Canada, Sibérie)

- Navigation plus facile dans l'Océan Arctique (liaisons Atlantique-Pacifique)

Ne contrebalancent pas les inconvénients. C'est le *changement rapide* qui est néfaste

Nous savons donc que

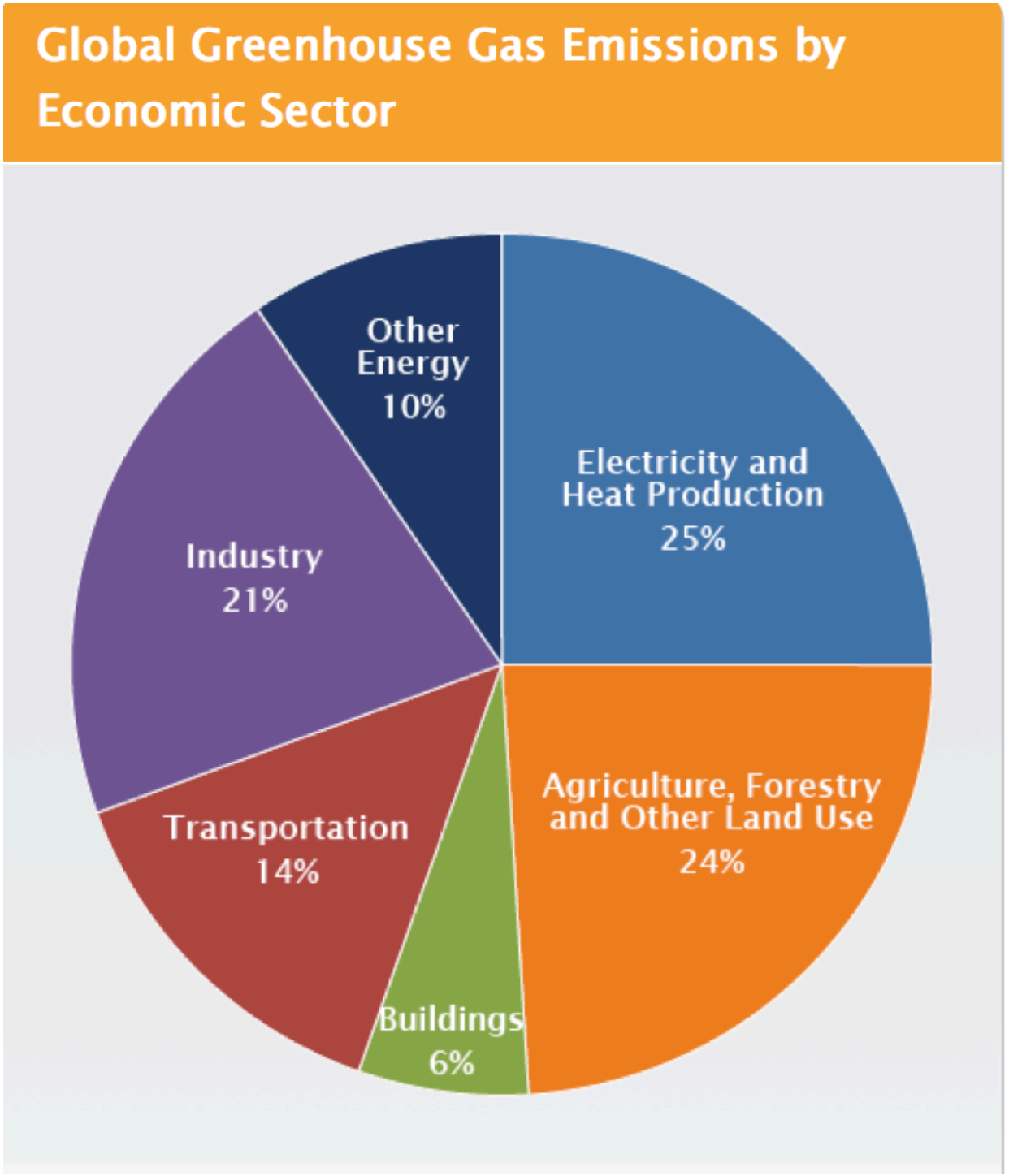
- Le réchauffement climatique est une réalité
- Ce sont les activités humaines qui le causent
- Le consensus scientifique est large (97% des climatologues sont convaincus de ces deux points)
- Cela engendre des impacts négatifs sur nos sociétés
- Certains sont inévitables dans les années qui viennent
- Nous pouvons limiter les pires impacts, si nous le choisissons
- Pour cela il faut drastiquement réduire nos émissions de gaz à effet de serre (CO_2, méthane, …)

Échauffement climatique n'est qu'une des conséquences des activités humaines sur l'environnement

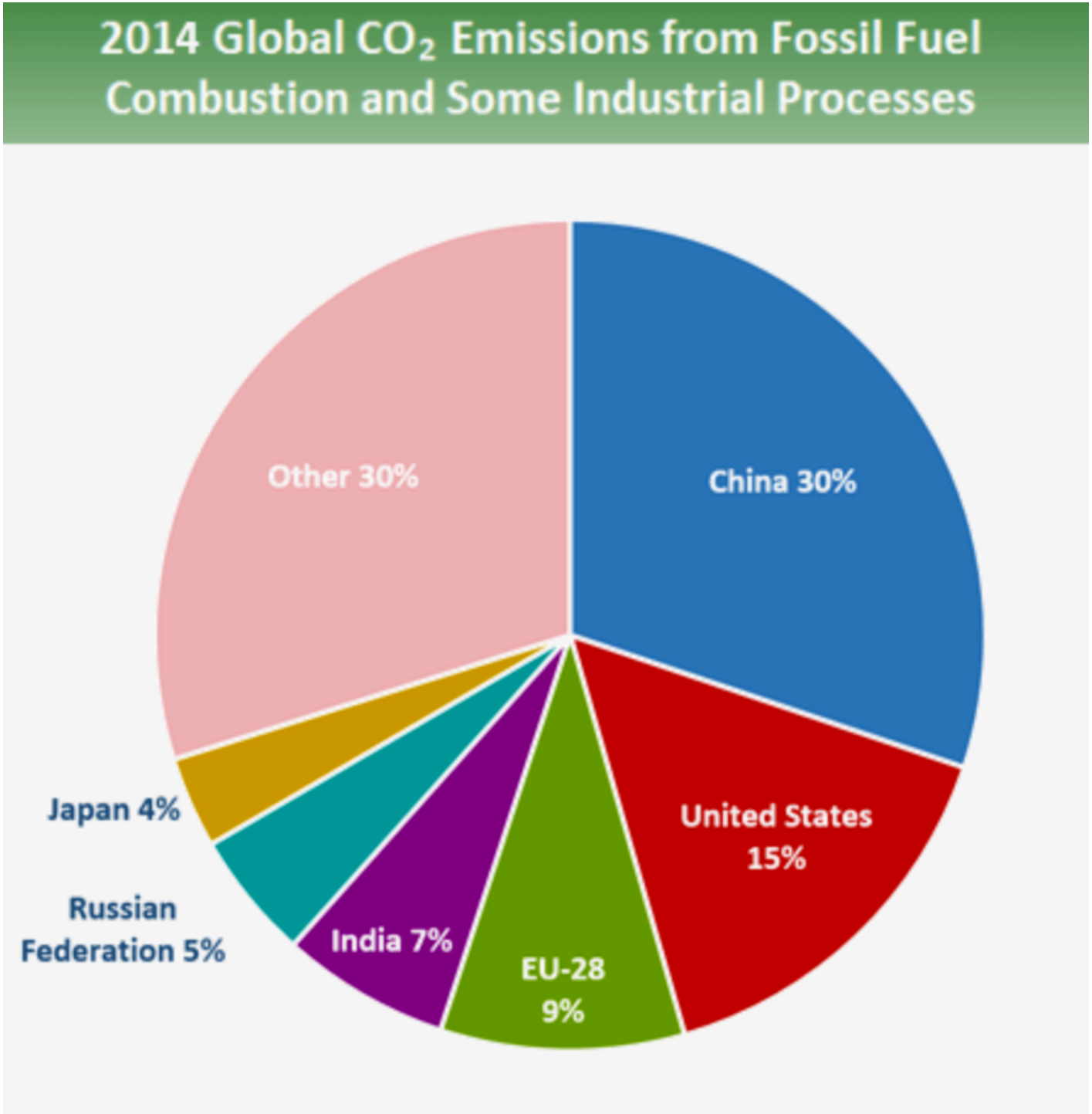
- Pollution de l'atmosphère (particules fines), des eaux (nappes phréatiques) et des sols (chlordécone dans les Antilles)

- Perte de la biodiversité (80% des insectes ont disparu en Europe dans les dernières décennies, et 30% des oiseaux). Due à la modification des sols, usage intensif des pesticides, déforestation (Afrique, Amérique du Sud), …

- Les observations. Échauffement
- Les causes . Effet de serre
- Les prévisions
- Que faut-il faire ?

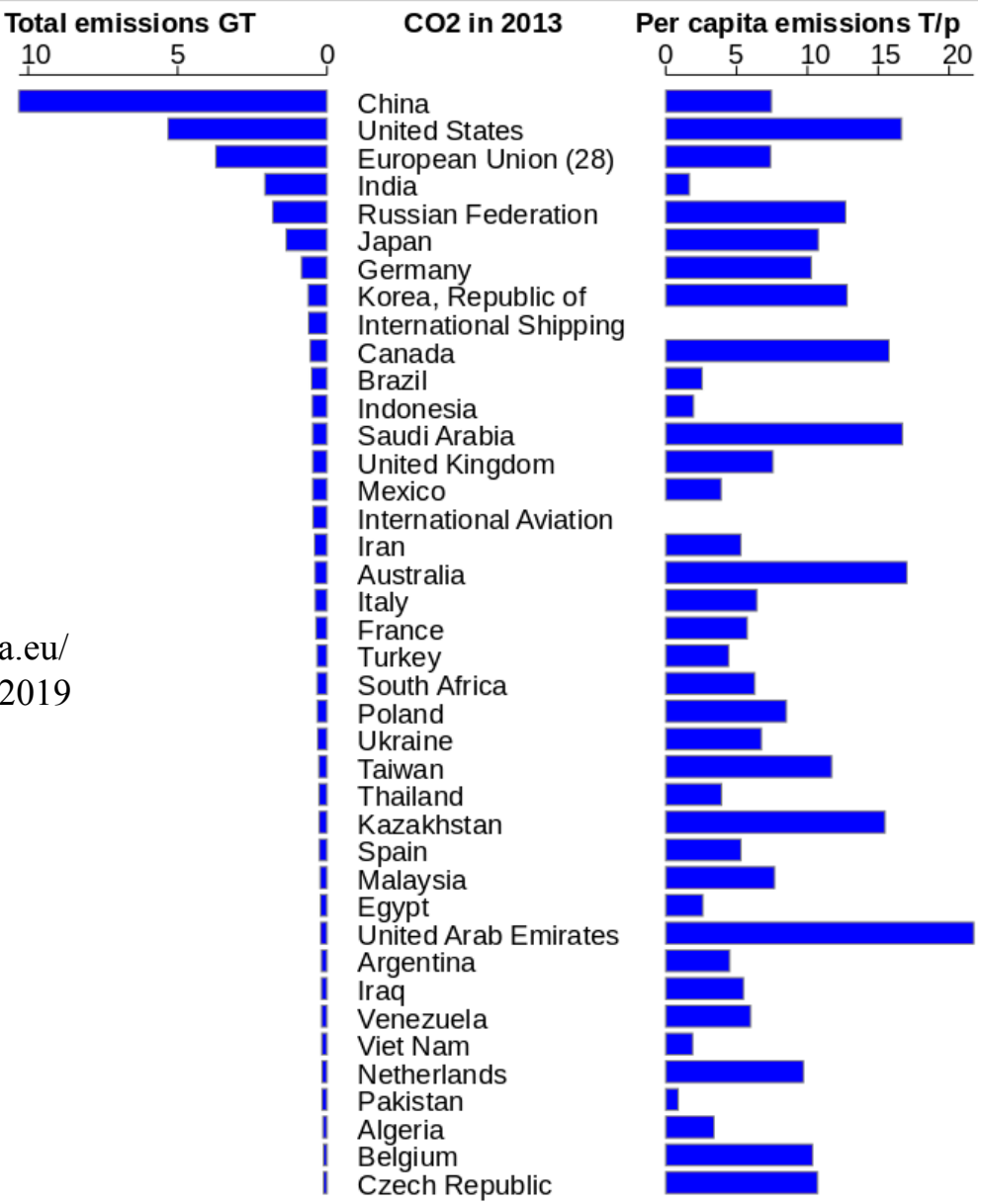


5ième Rapport GIEC, 2014
(émissions 2010)



Source : US Environmental Protection Agency

Voir aussi
https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2019



Carbon dioxide emissions for the top 40 countries by total emissions in 2013, given as totals and per capita. Data from EU Edgar database

Diminuer les émissions de gaz à effet de serre

Protocole de Kyoto (signé en 1997, entré en vigueur en 2005). Résultats mitigés.

COP 21 (21ème **Conference of the parties** to the 1992 **United Nations Framework Convention on Climate Change**), Paris, 29 Novembre – 10 décembre 2015.

Accord de principe pour limiter échauffement à 2°C par rapport à ère pré-industrielle, et si possible à 1,5°C (mais sans engagement explicite)

Octobre 2018. Rapport spécial du GIEC sur réchauffement à 1,5°C : changements drastiques dans le système économique mondial sont nécessaires

«Pour ne pas dépasser 2 °C de réchauffement climatique par rapport aux niveaux préindustriels, il faudra tripler le niveau d'ambition, et pour se limiter à 1,5 °C, il faudra le quintupler»

Petteri Taalas, Secrétaire général de l'OMM,

23 Septembre 2019

A l'échelle des nations

- Favoriser transition vers énergies renouvelables dans la production d'électricité (hydroélectricité, éolien, solaire, *nucléaire*, …) et dans les transports (véhicules électriques, train plutôt que transport routier)

- Favoriser économie d'énergie sous toutes ses formes (isolation thermique des bâtiments)

- Mener toutes actions d'information appropriée auprès de la population, et en particulier des jeunes (enseignement)

A l'échelle des nations (2)

- Financer tout cela à l'échelle internationale (projet Pacte Finance-Climat de création d'une banque européenne pour le climat soumis par P. Larrouturou et J. Jouzel)

A l'échelle des régions, municipalités

- Favoriser transports en commun (co-voiturage) et transports économiques (vélo, trottinettes électriques, …)

- Favoriser utilisation de nourriture locale et de saison dans cantines scolaires

- …

Et à titre individuel ?

- Économiser l'énergie
  - Utiliser les transports en commun plutôt que la voiture
  - Utiliser le train plutôt que l'avion
  - Économiser le chauffage domestique (isolation thermique)
  - Manger de la nourriture locale et de saison
  - Manger peu de viande (ou même pas du tout) qui a coûté de l'énergie

Sites (Jean-Marc Jancovici)

https://www.manicore.com/

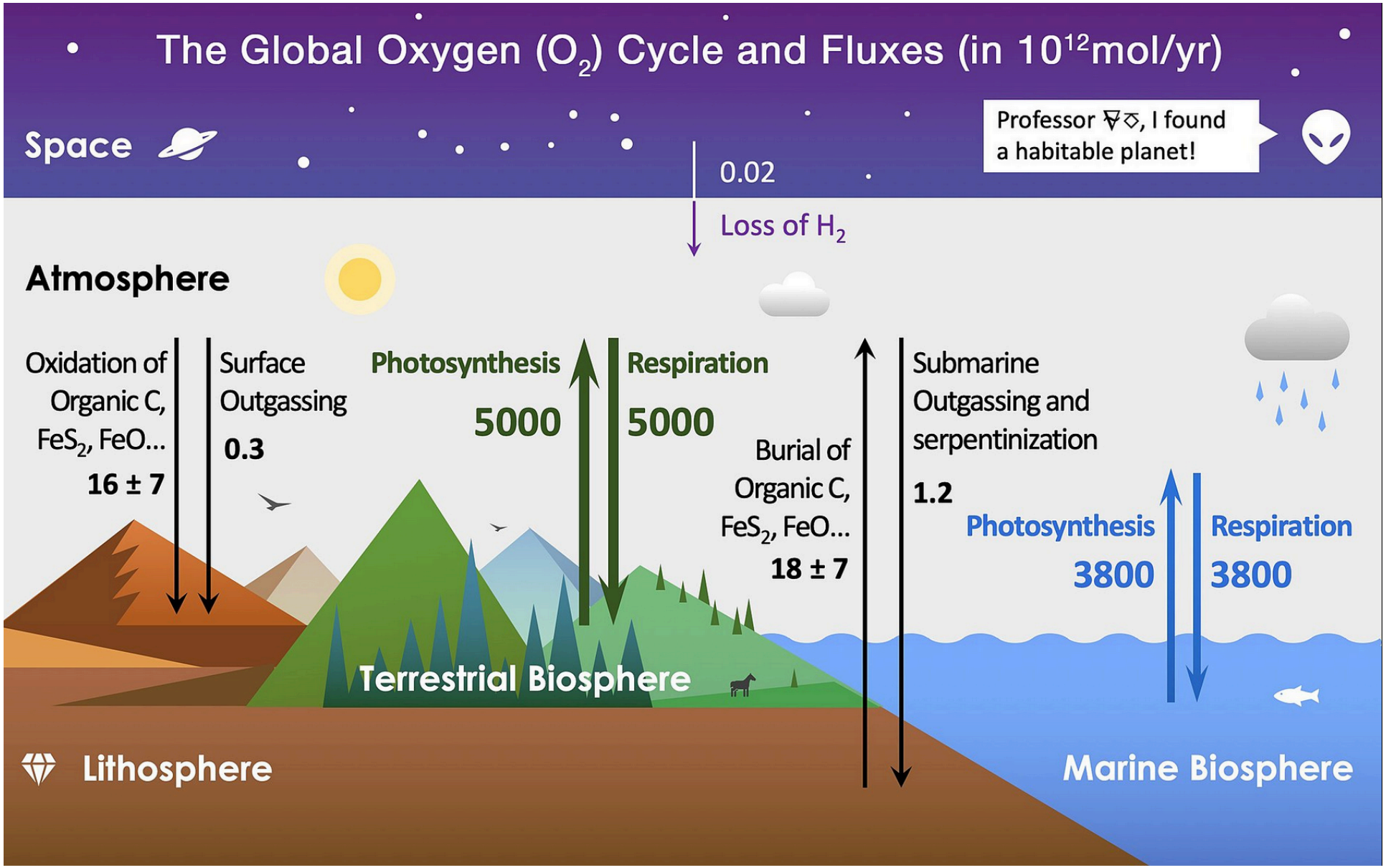
http://www.bilancarbonepersonnel.org/

L'économie productiviste et consumériste, qui crée gâchis et pollution, est à terme condamnée.

Le Produit Intérieur Brut (PIB), qui est la mesure première de la qualité des activités économiques, ne pourra pas croître indéfiniment (Club de Rome, 1972, *The Limits To Growth*).

Les moyens techniques (et avant tout les énergies renouvelables) existent pour une indispensable transition écologique et énergétique. Cette transition sera l'affaire de tous.

Merci !


The Global Oxygen (O_2) Cycle and Fluxes (in 10^{12}mol/yr)
Space
Professor ∀◇, I found a habitable planet!
0.02
Loss of H_2
Atmosphere
Oxidation of Organic C, FeS_2, FeO...
16 ± 7
Surface Outgassing
0.3
Photosynthesis
5000
Respiration
5000
Burial of Organic C, FeS_2, FeO...
18 ± 7
Submarine Outgassing and serpentinization
1.2
Photosynthesis
3800
Respiration
3800
Terrestrial Biosphere
Lithosphere
Marine Biosphere

Reservoir	Capacity (kg O_2)	Flux in/out (kg O_2 per year)	Residence time (years)
Atmosphere	1.4×10^{18}	3×10^{14}	4500
Biosphere	1.6×10^{16}	3×10^{14}	50
Lithosphere	2.9×10^{20}	6×10^{11}	500 000 000

Table 2: Annual gain and loss of atmospheric oxygen (Units of 10^{10} kg O_2 per year)[1]

Photosynthesis (land)	16,500
Photosynthesis (ocean)	13,500
Photolysis of N_2O	1.3
Photolysis of H_2O	0.03
Total gains	~ 30,000
Losses - respiration and decay	
Aerobic respiration	23,000
Microbial oxidation	5,100
Combustion of fossil fuel (anthropogenic)	1,200
Photochemical oxidation	600
Fixation of N_2 by lightning	12
Fixation of N_2 by industry (anthropogenic)	10
Oxidation of volcanic gases	5
Losses - weathering	
Chemical weathering	50
Surface reaction of O_3	12
Total losses	~ 30,000

^ *a* *b* Walker JC (1980). "The Natural Environment and the Biogeochemical Cycles". *The Oxygen Cycle*. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer Berlin Heidelberg. pp. 87–104. doi:10.1007/978-3-662-24940-6_5. ISBN 9783662229880.