

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DE L'EAU À L'ÉCHELLE DES BASSINS VERSANTS

Conférence de Damien AVRIL (SEPANT) 26/03/2024 - Bourgueil



SEPANT

*Protège la nature et
l'environnement en Touraine*



LE GIEC

ipcc

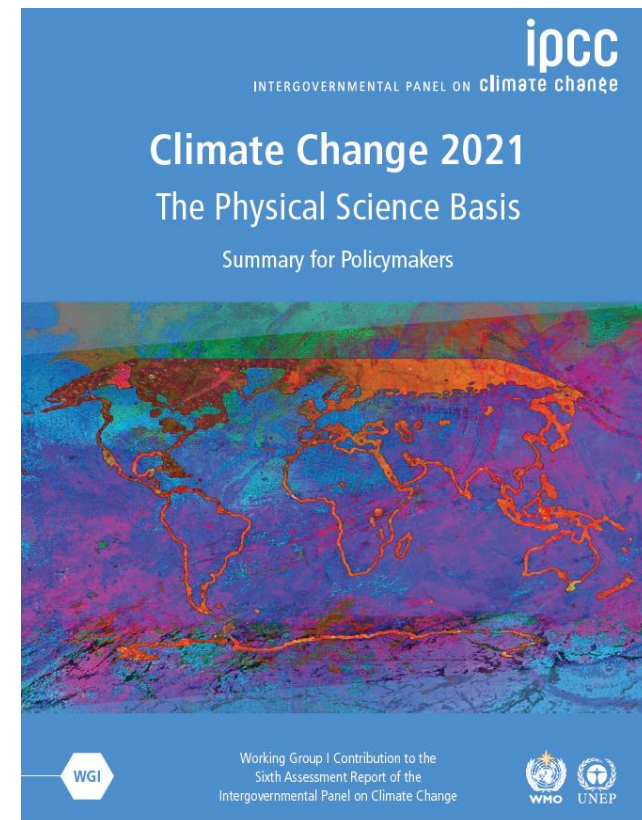
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change



GIEC = Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

IPCC en anglais = *Intergovernmental Panel on Climate Change*

- **Création par l'ONU en 1988**
- **2013-2014 : 5ème rapport de synthèse (AR5)**
- **2021 : parution du 6ème rapport (AR6)**
- **Une expertise au service des décideurs publics**



L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

L'étude des climats passés

- **De nombreuses méthodes pour étudier les climats passés**

Etude des gaz contenus dans les carottes glaciaires

Dendrochronologie = étude des cernes des arbres

Etude des anciens récifs coralliens

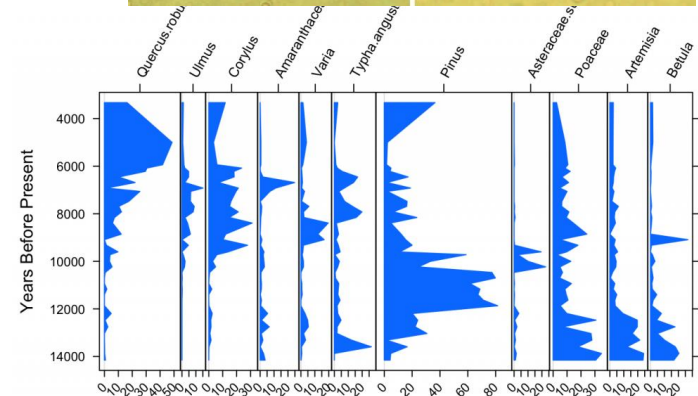
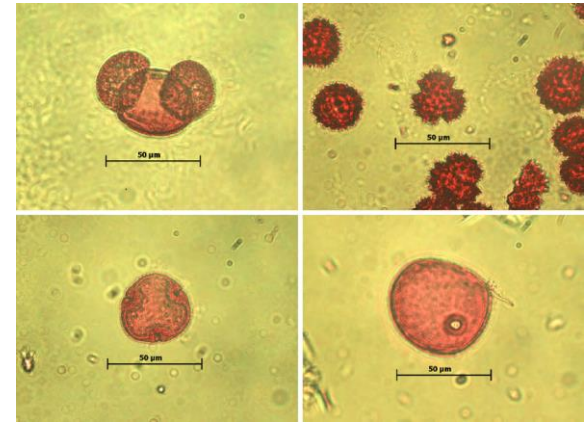
Etude des traces d'anciens glaciers

Etude des organismes fossilisés (ex : foraminifères)

Etc.



Palynologie

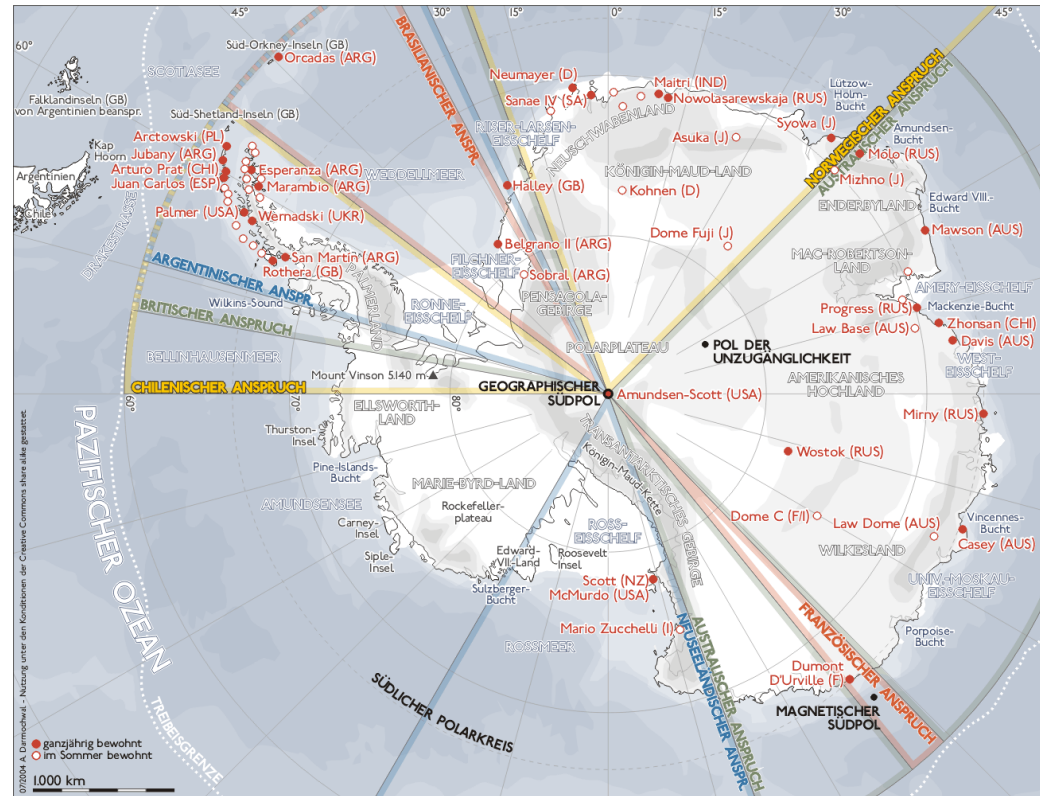


L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

L'étude des climats passés

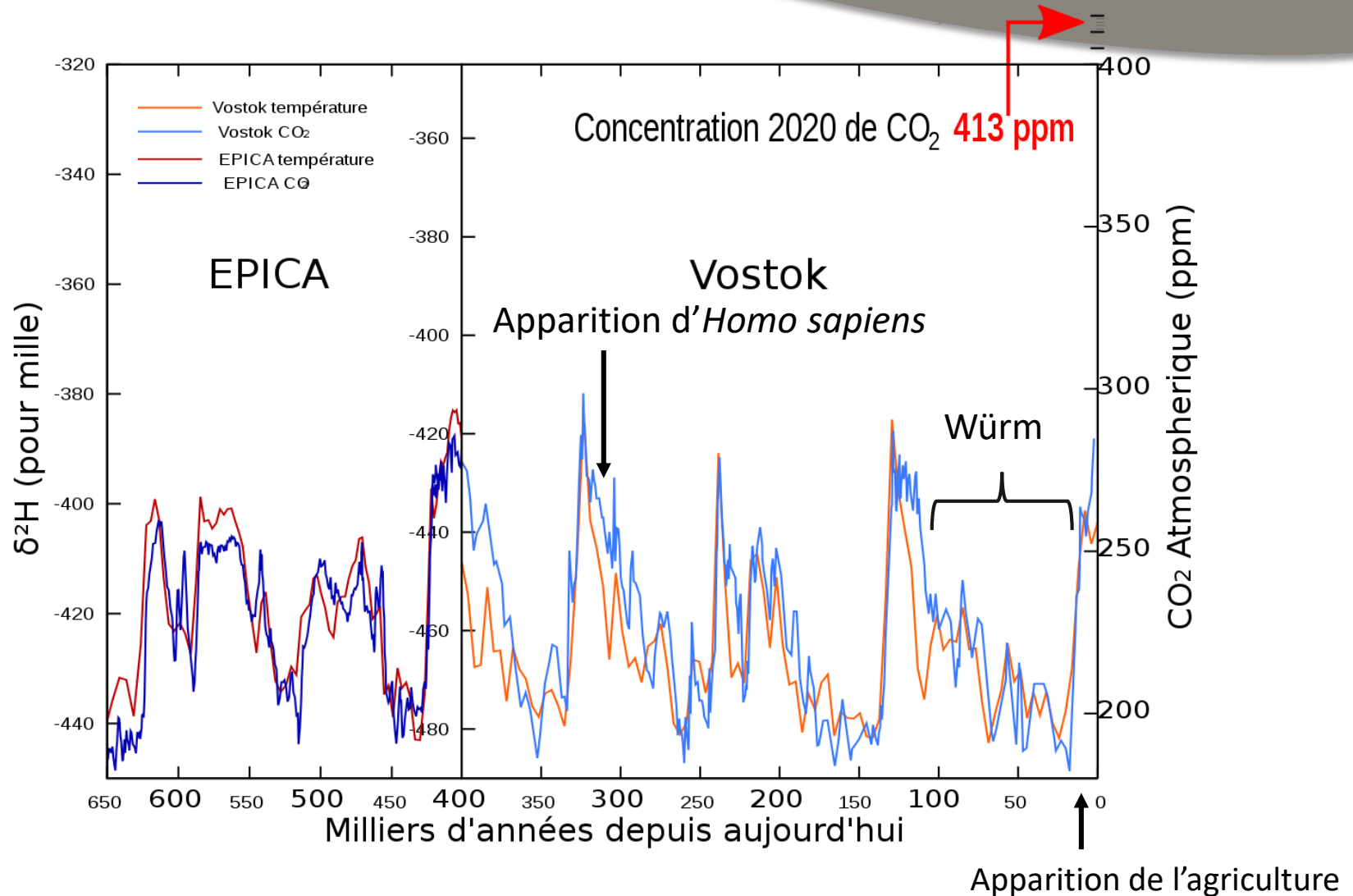


Sondages dans les glaces de l'Antarctique à plus de 3500 m de profondeur



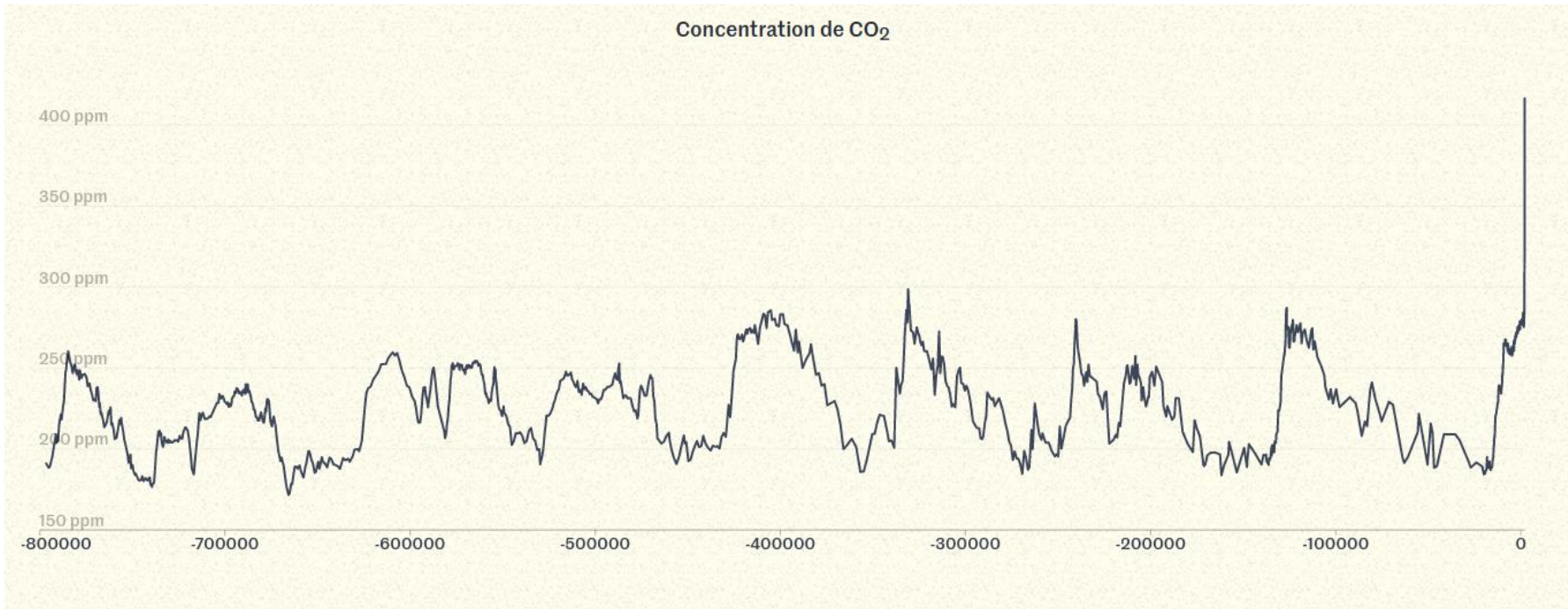
L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

L'étude des climats passés



L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

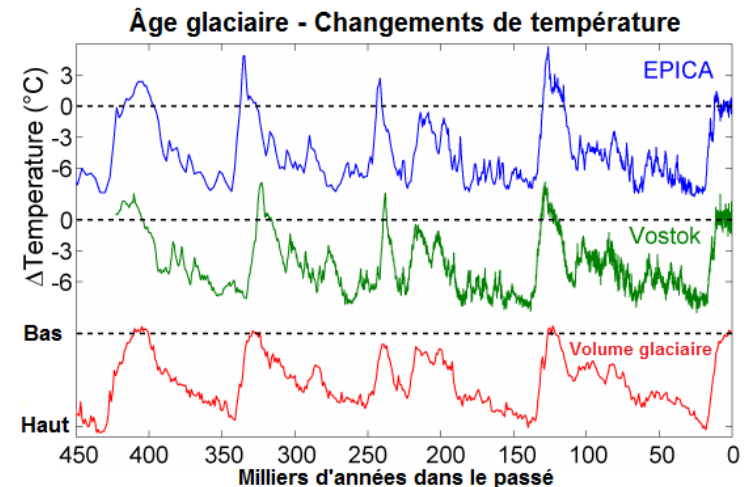
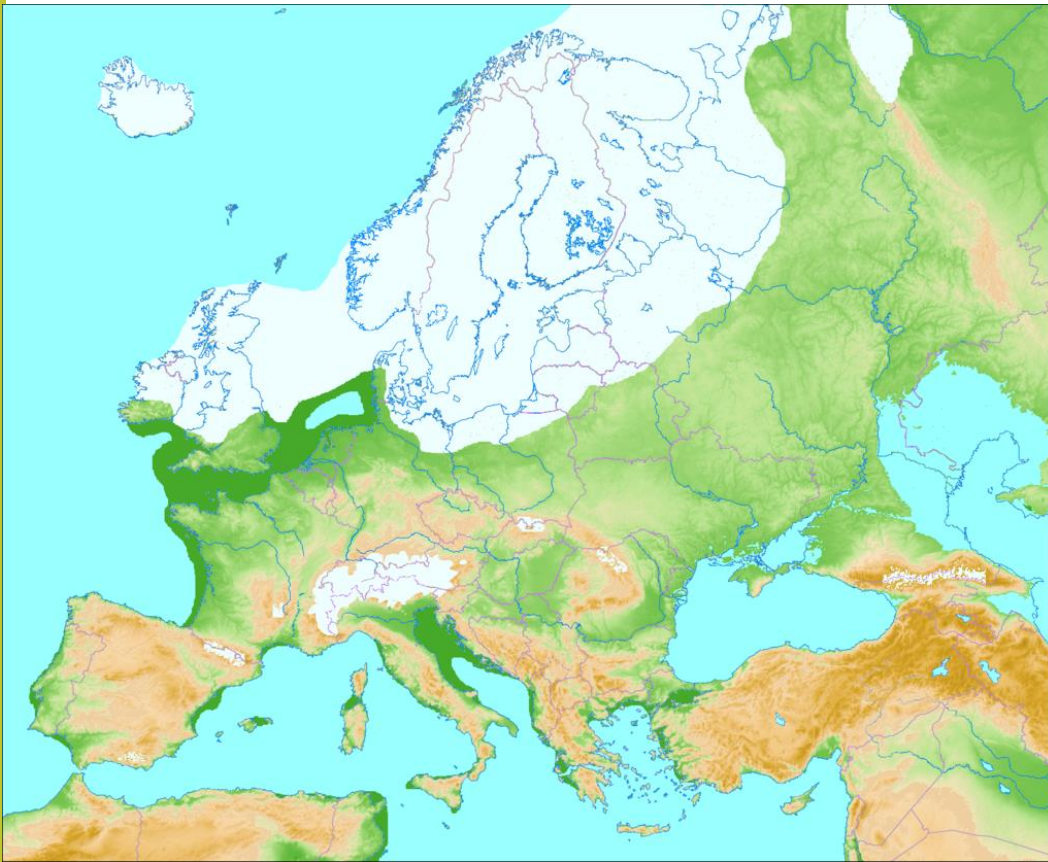
Evolution de la teneur en CO₂ dans l'atmosphère



L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

L'étude des climats passés

La dernière grande glaciation (le Würm) a eu lieu entre -110 000 et -10 000 ans.
- 20 000 ans => -5°C par rapport à aujourd'hui.



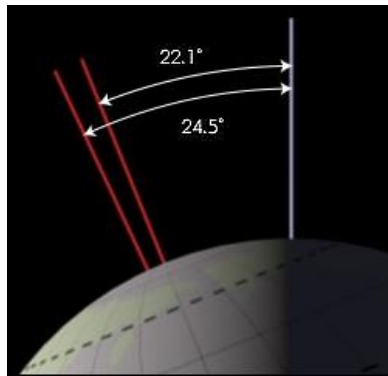
L'Europe au dernier maximum glaciaire, il y a environ 20 000 ans

L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

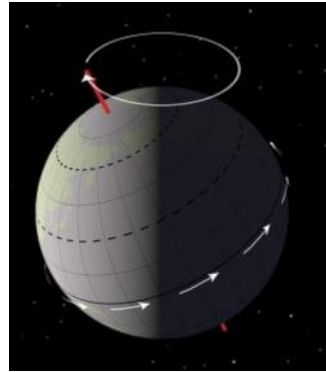
Les principales causes
« naturelles » des variations
climatiques

Les paramètres astronomiques

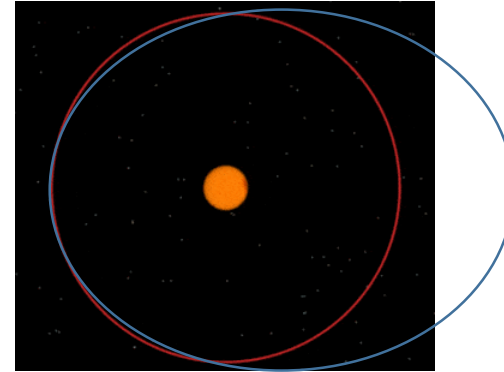
Obliquité



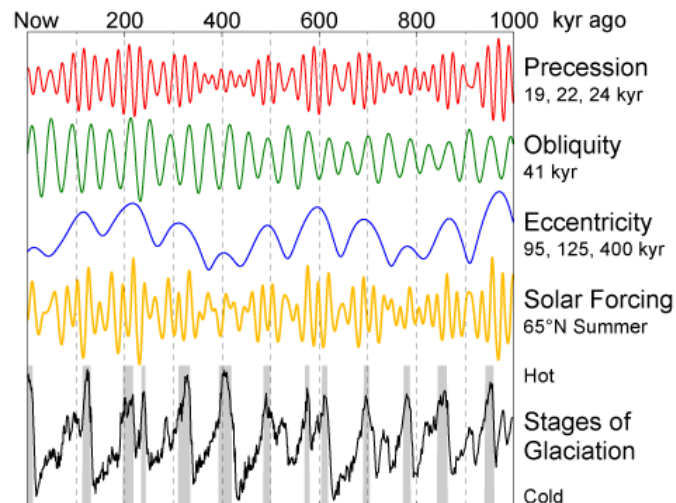
Précession des
équinoxes



Excentricité orbitale

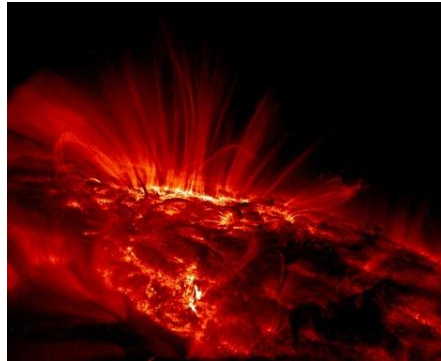


Milanković
(1879-1958)



L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

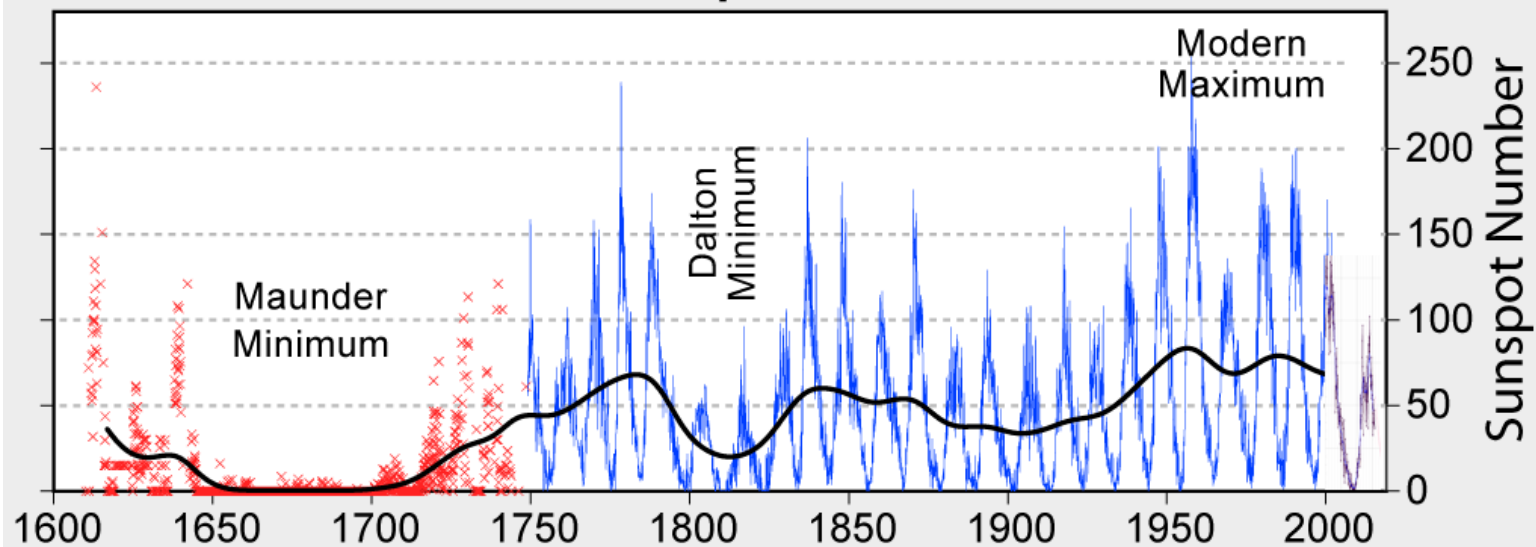
L'activité solaire



Les principales causes « naturelles » des variations climatiques

Vers le milieu du XIXe siècle, le glacier des Bossons est à son avancée maximale. Au début des années 2000, la limite de ce même glacier se trouve plus de 1 200 mètres en arrière

400 Years of Sunspot Observations



L'ÉVOLUTION DU CLIMAT DE -800 000 ANS À AUJOURD'HUI

Le volcanisme

Les principales causes
« naturelles » des variations
climatiques



L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU CLIMAT

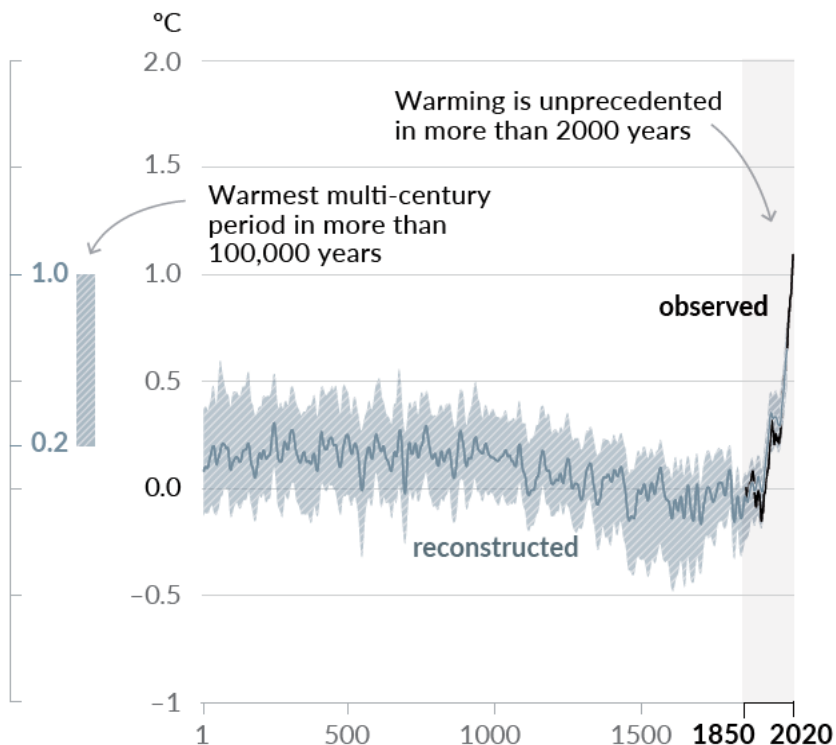
AR4 : 90% de certitude que l'influence humaine soit la principale cause du réchauffement observé

AR5 : 95%

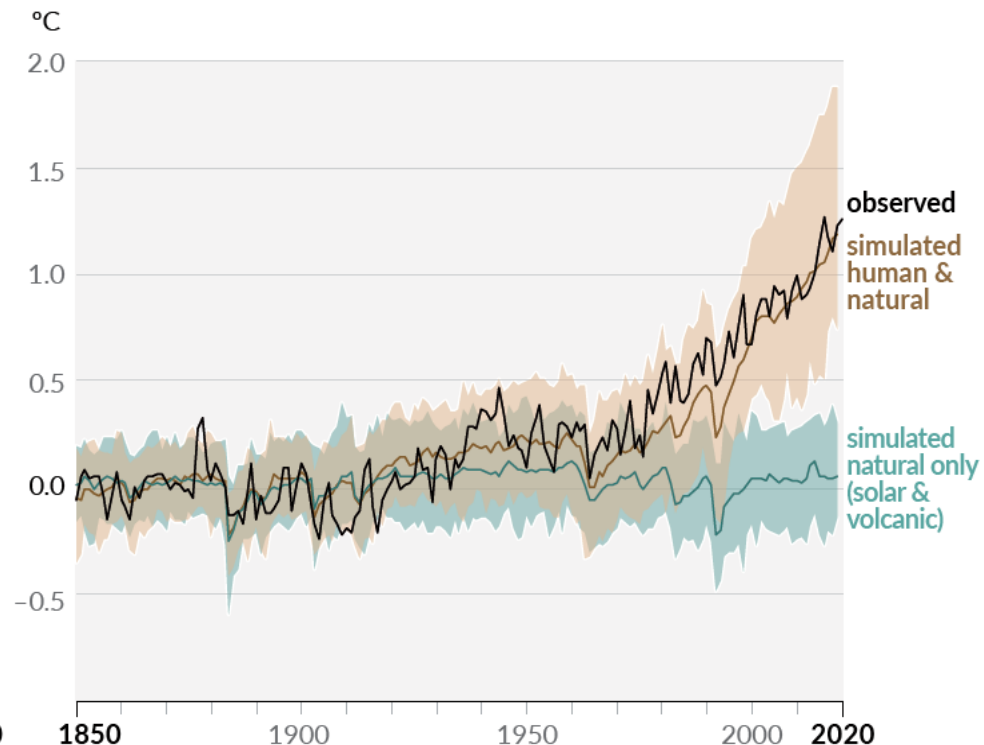
AR6 : 97%

Changes in global surface temperature relative to 1850–1900

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1–2000) and **observed** (1850–2020)



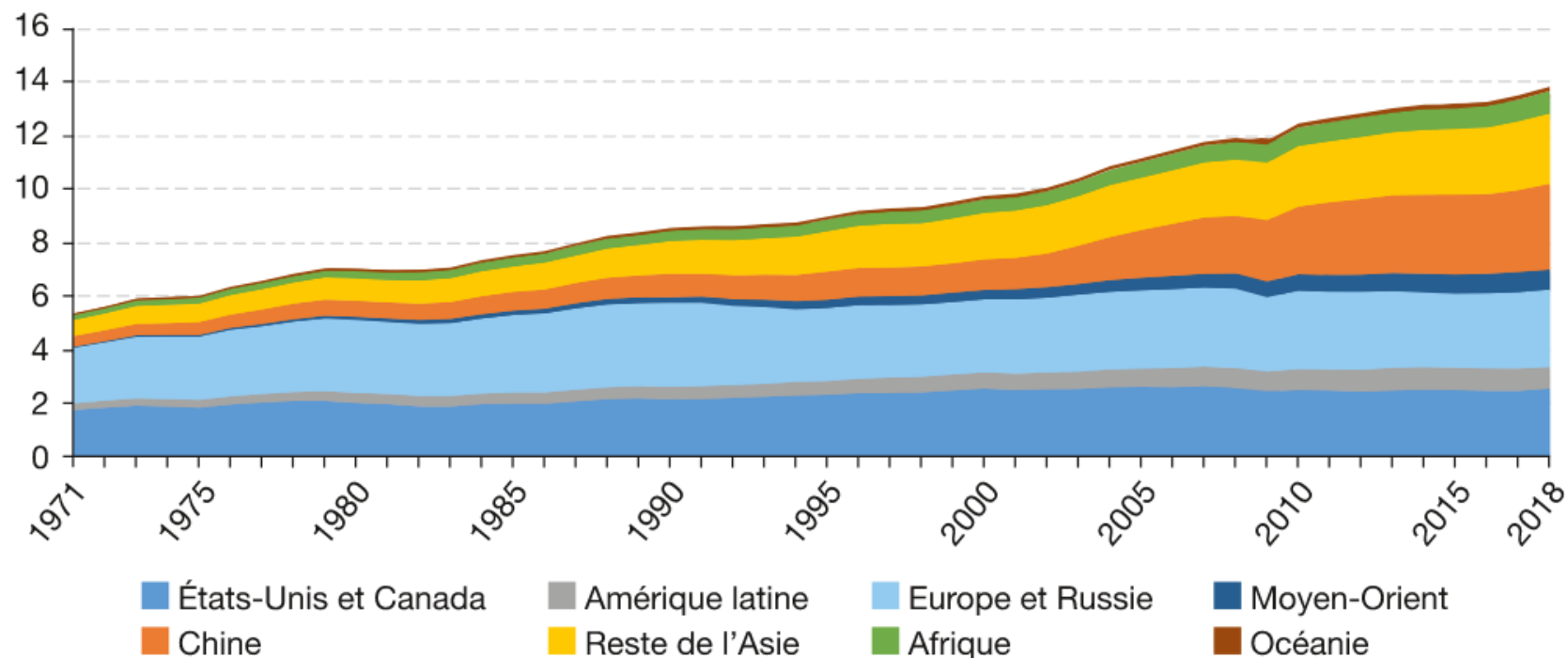
(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850–2020)



L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU CLIMAT

CONSOMMATION MONDIALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE

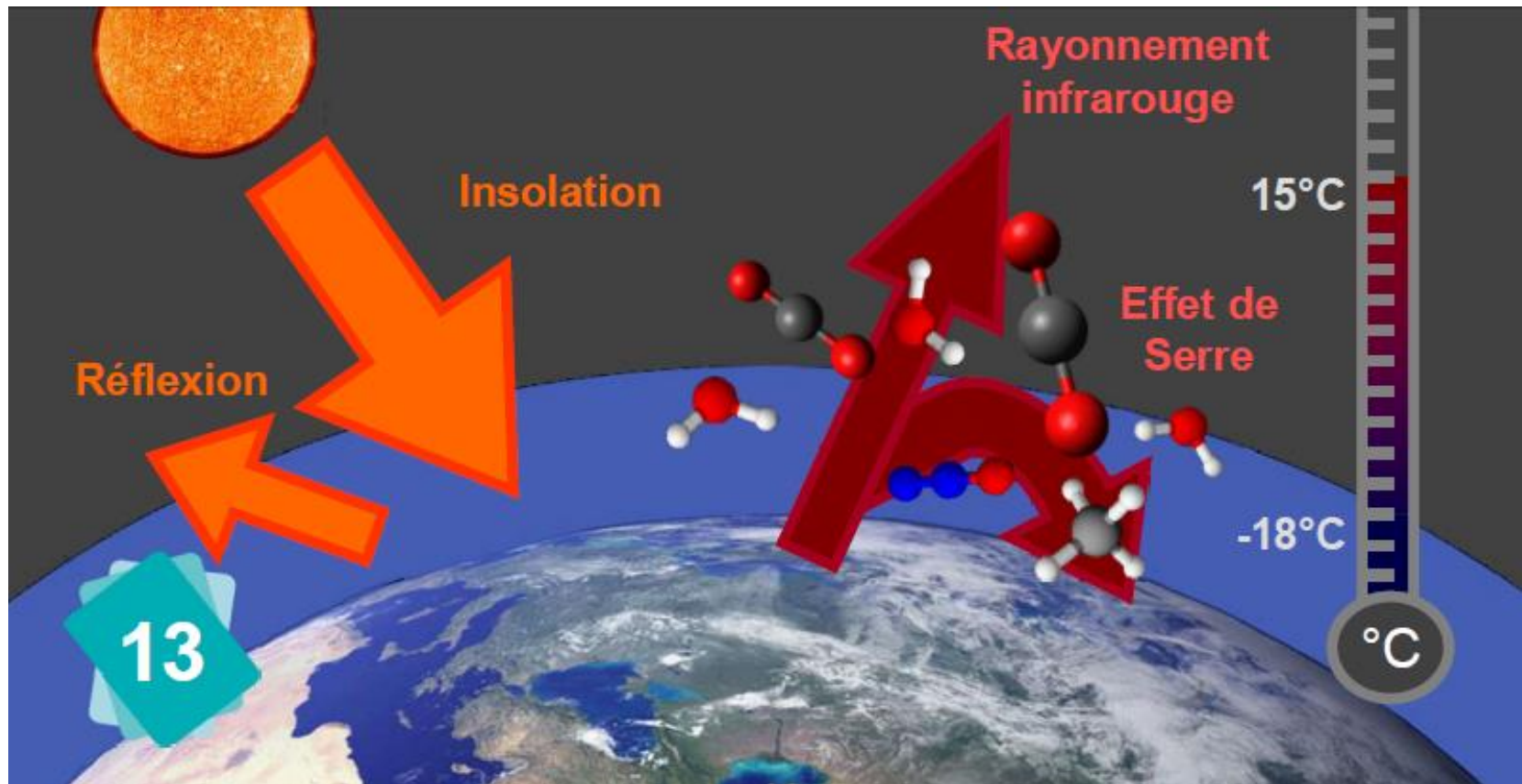
En Gtep



Source : calculs SDES, d'après les données de l'AIE

L'EFFET DE SERRE

Principe général

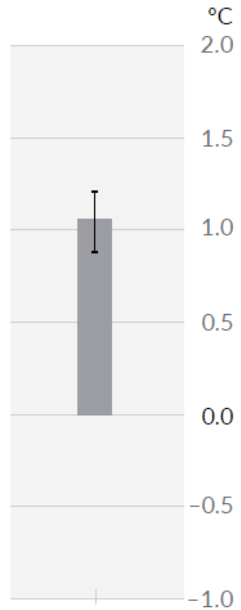


Source : Fresque du Climat

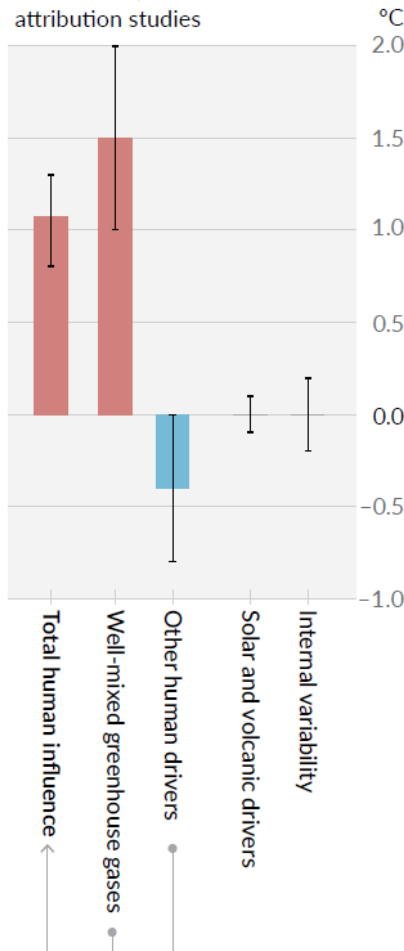
L'EFFET DE SERRE

Les différents gaz à effet de serre (GES)

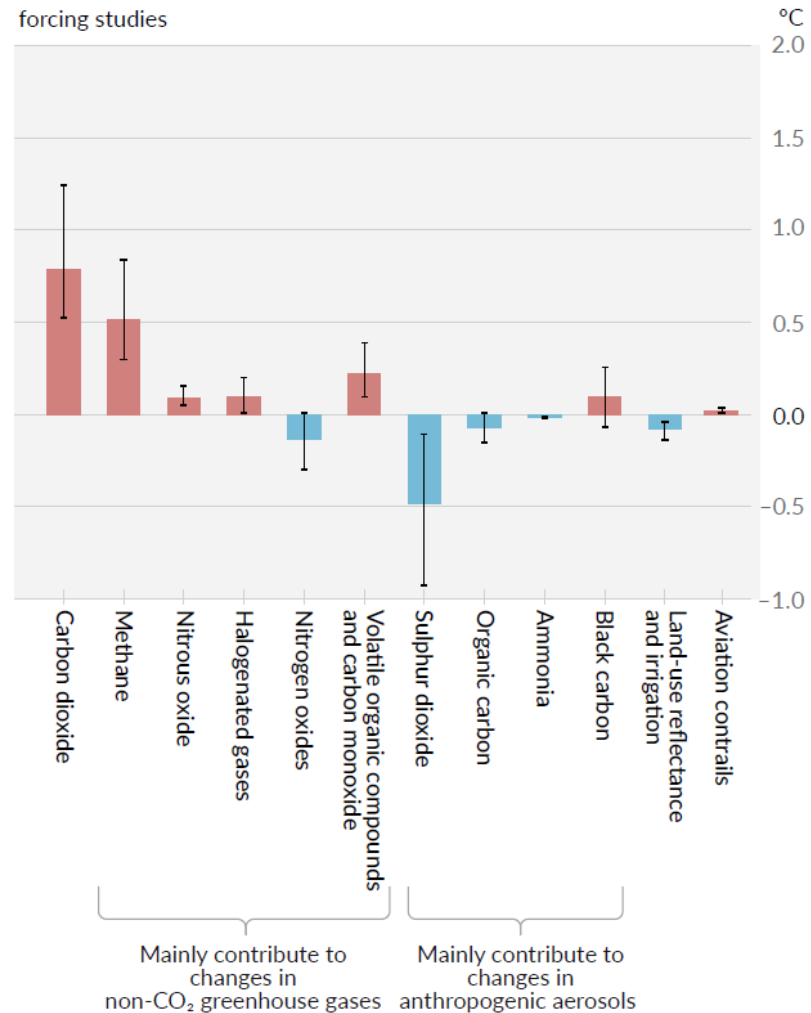
(a) Observed warming 2010–2019 relative to 1850–1900



(b) Aggregated contributions to 2010–2019 warming relative to 1850–1900, assessed from attribution studies



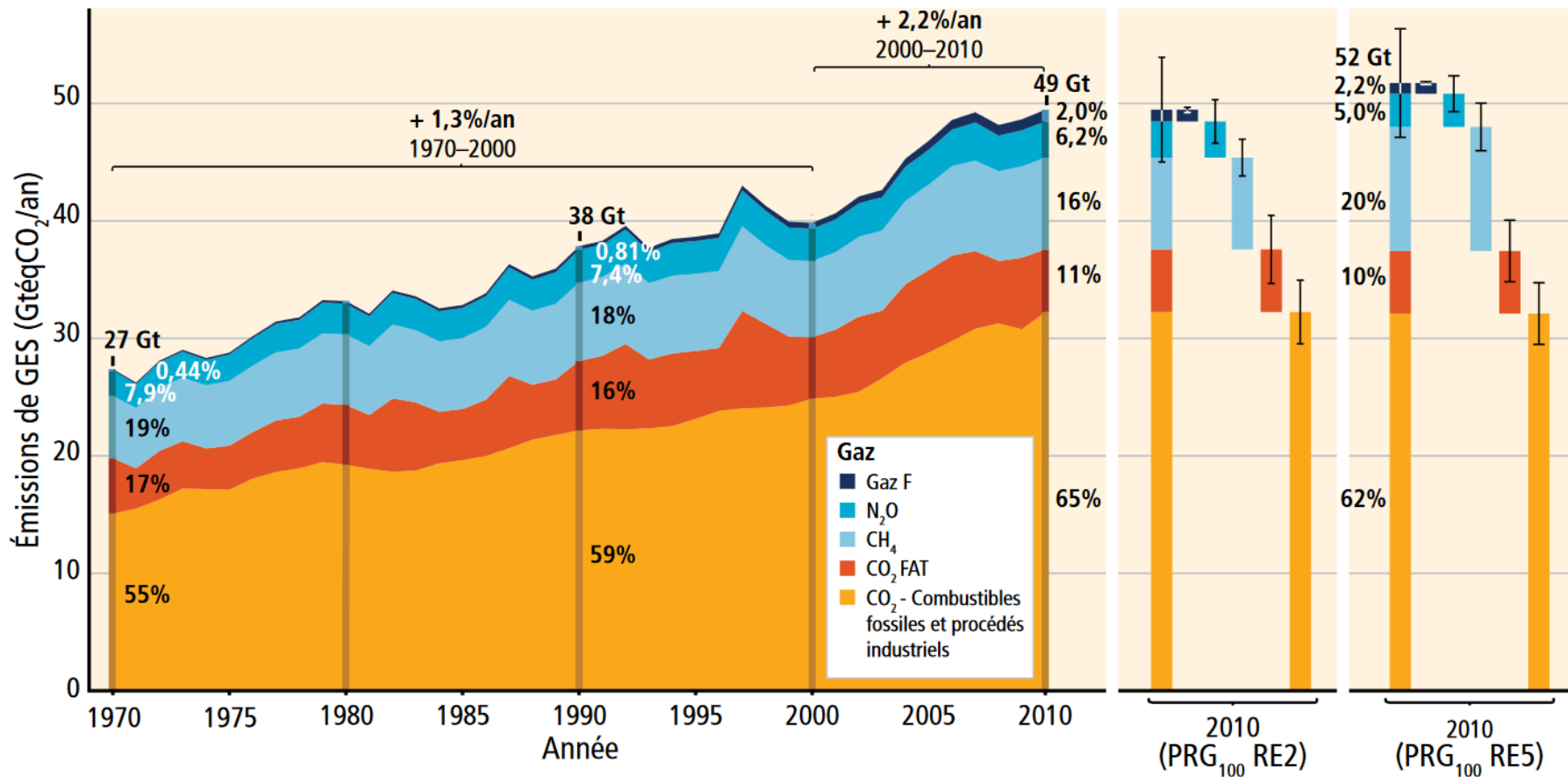
(c) Contributions to 2010–2019 warming relative to 1850–1900, assessed from radiative forcing studies



L'EFFET DE SERRE

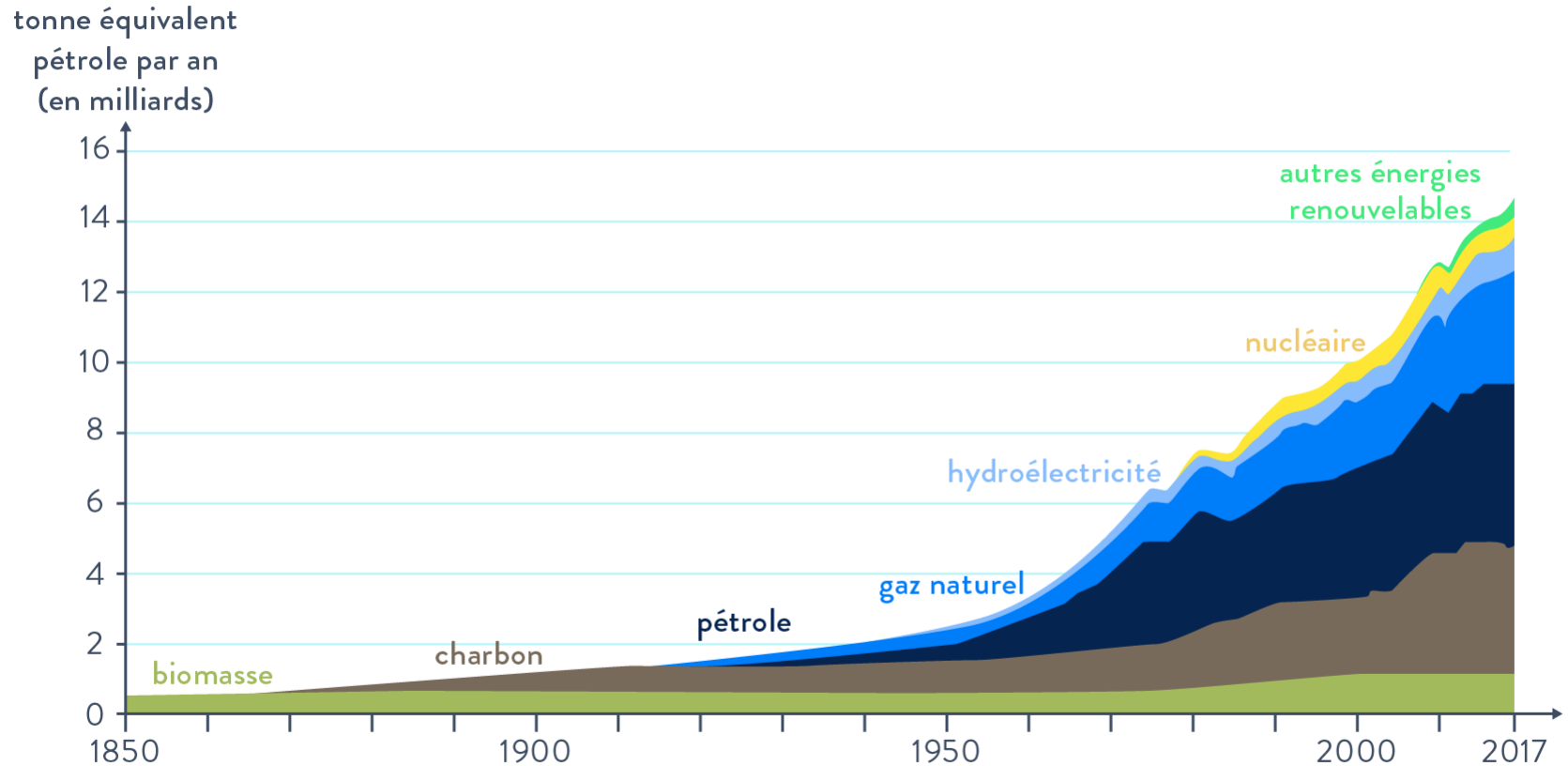
Les différents gaz à effet de serre (GES)

Total annuel des émissions anthropiques de GES par groupes de gaz entre 1970 et 2010



EVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DANS LE MONDE

Évolution de la consommation mondiale d'énergie entre 1850 et 2017

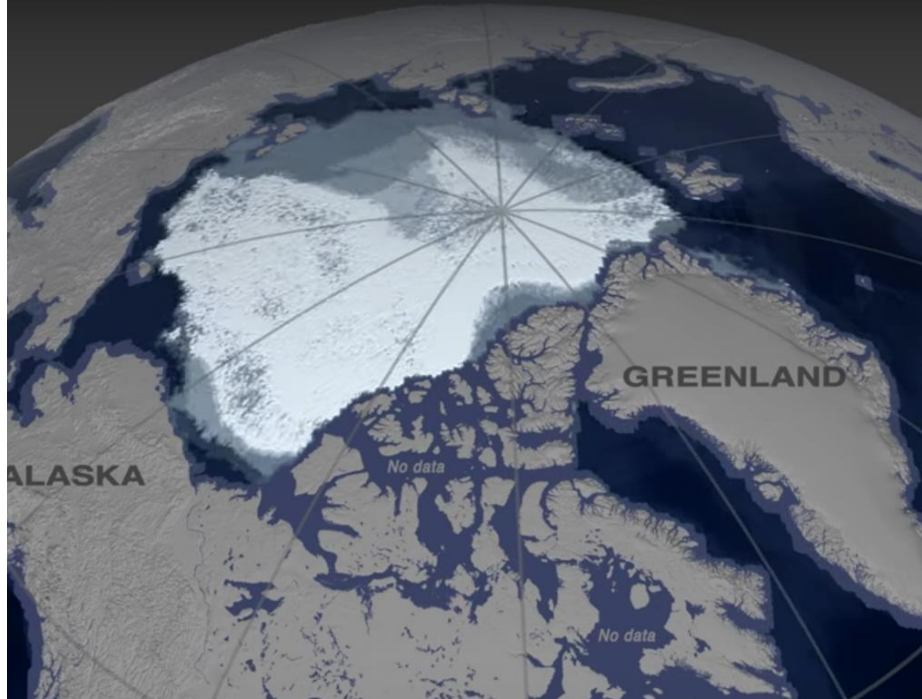


DES CONSÉQUENCES DÉJÀ BIEN VISIBLES

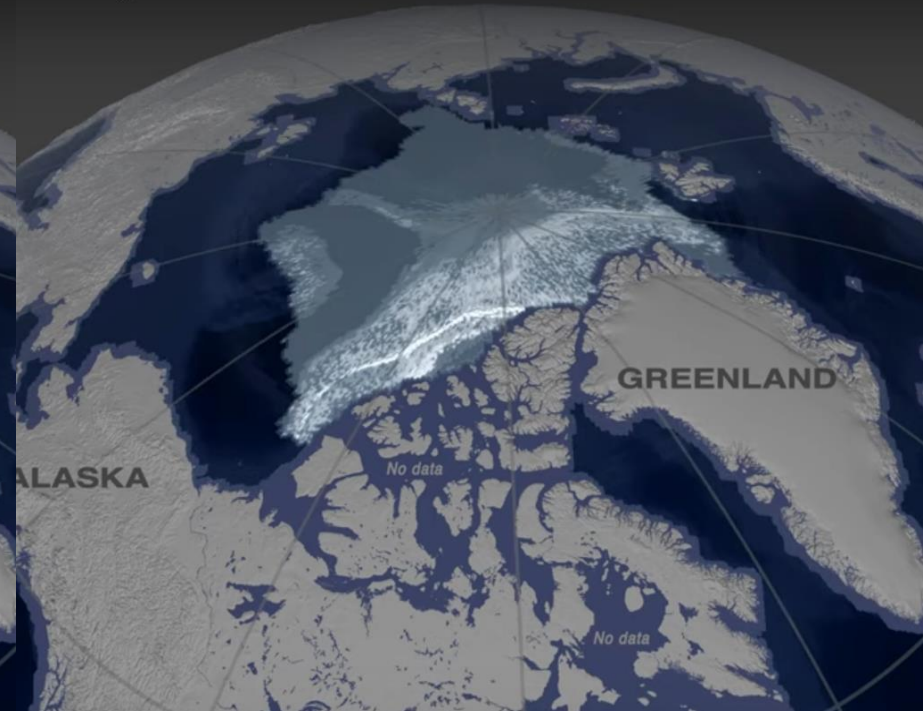
<https://www.youtube.com/watch?v=hIVXOC6a3ME>



Ice Age: 1984 - 2019



Ice Age: 1984 - 2019



DES CONSÉQUENCES DÉJÀ BIEN VISIBLES

Records de températures enregistrés lors de l'été 2021, dans l'hémisphère nord



DES CONSÉQUENCES DÉJÀ BIEN VISIBLES

Le Monde **Afrique** · CLIMAT

L'Afrique à l'épreuve d'intenses vagues de chaleur

Au Maroc, en Afrique du Sud ou au Soudan du Sud, les thermomètres s'affolent, dépassant les 40 °C. Des records qui se sont multipliés au cours des dernières semaines.

Par Laurence Caramel

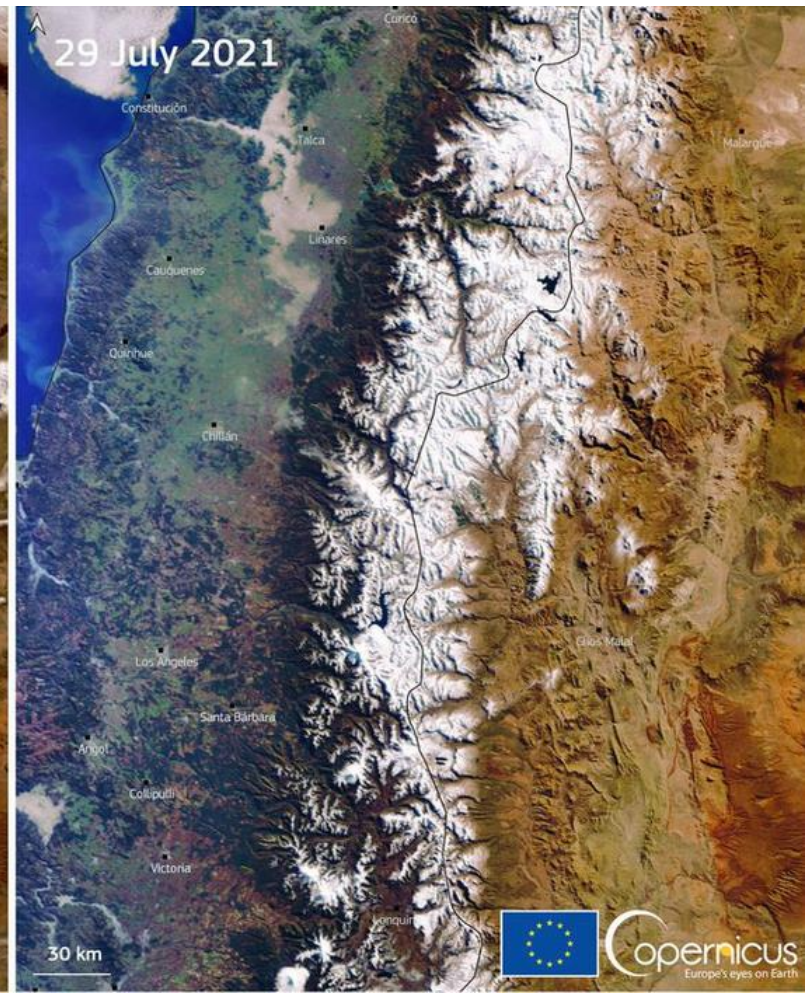
Publié le 21 mars 2024 à 13h29, modifié le 22 mars 2024 à 08h53 · 🕒 Lecture 5 min.



Un berger surveille son troupeau de moutons assis sur la terre craquelée du barrage d'al-Massira dans le village d'Ouled Essi Masseoud, à 140 kilomètres au sud de Casablanca, le 6 mars 2024. FADEL SENNA / AFP

DES CONSÉQUENCES DÉJÀ BIEN VISIBLES

Précipitations neigeuses historiquement basses dans les Andes durant l'hiver 2021



LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Zoom sur les différents scénarios du GIEC

SSP : *Shared Socio-economic Pathway* (itinéraire socio-économique)

SSPx-y:

X : Numéro du scénario

Y : Forçage radiatif projeté en 2100 (en watts par mètre carré $W.m^{-2}$)

Le forçage radiatif = différence entre la puissance radiative reçue et la puissance radiative émise par un système climatique donné, comme le système Terre.

Forçage radiatif positif => réchauffement

- SSP1 : Soutenabilité (*Taking the Green Road*)
- SSP2 : La moitié du chemin
- SSP3 : La voie des rivalités régionales (*A Rocky Road*)
- SSP4 : Inégalité (*A Road divided*)
- SSP5 : Le développement basé sur les énergies fossiles (*Taking the Highway*)

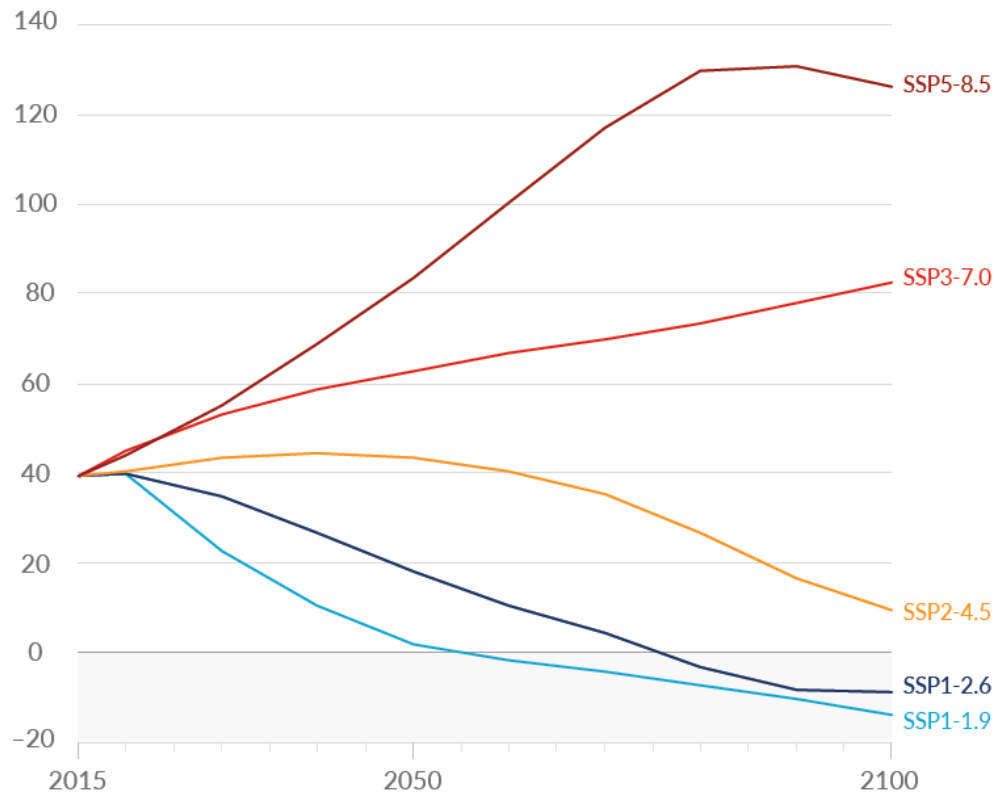
LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Les différents scénarios du
GIEC

SSP : Shared Socio-economic Pathway

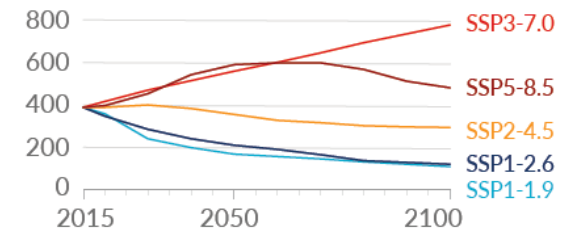
(a) Future annual emissions of CO₂ (left) and of a subset of key non-CO₂ drivers (right), across five illustrative scenarios

Carbon dioxide (GtCO₂/yr)

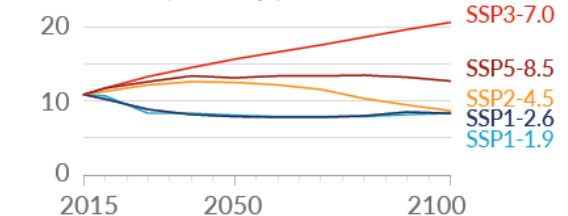


Selected contributors to non-CO₂ GHGs

Methane (MtCH₄/yr)

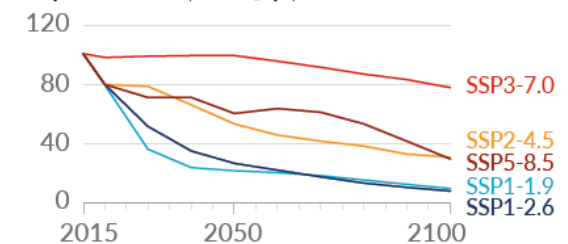


Nitrous oxide (MtN₂O/yr)



One air pollutant and contributor to aerosols

Sulphur dioxide (MtSO₂/yr)



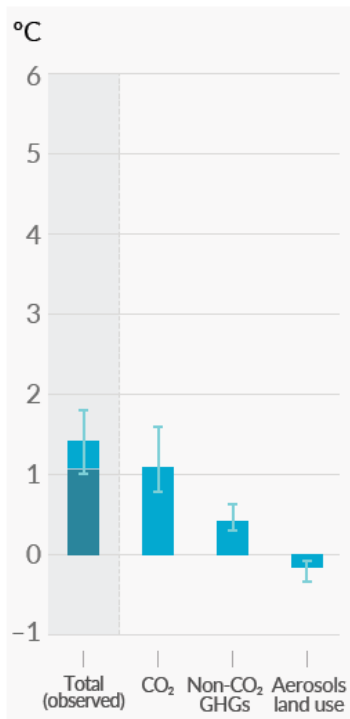
LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Les différents scénarios du GIEC

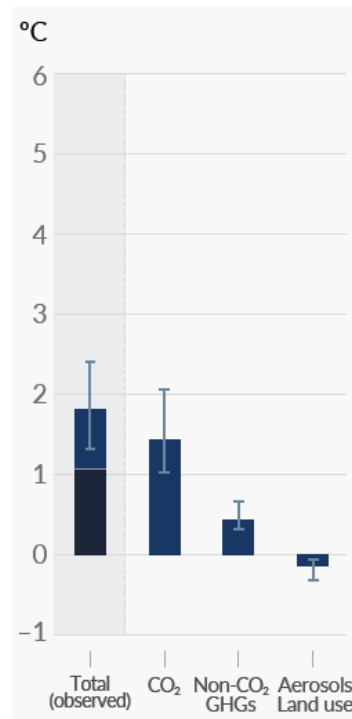
(b) Contribution to global surface temperature increase from different emissions, with a dominant role of CO₂ emissions

Change in global surface temperature in 2081–2100 relative to 1850–1900 (°C)

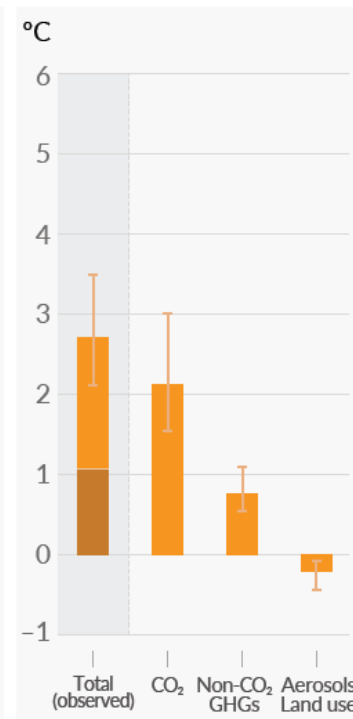
SSP1-1.9



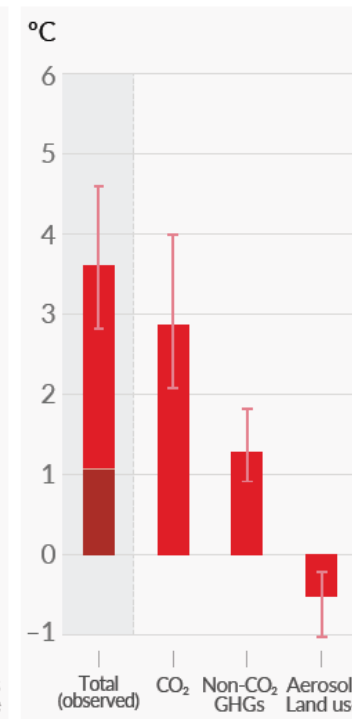
SSP1-2.6



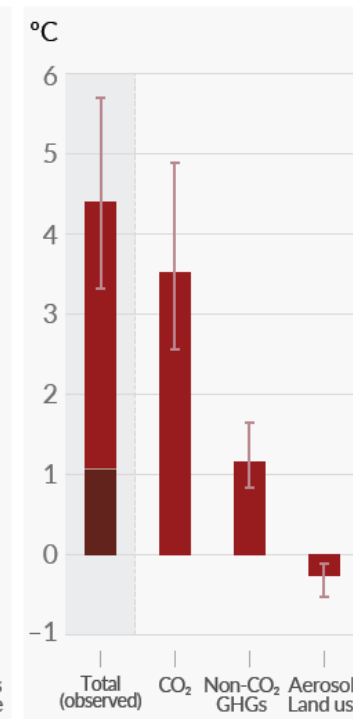
SSP2-4.5



SSP3-7.0



SSP5-8.5

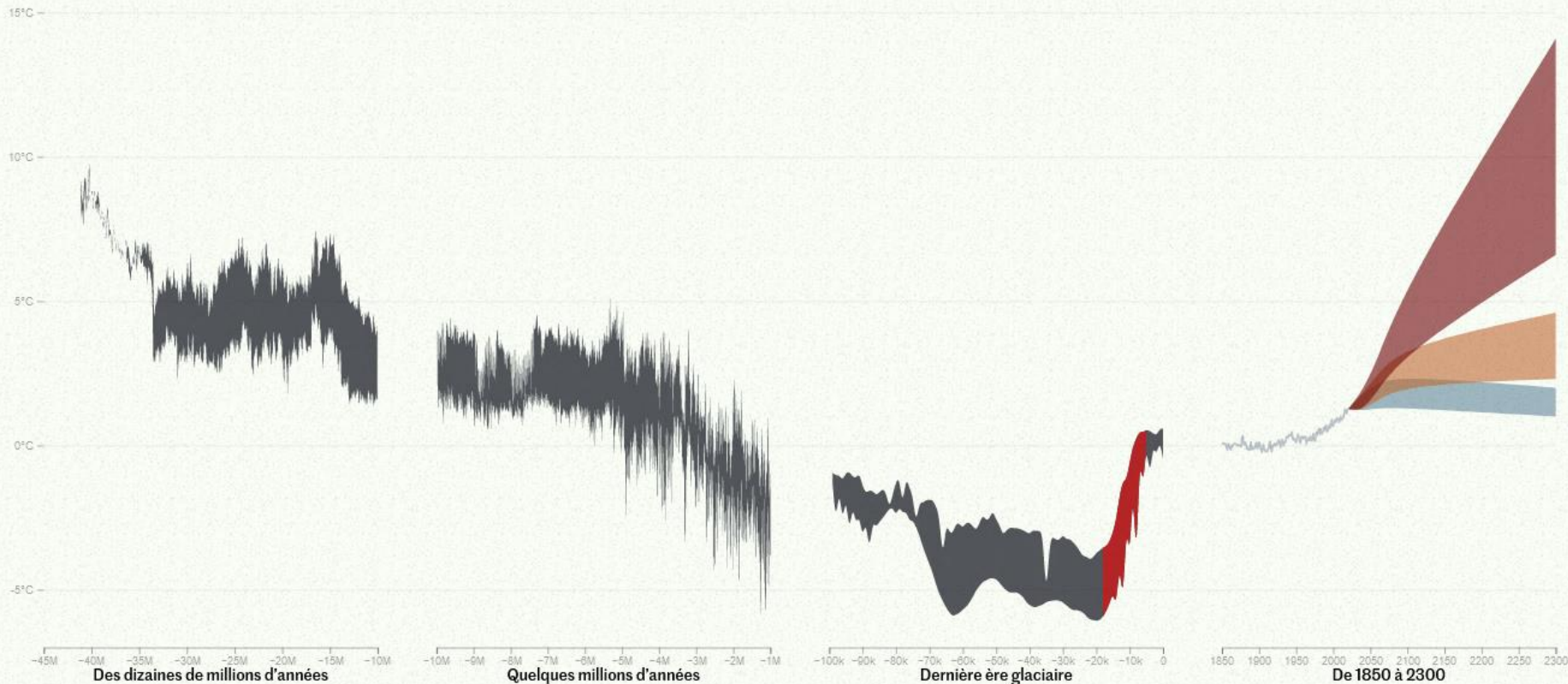


LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Les différents scénarios du GIEC

1, 2, 4 ou 5°C, cela peut paraître peu...

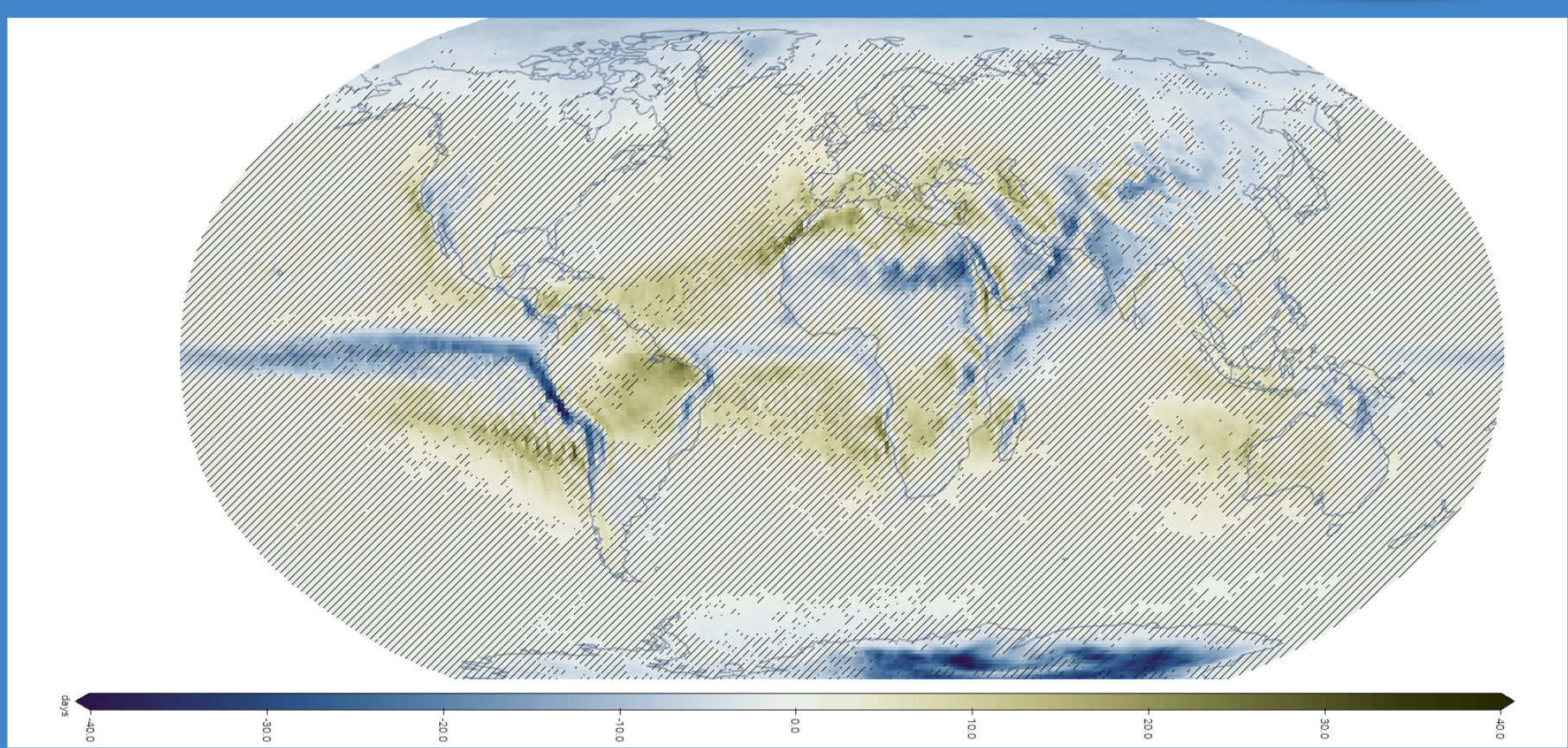
Ecart de température avec la période 1850-1900 de **40 millions d'années à 2300**



LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Nombre de jours consécutifs sans pluie

SSP1-2.6



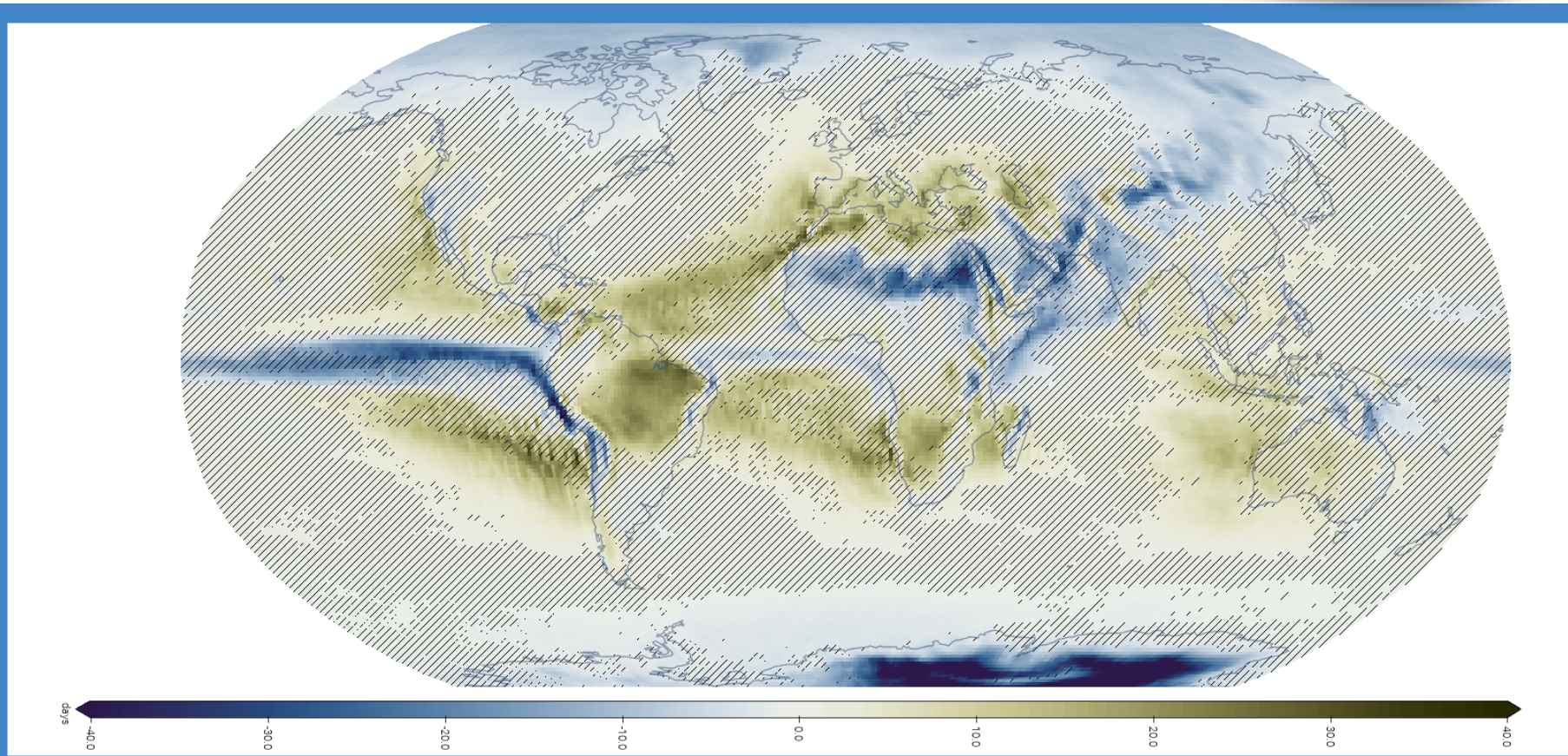
Consecutive Dry Days (CDD) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP1-2.6) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (30 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Nombre de jours consécutifs sans pluie

SSP2-4.5



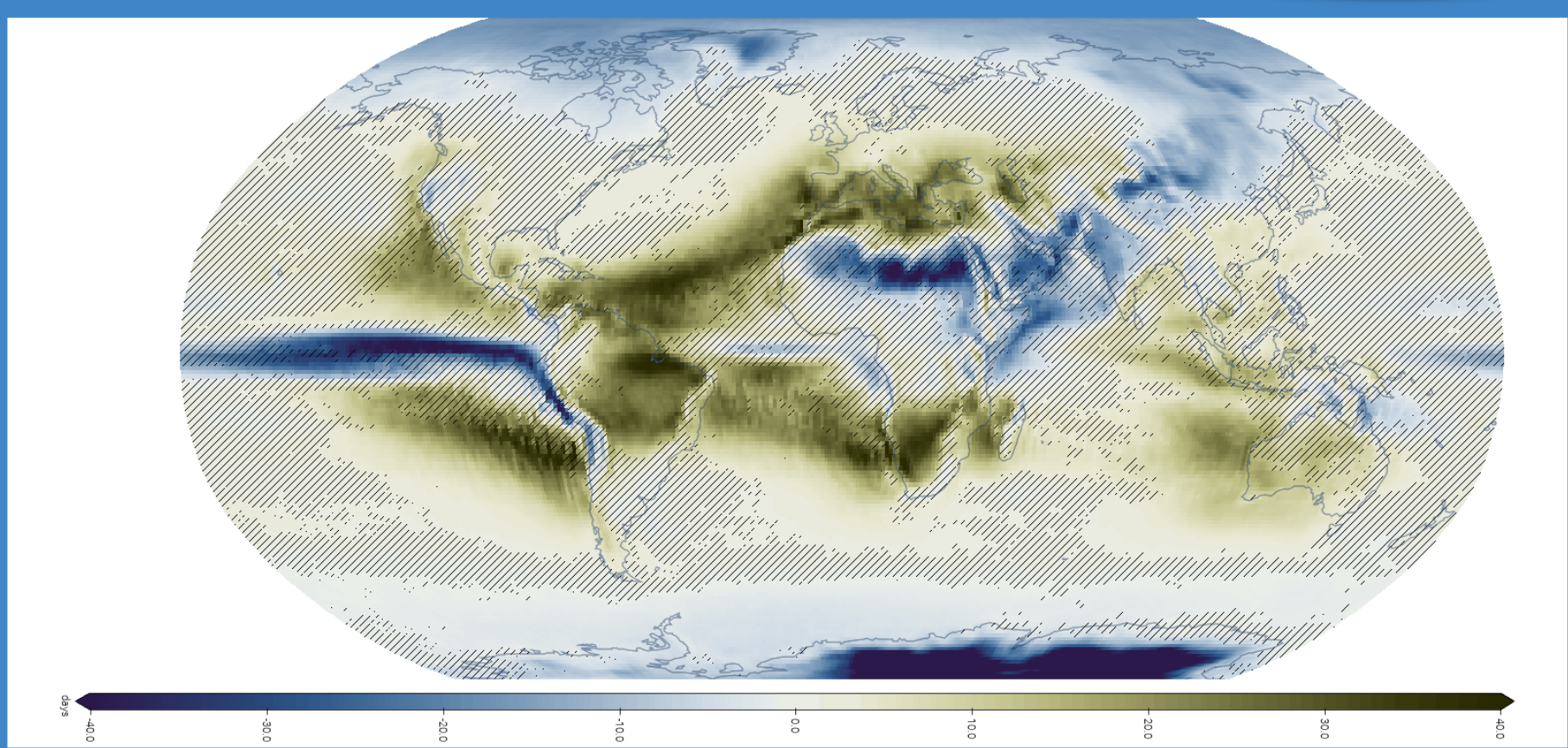
Consecutive Dry Days (CDD) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP2-4.5) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (31 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Nombre de jours consécutifs sans pluie

SSP5-8.5



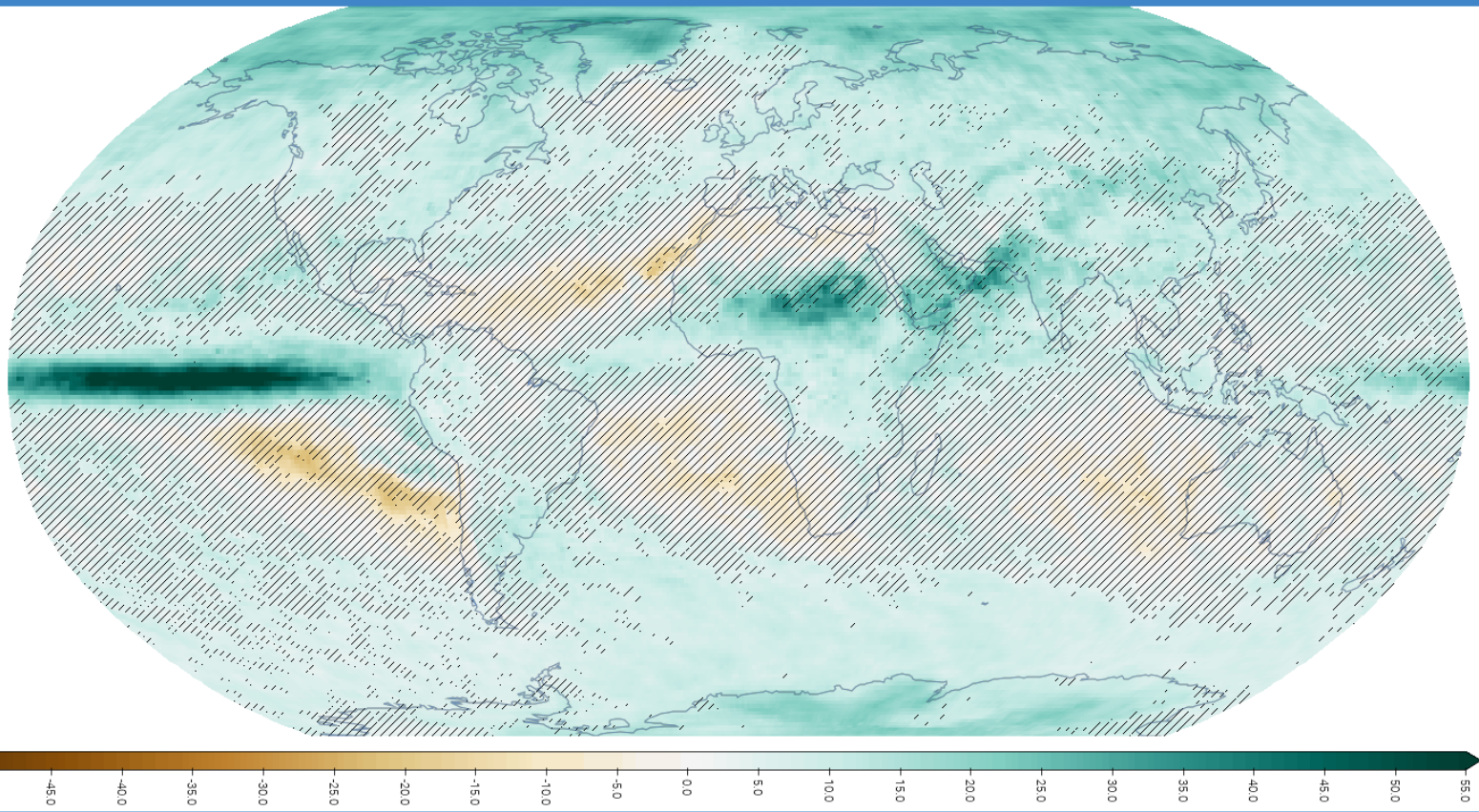
Consecutive Dry Days (CDD) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP5-8.5) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (32 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Changement (en %) du maximum de précipitations sur 5 jours

SSP1-2.6



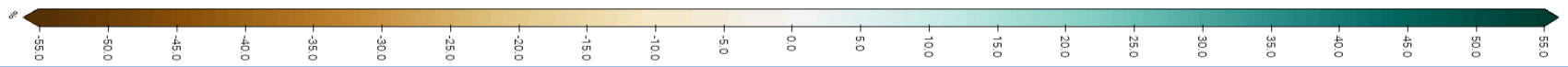
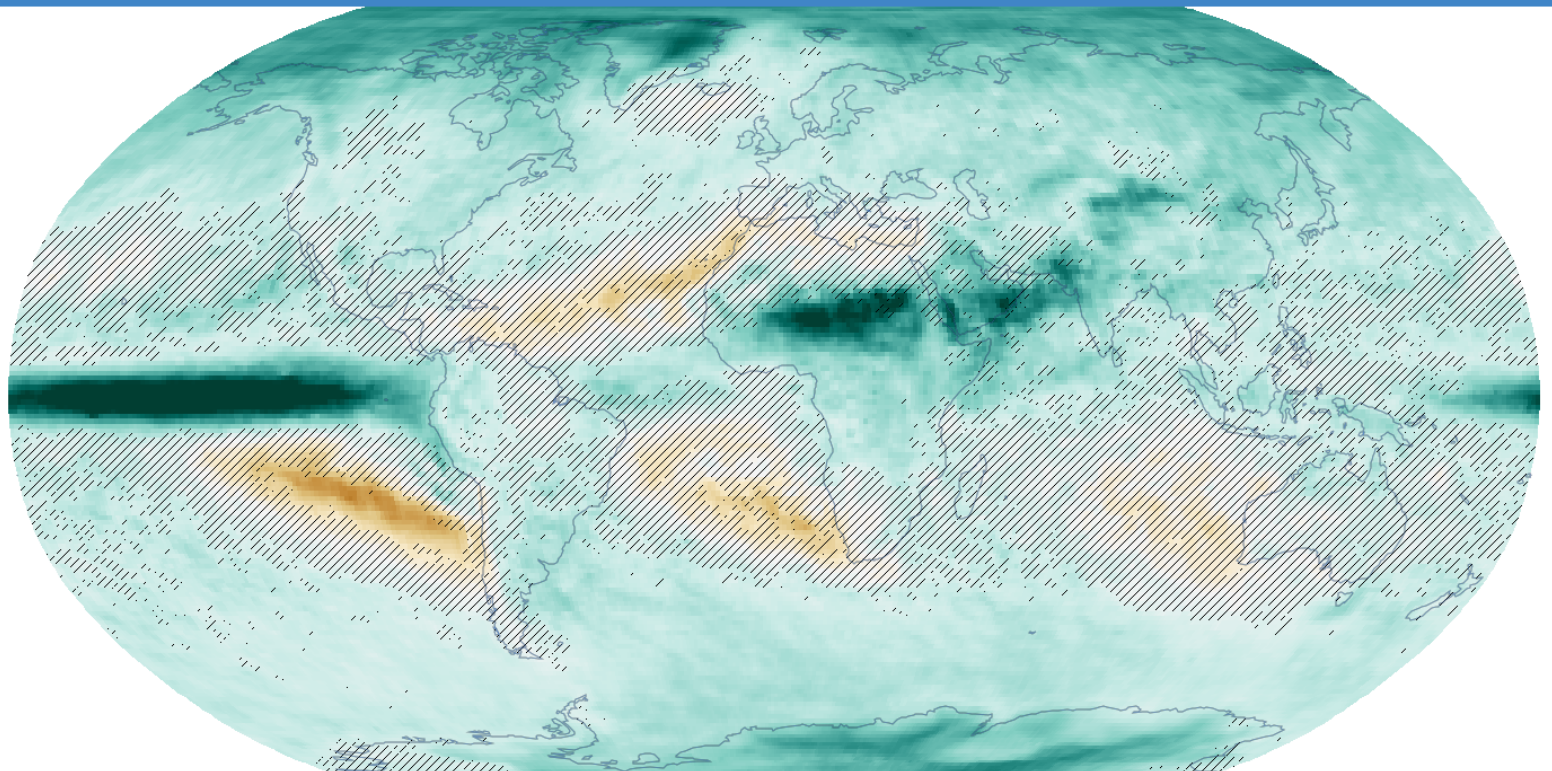
Maximum 5-day precipitation (RX5day) - Change (%)
Long Term (2081-2100) (SSP1-2.6) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (31 models)

□ High agreement
▨ Low agreement



LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Changement (en %) du maximum de précipitations sur 5 jours

SSP2-4.5



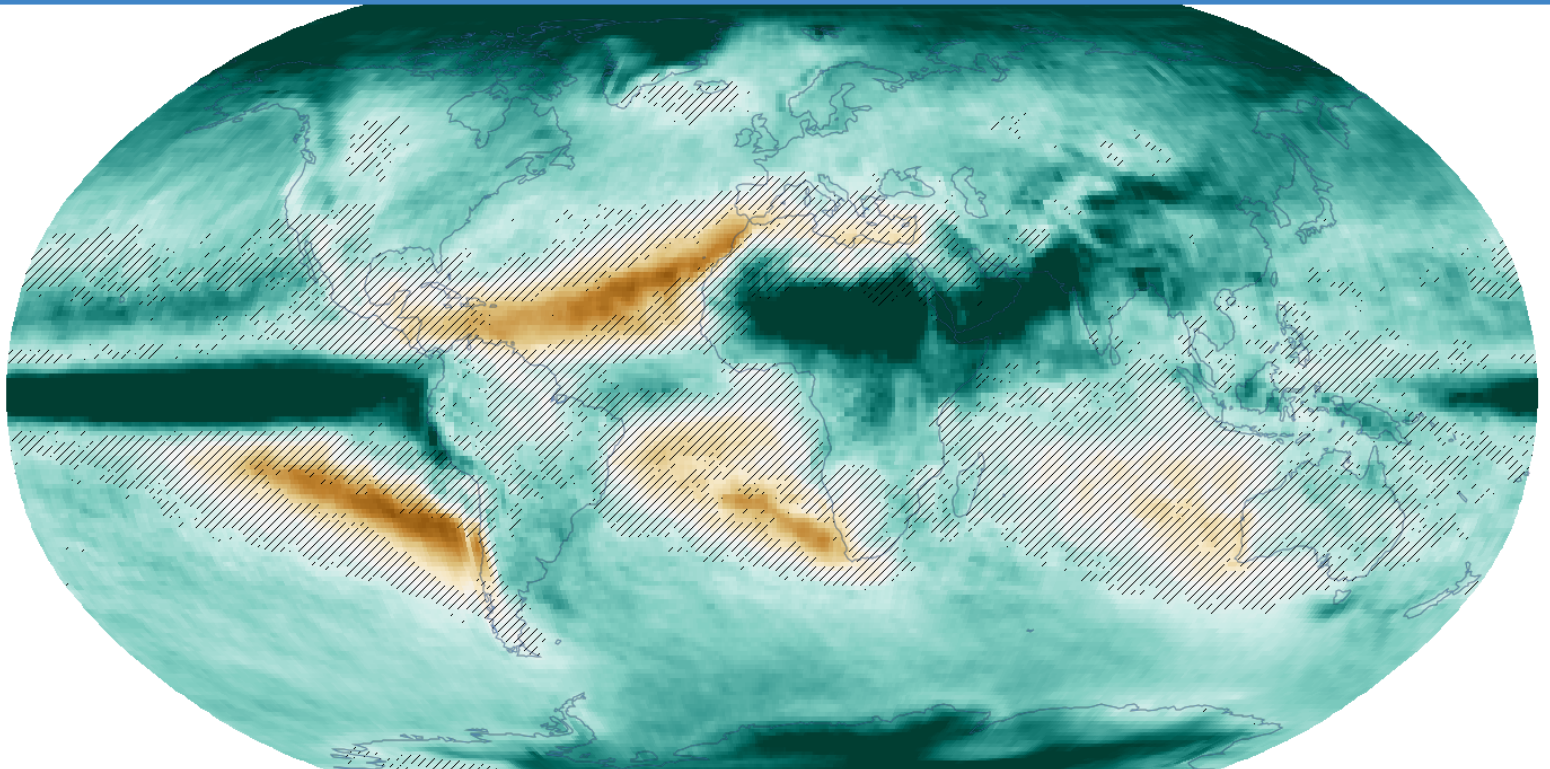
Maximum 5-day precipitation (RX5day) - Change (%)
Long Term (2081-2100) (SSP2-4.5) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (32 models)

 High agreement
 Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

SSP5-8.5

Changement (en %) du maximum de précipitations sur 5 jours



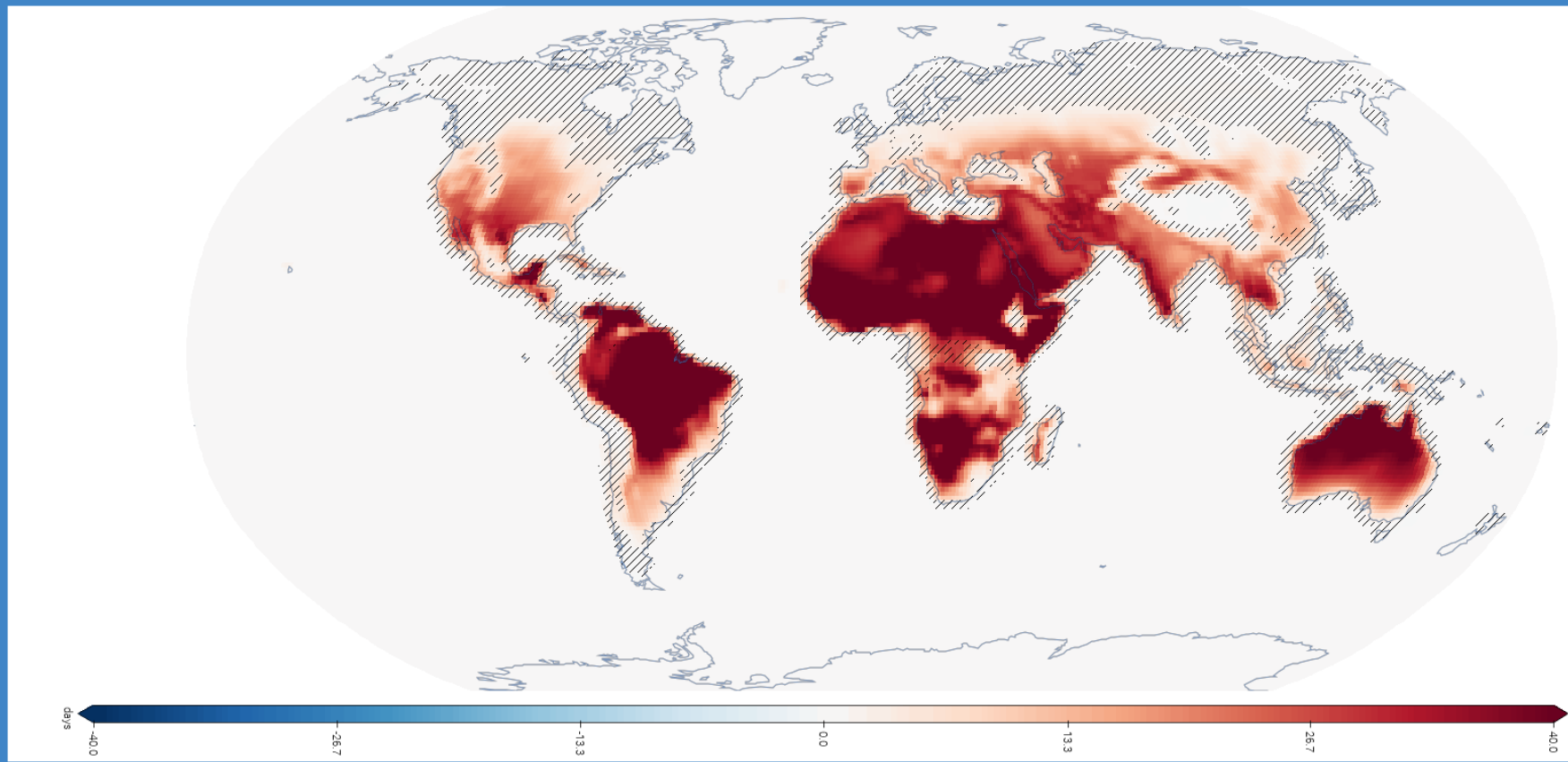
Maximum 5-day precipitation (RX5day) - Change (%)
Long Term (2081-2100) (SSP5-8.5) (rel. to 1961-1990)
CMIP6 - Annual (33 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

SSP1-2.6

Nombre de jours au-dessus
de 35°C



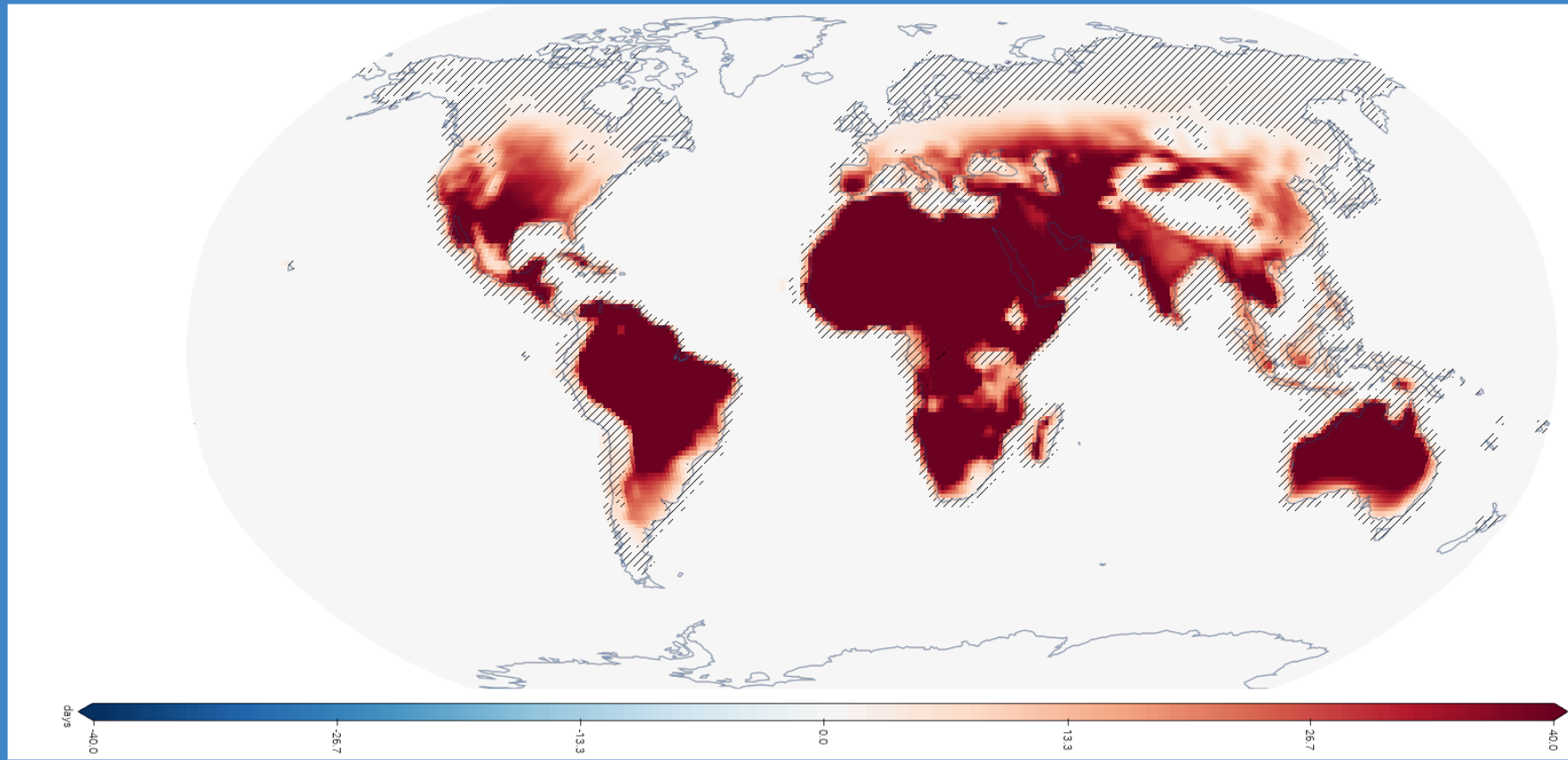
Days with TX above 35°C (TX35) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP1-2.6) (rel. to 1850-1900)
CMIP6 - Annual (26 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Nombre de jours au-dessus
de 35°C

SSP2-4.5



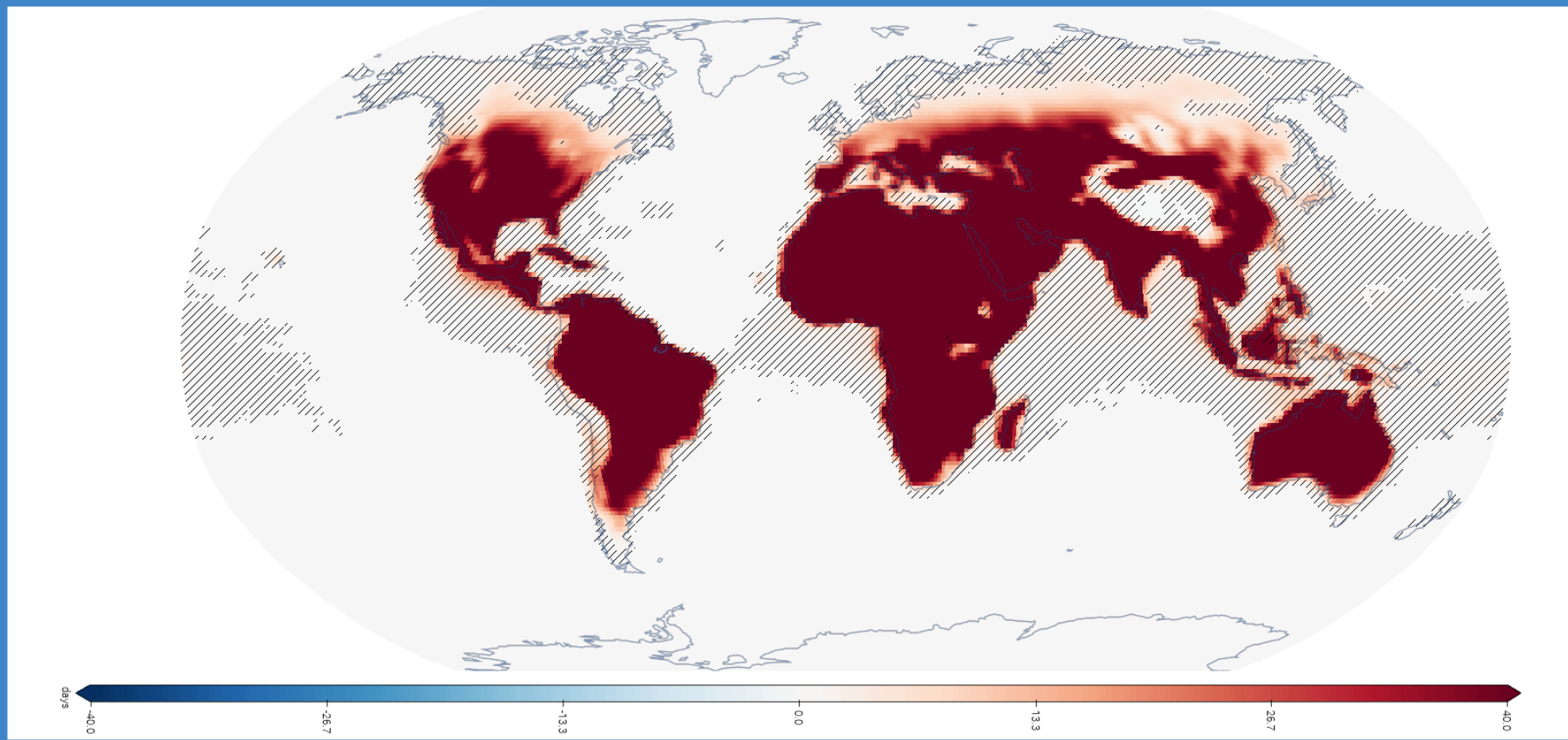
Days with TX above 35°C (TX35) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP2-4.5) (rel. to 1850-1900)
CMIP6 - Annual (27 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

SSP5-8.5

Nombre de jours au-dessus
de 35°C



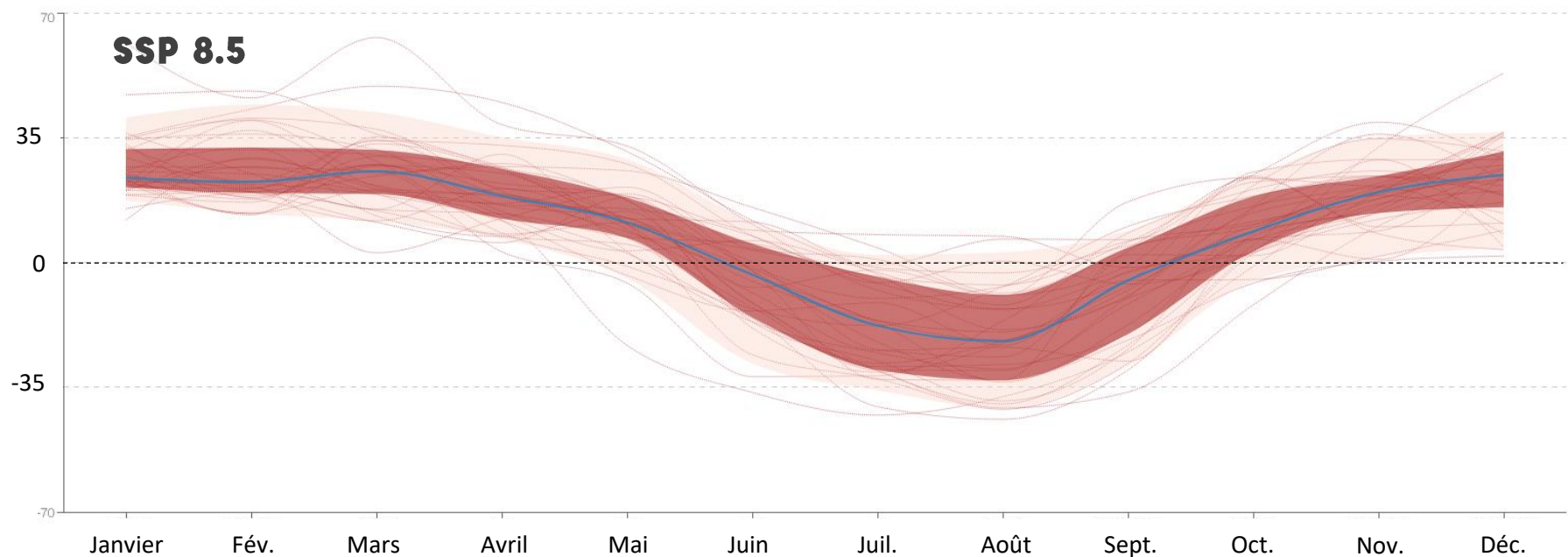
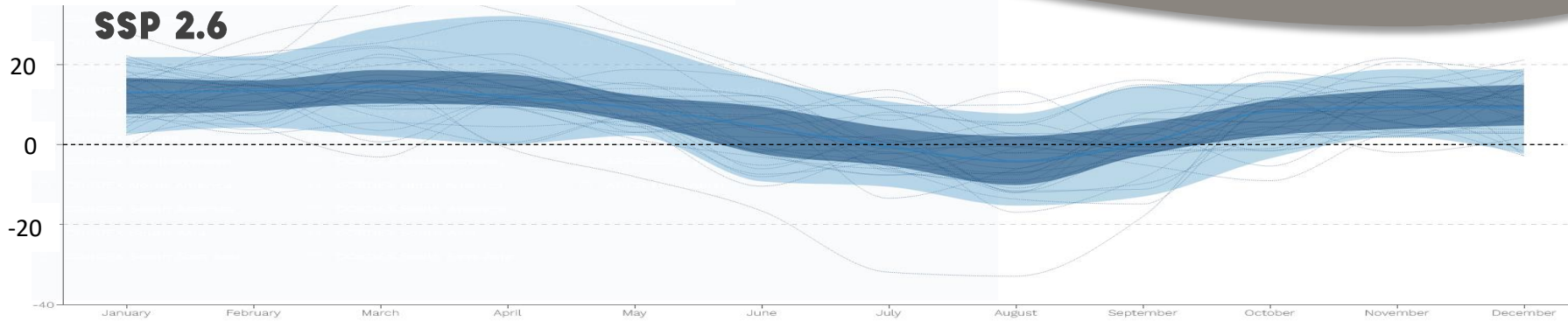
Days with TX above 35°C (TX35) - Change (days)
Long Term (2081-2100) (SSP5-8.5) (rel. to 1850-1900)
CMIP6 - Annual (27 models)

□ High agreement
▨ Low agreement

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Changement en %, entre la période 2081-2100 et la période 1961-1990

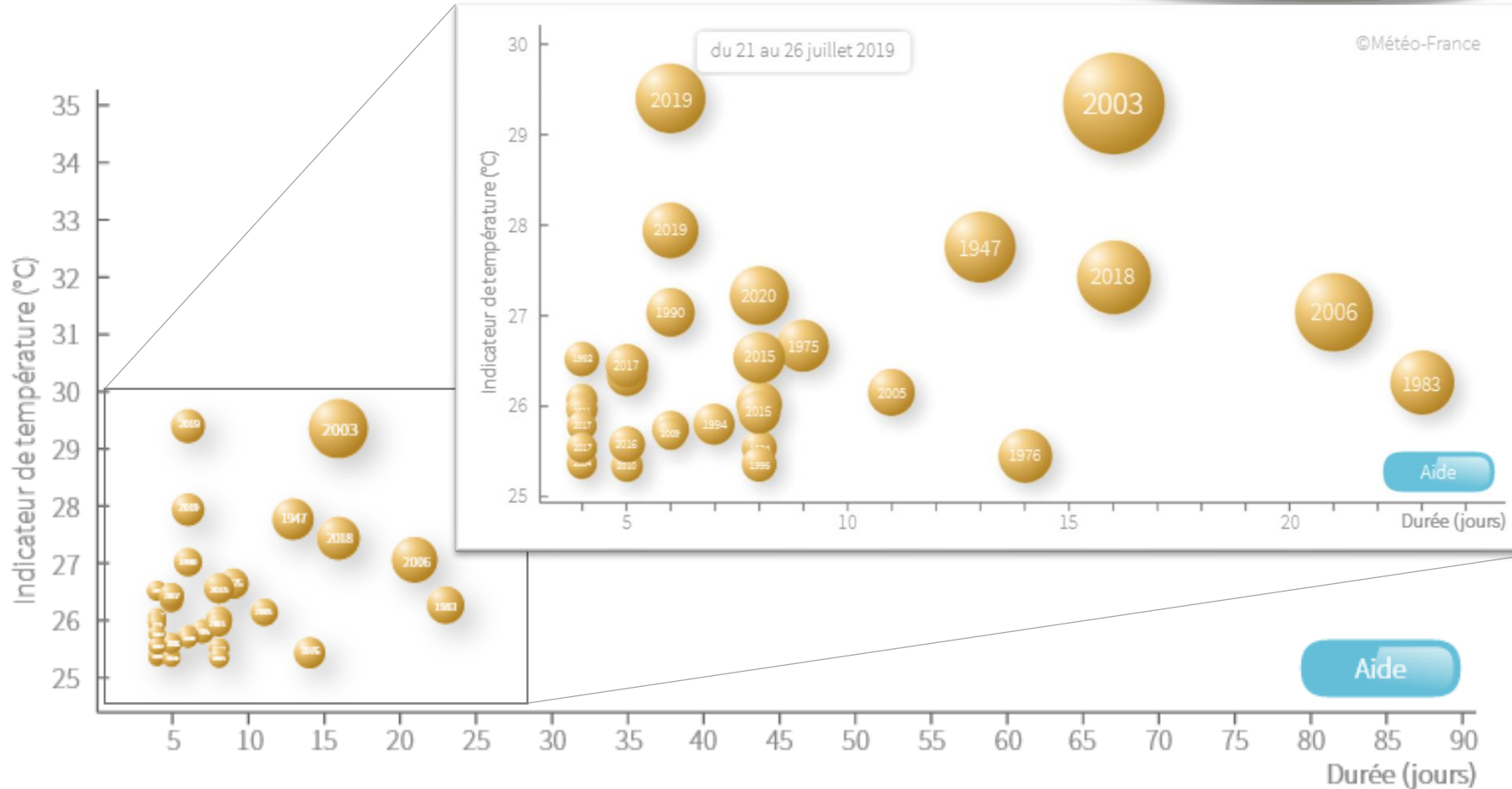
Maximum de précipitations sur 5 jours



LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Vagues de chaleur

Sur la période 1973-2020



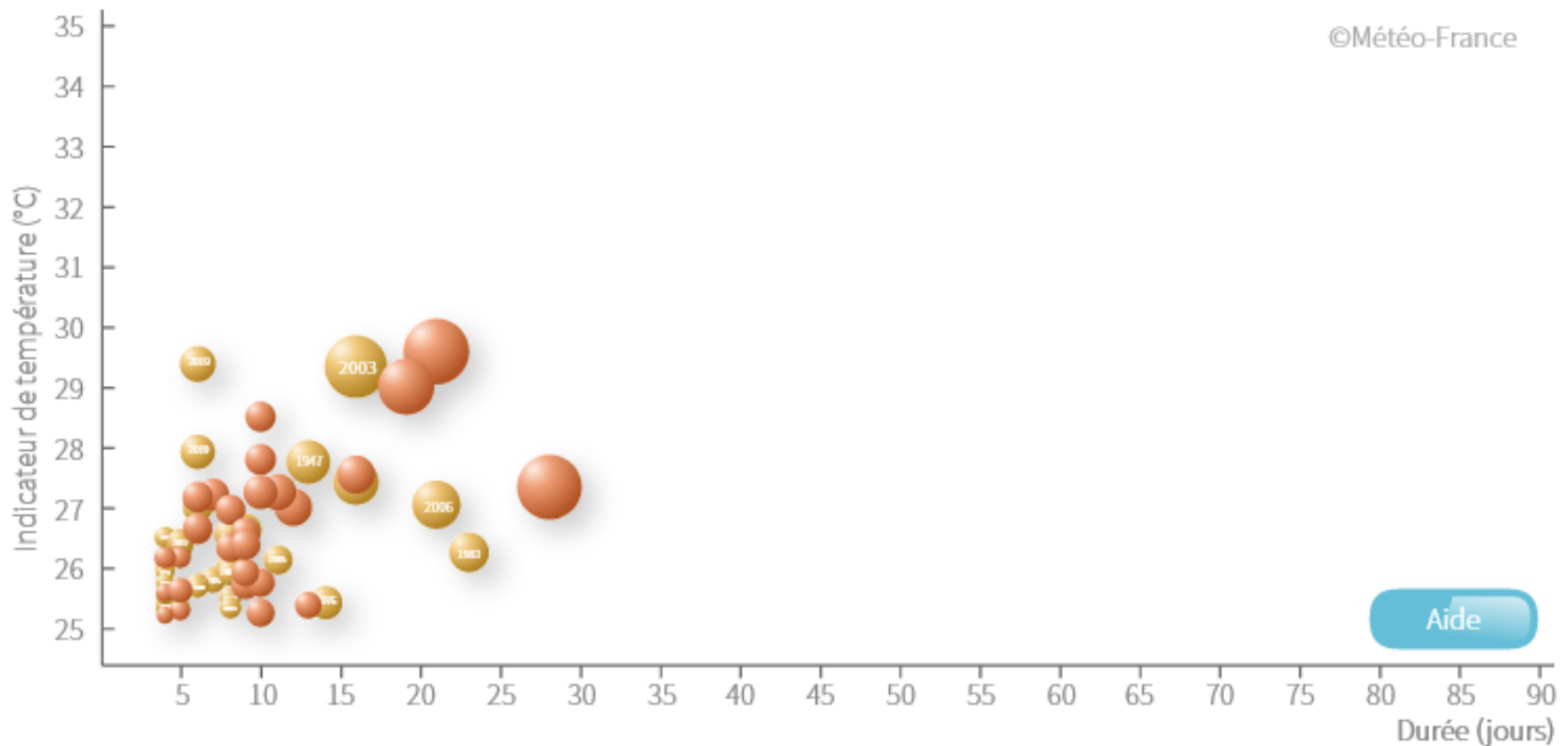
Source

Climat HD (Météo France)

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Vagues de chaleur

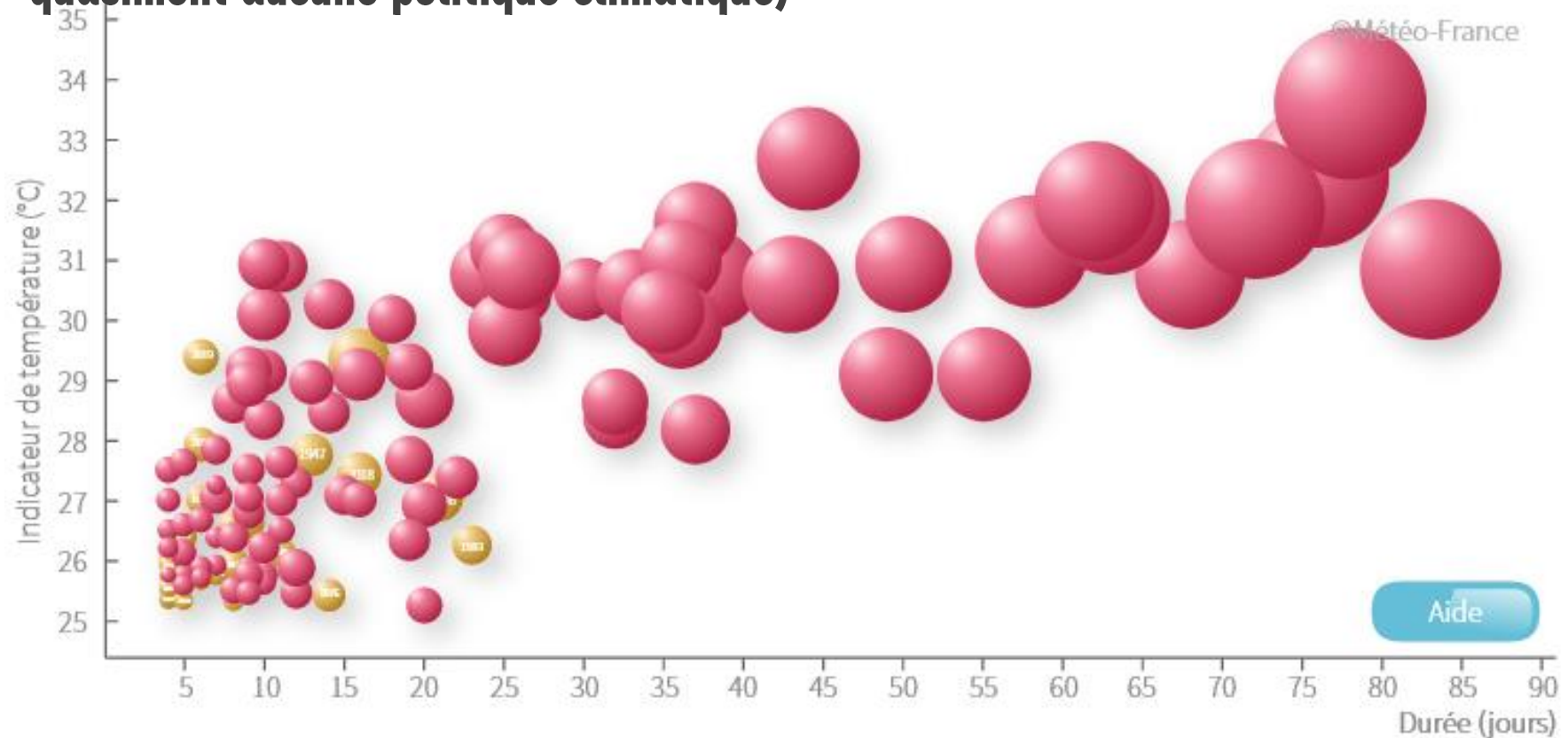
Episodes prédits en 2071-2100 dans le scénario 2.6



LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

Vagues de chaleur

Episodes prédits en 2071-2100 dans le scénario 8.5 (trajectoire actuelle, avec quasiment aucune politique climatique)

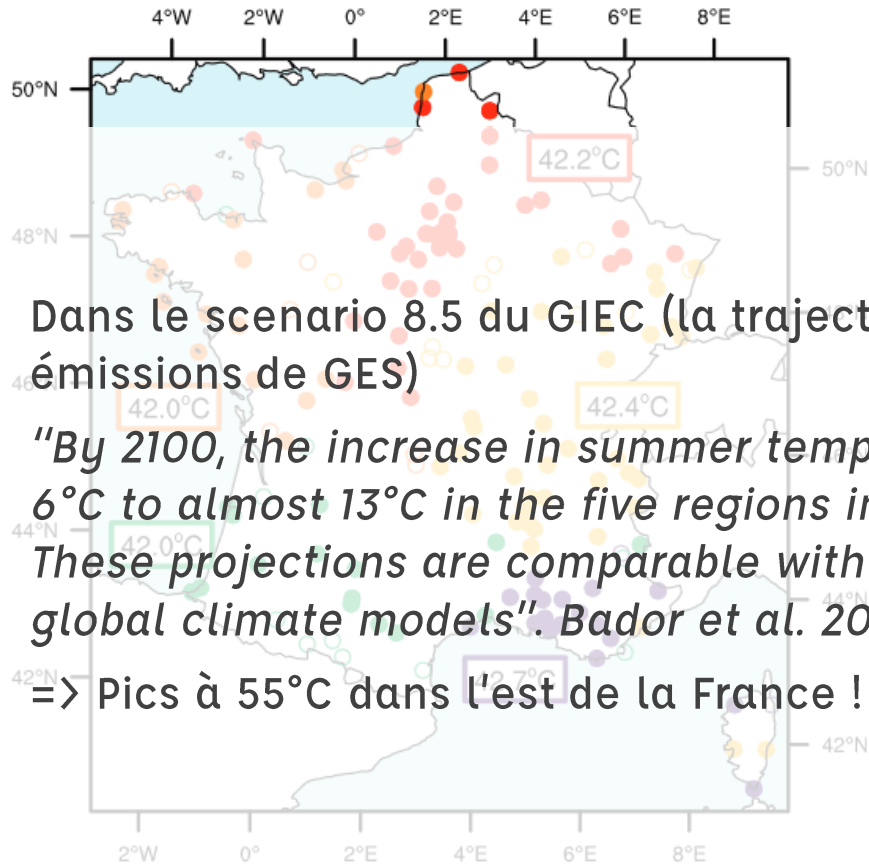


Source

Climat HD (Météo France)

LES PROJECTIONS CLIMATIQUES

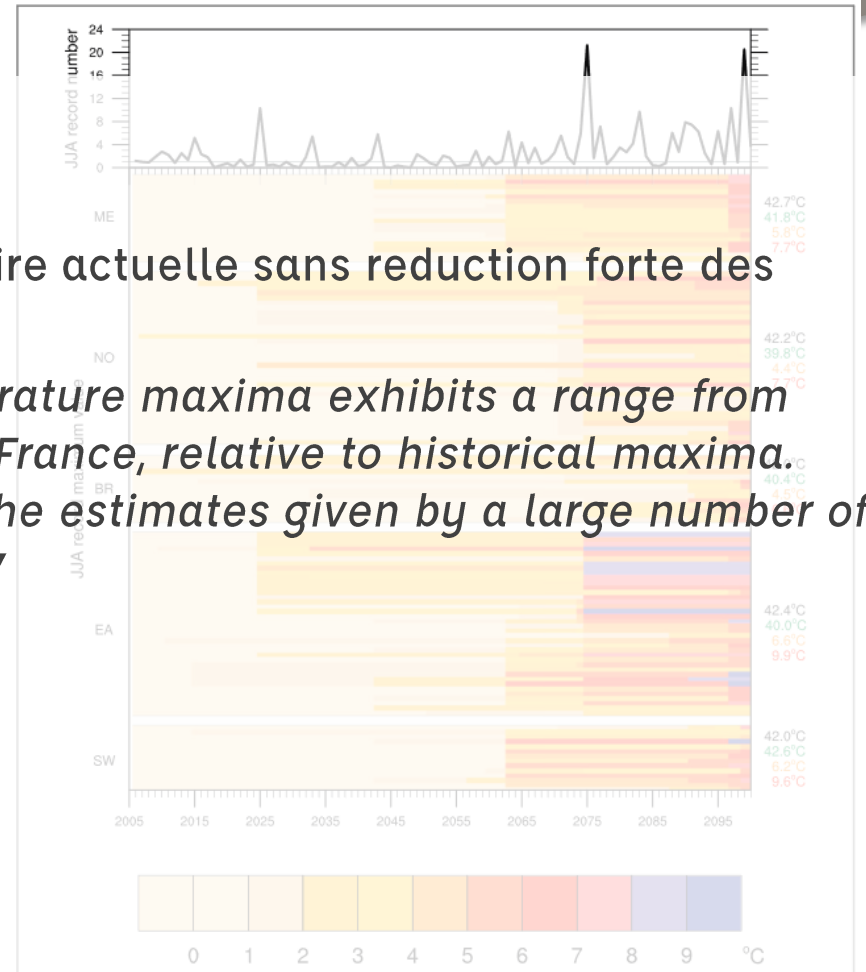
Vagues de chaleur



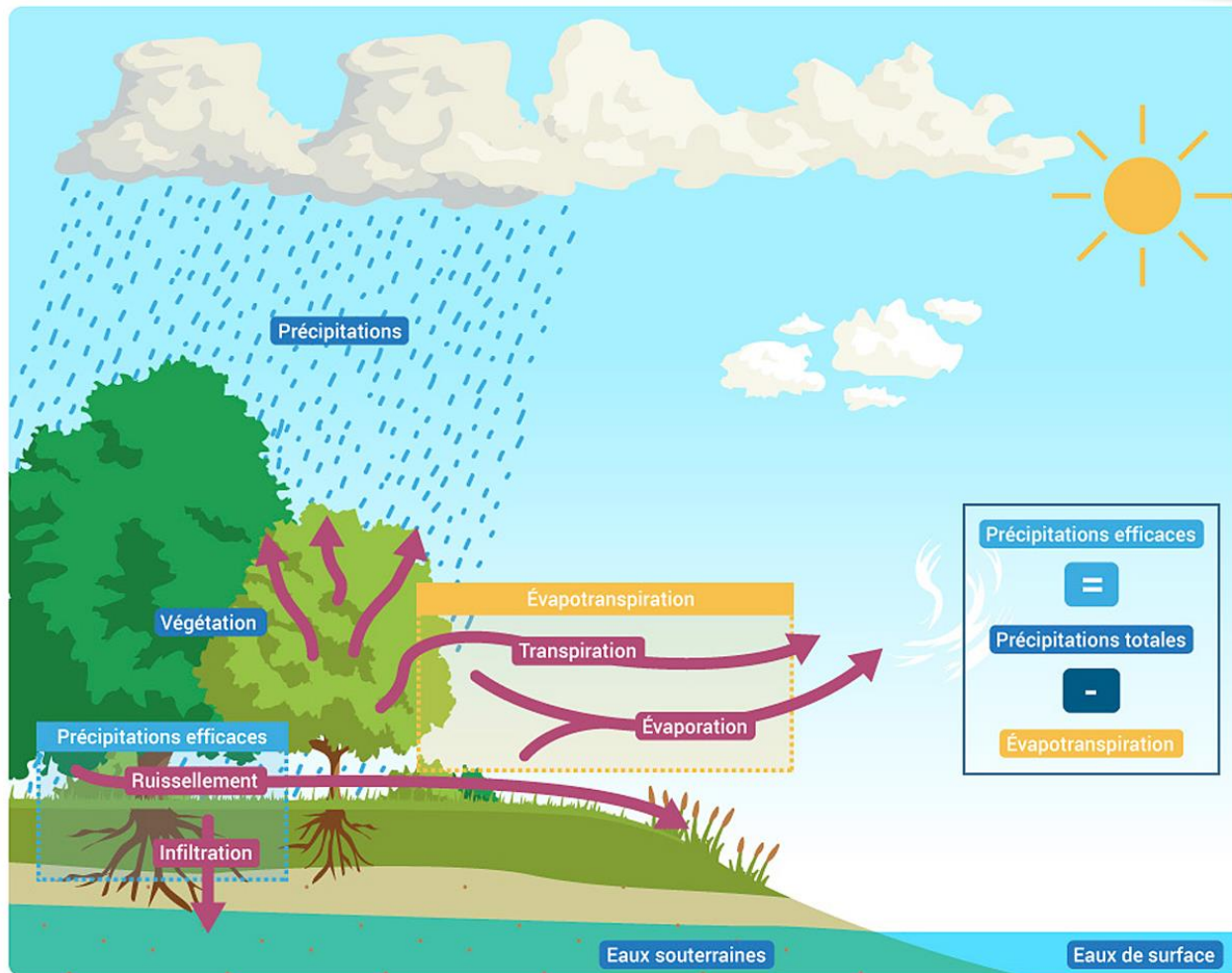
Dans le scénario 8.5 du GIEC (la trajectoire actuelle sans réduction forte des émissions de GES)

"By 2100, the increase in summer temperature maxima exhibits a range from 6°C to almost 13°C in the five regions in France, relative to historical maxima. These projections are comparable with the estimates given by a large number of global climate models". Bador et al. 2017

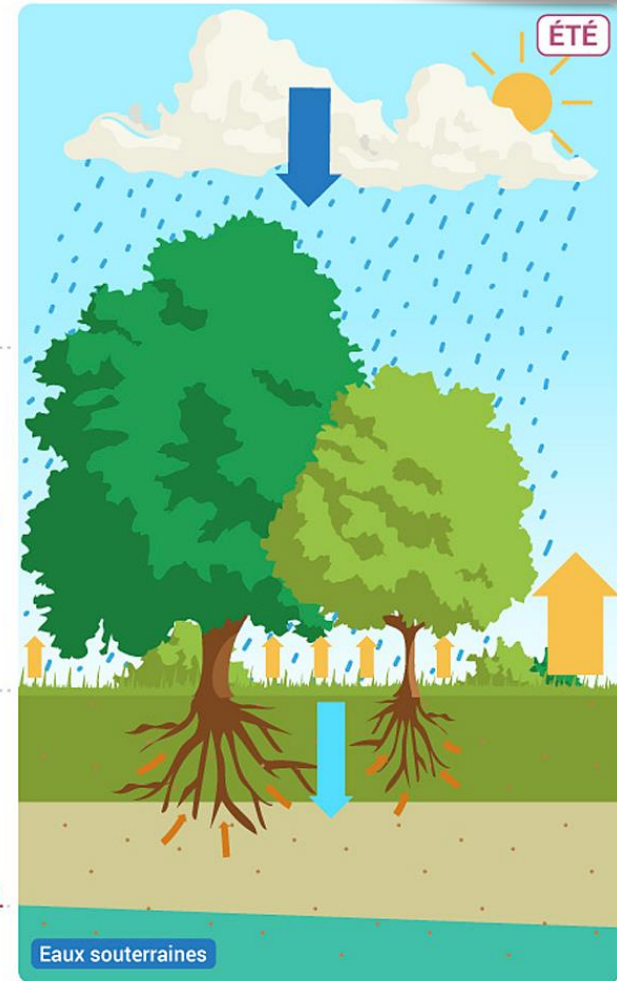
⇒ Pics à 55°C dans l'est de la France !



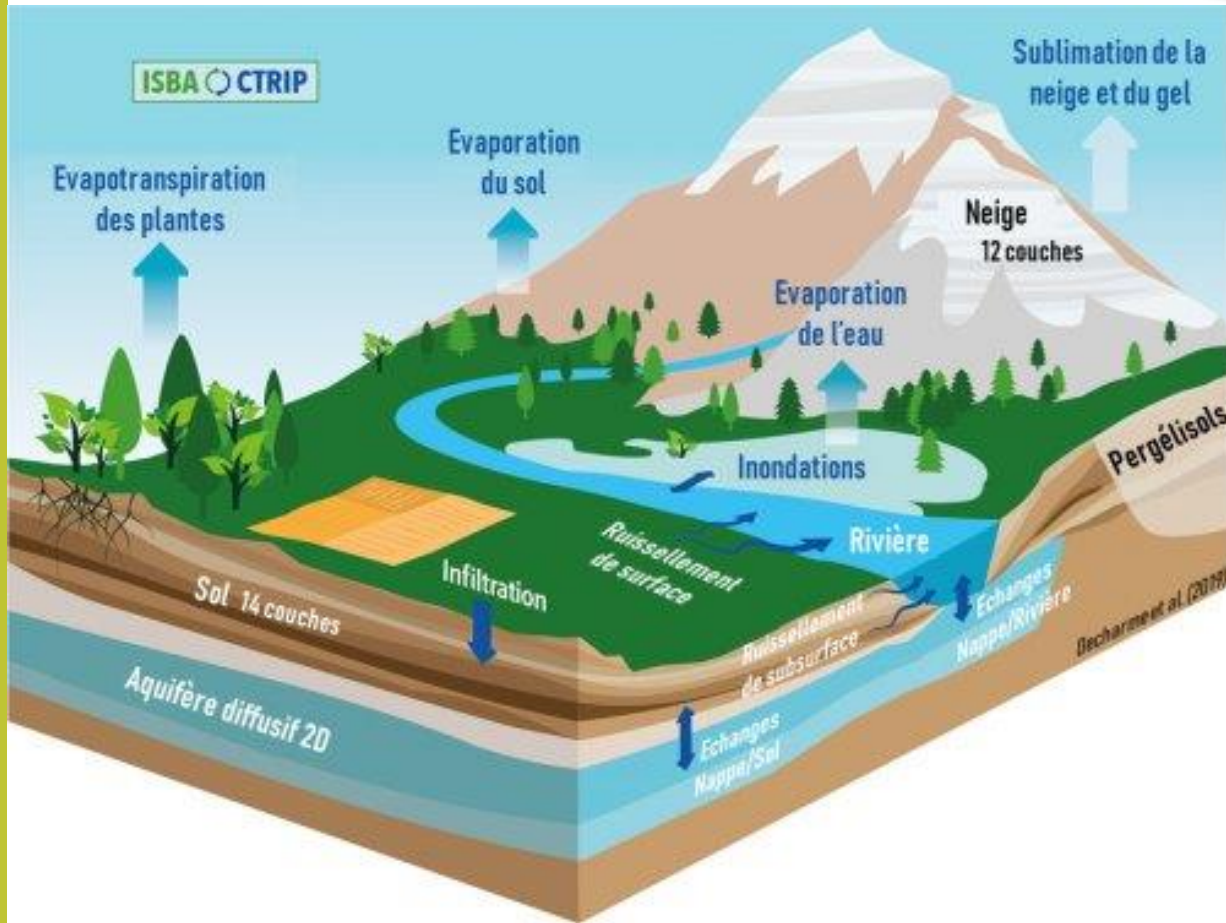
LE CYCLE DE L'EAU



LE CYCLE DE L'EAU



LE CYCLE DE L'EAU



Source : Decharme B., Delire C., Minvielle M., Colin J., Vergnes J.-P., Alias A., Saint-Martin D., Séférian R., Sénési S., Voltaire A., (2019). Recent changes in the ISBA-CTRIP land surface system for use in the CNRM-CM6 climate model and in global off-line hydrological applications. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 11, 1207- 1252

LES CONSÉQUENCES SUR L'EAU

Risque d'inondation accru



Inondations en Allemagne de 2021

- Plus de 200 morts
- Coût estimé initialement : 4 à 5 milliards d'euros. Réel : 33 milliards d'euros

LES CONSÉQUENCES SUR L'EAU

Risque d'inondation accru



Tempête Alex en novembre 2020

- Inondations historiques, notamment dans les vallées de la Roya et de la Vésubie

LES CONSÉQUENCES SUR L'EAU

Risque d'inondation accru

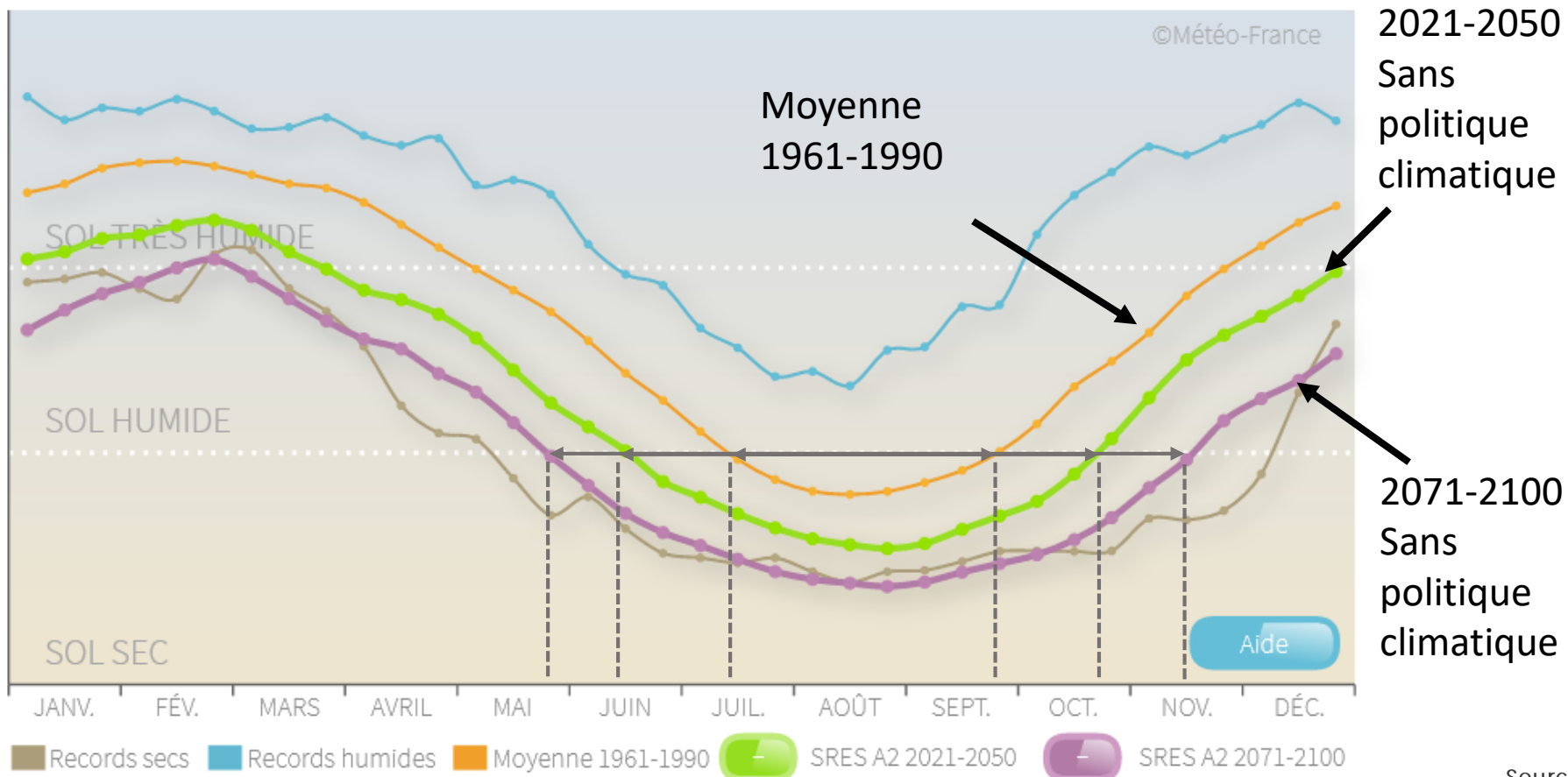


LES CONSÉQUENCES SUR L'EAU

L'eau dans les sols

Cycle annuel d'humidité du sol

Moyenne 1961-1990, records et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution SRES A2)



Source

Climat HD (Météo France)

LES CONSÉQUENCES SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Modification des milieux

- - 10 à 40% du débit moyen des cours d'eau français
- - 25 à 30 % du débit d'étiage
- Augmentation sensible de la température de l'eau
- Baisse de la teneur en oxygène
- Augmentation de la minéralisation => Augmentation des nutriments => eutrophisation

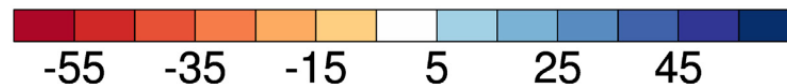
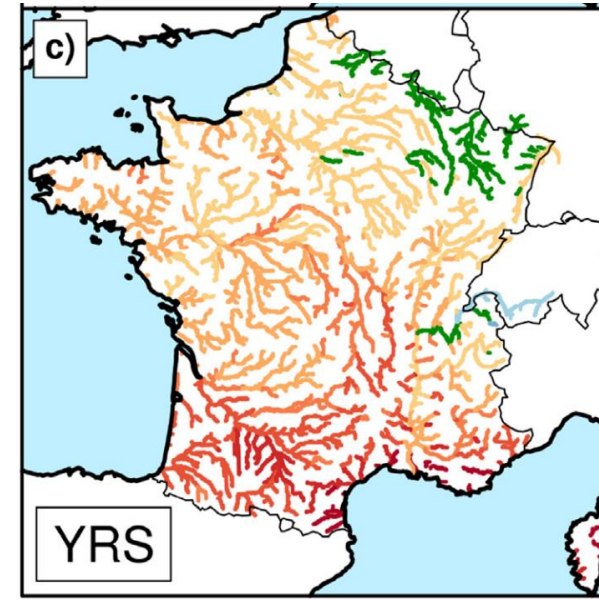
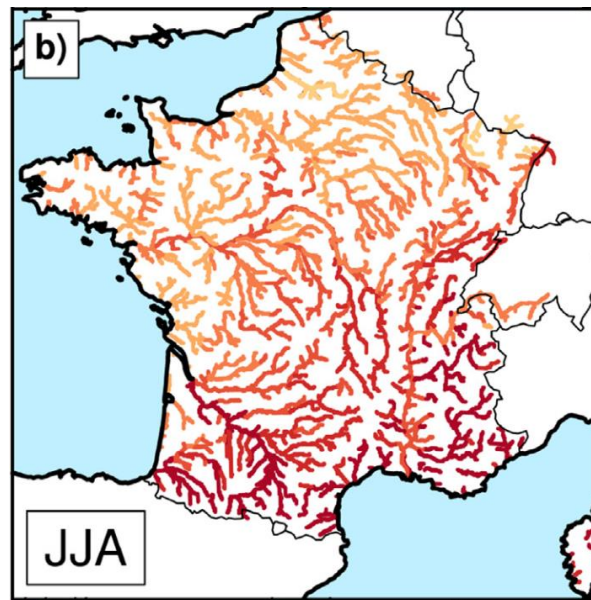
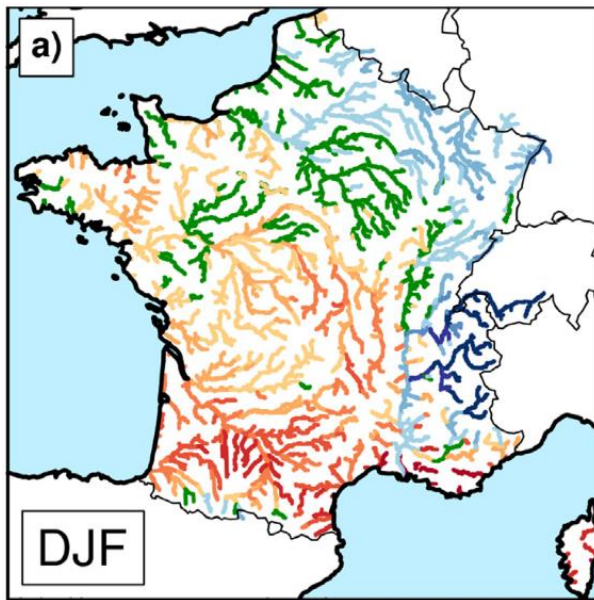
LES CONSÉQUENCES SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Evolution des débits (en %) à l'horizon 2070-2100, dans le scénario RCP5-8.5

Hiver

Été

Année entière



Diminution très marquée des débits en été et en moyenne annuelle

LES CONSÉQUENCES SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Modification des communautés de poissons

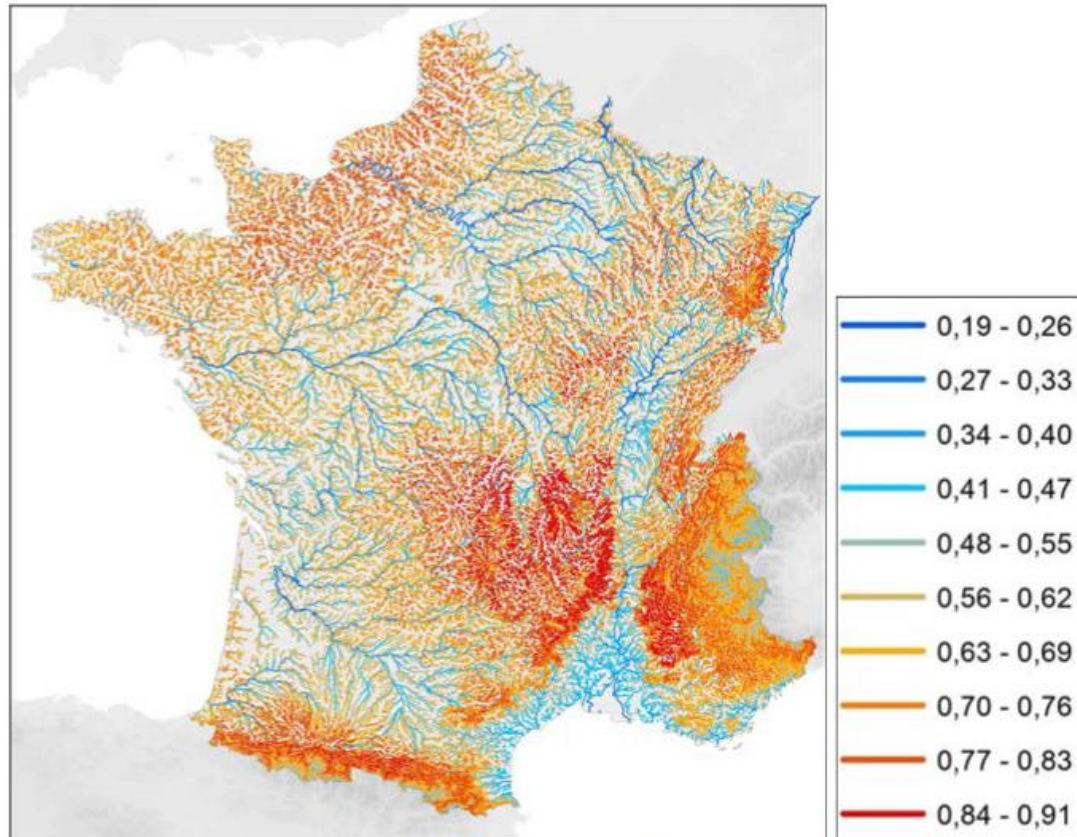


Fig. 2.3.9 Représentation cartographique du renouvellement moyen pour le scénario de dispersion illimitée

LES CONSÉQUENCES SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Modification des communautés de poissons

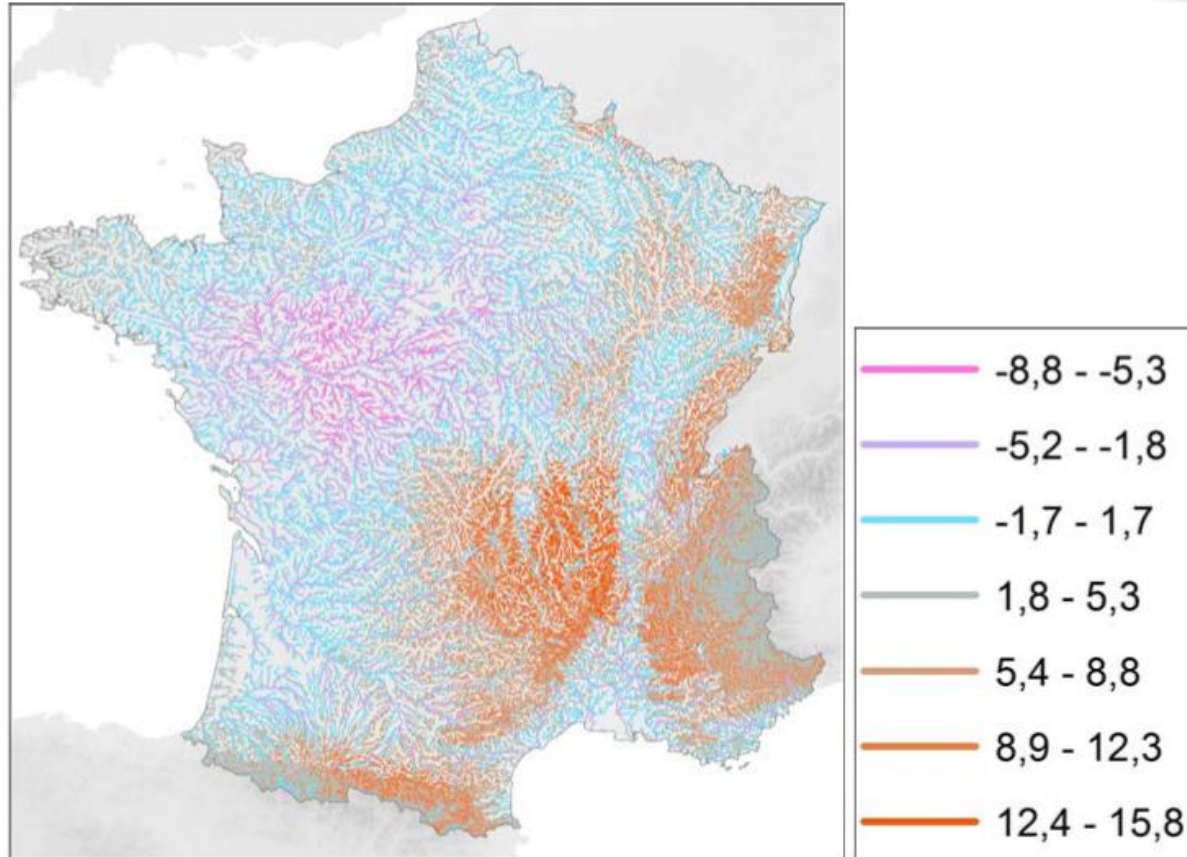


Fig. 2.3.11 Représentation cartographique de la différence moyenne de richesse spécifique entre futur et présent pour le scénario de dispersion illimitée

LES CONSÉQUENCES SUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Lien entre climat et eutrophisation des milieux

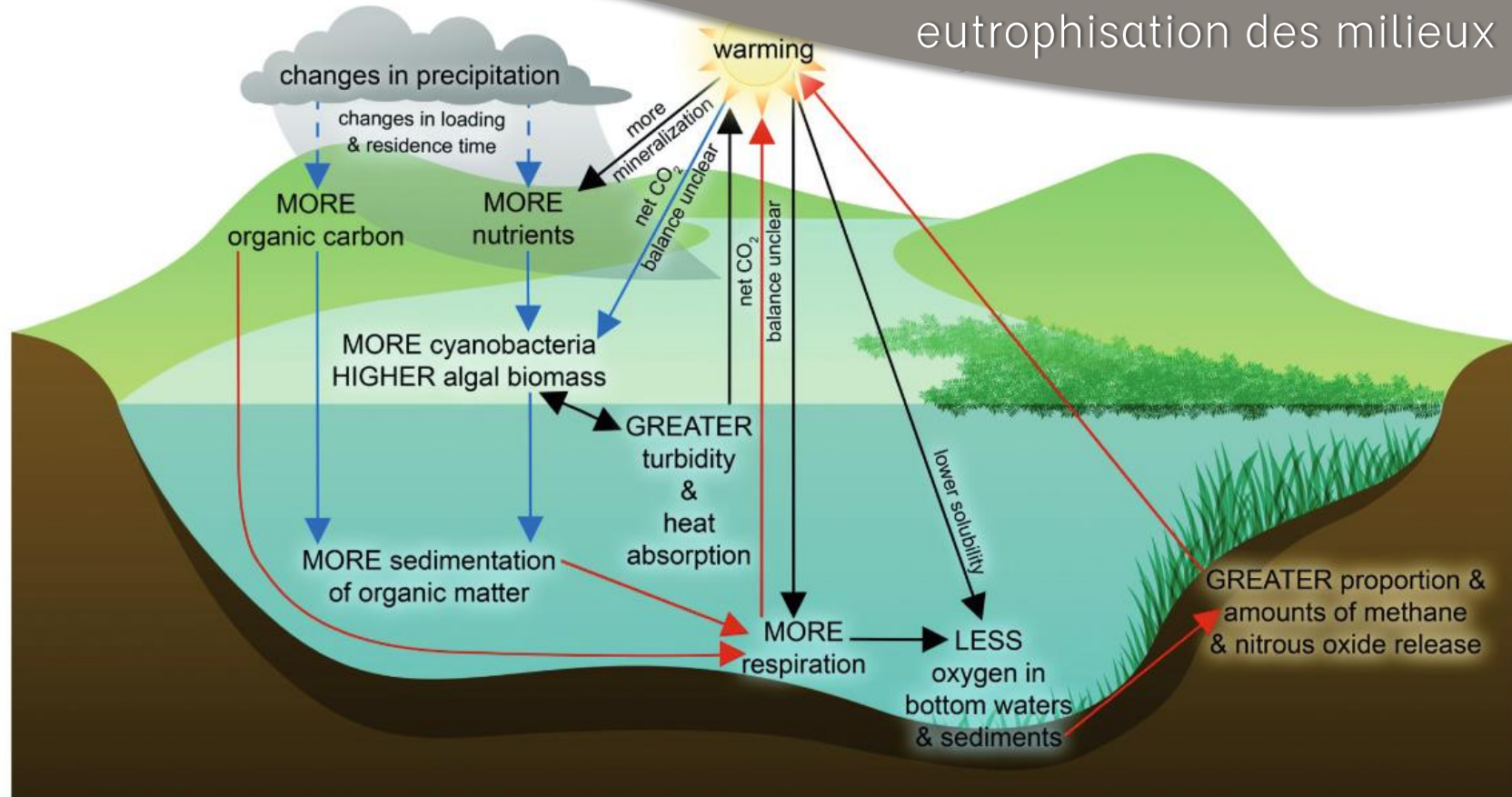


Fig. 2. Current indications of feedback effects of eutrophication on climate change. Blue arrows indicate carbon sequestration routes; red arrows indicate carbon emission routes; black arrows indicate other climate effects. Because CO_2 uptake and release may both increase with eutrophication, net CO_2 balance is unclear. The increase in methane and nitrous oxide is more probable. Dashed arrow indicates that changes in precipitation regimes may either lead to more or less organic carbon loading, depending on local and regional circumstances.

LES CONSÉQUENCES SUR LES ZONES HUMIDES

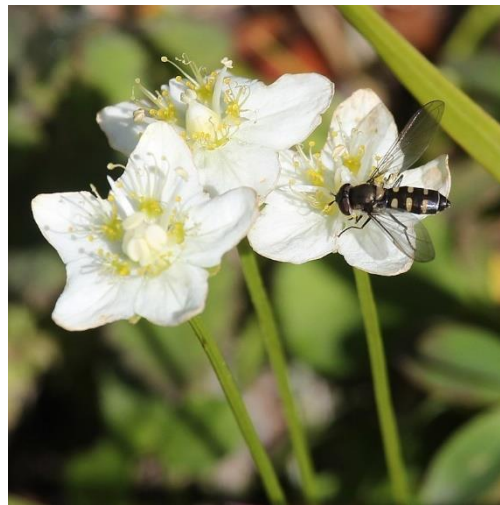
Vers un assèchement

Exemple en Brenne

- + 23 % évapotranspiration
- - 4% précipitations

⇒ 49% de la Brenne est considérée comme très sensible à l'assèchement

⇒ 1/2 des habitats humides considérés comme hautement menacés



DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée
des écosystèmes

Les algues vertes débarquent en Loire

Publié le 07/09/2016



Depuis le début de semaine, le plan d'eau de l'île Charlemagne affiche un aspect inhabituel. © photo

N.D.C.

07/09/2016

« Des algues vertes tapissent les rivages du plan d'eau de l'île Charlemagne. Un peu plus loin, la Loire n'échappe pas au phénomène. Du vert, un peu partout le long du fleuve. Près d'une semaine que cette coloration a envahi les milieux aquatiques. »

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée
des écosystèmes

Cyanobactéries : vigilance étendue à la rivière Vienne, après le décès d'un chien à Chinon

L'appel à la vigilance en raison de la forte suspicion de présence de cyanobactéries est étendue à la rivière Vienne après le décès d'un chien qui s'y baignait près de Chinon, en Indre-et-Loire. Dans le département de la Vienne, aucun chien n'est mort pour cette raison.

Publié le 22/08/2017 à 16h40 • Mis à jour le 12/06/2020 à 22h32



Source : France 3 Centre - Val de Loire

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée des écosystèmes

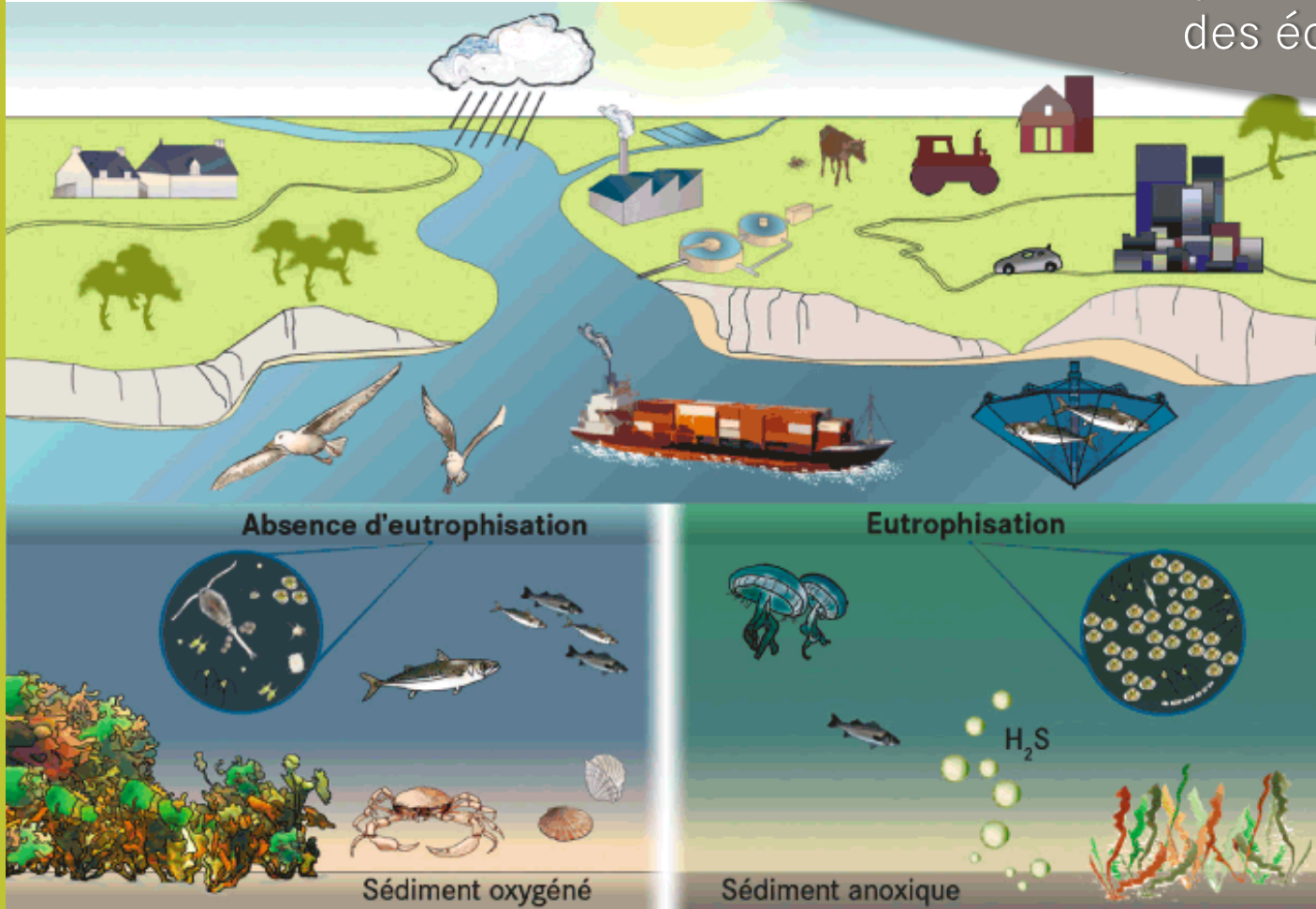


Figure 4.1 Sources des apports de nutriments dans le milieu marin et systèmes simplifiés montrant les effets d'eutrophisation produits par l'enrichissement en nutriments

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée
des écosystèmes



Figure 3 : Illustration d'une marée verte à ulves dérivantes (type 1) dans la baie de Pont-Mahé avec une vue aérienne (à gauche) et une vue au sol (à droite).

Déclin rapide de la concentration en oxygène dans les eaux côtières. Phénomène important sur les côtes françaises, principalement à cause des engrais agricoles.

Breitburg, D., et al. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. Science 359.

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée des écosystèmes

A



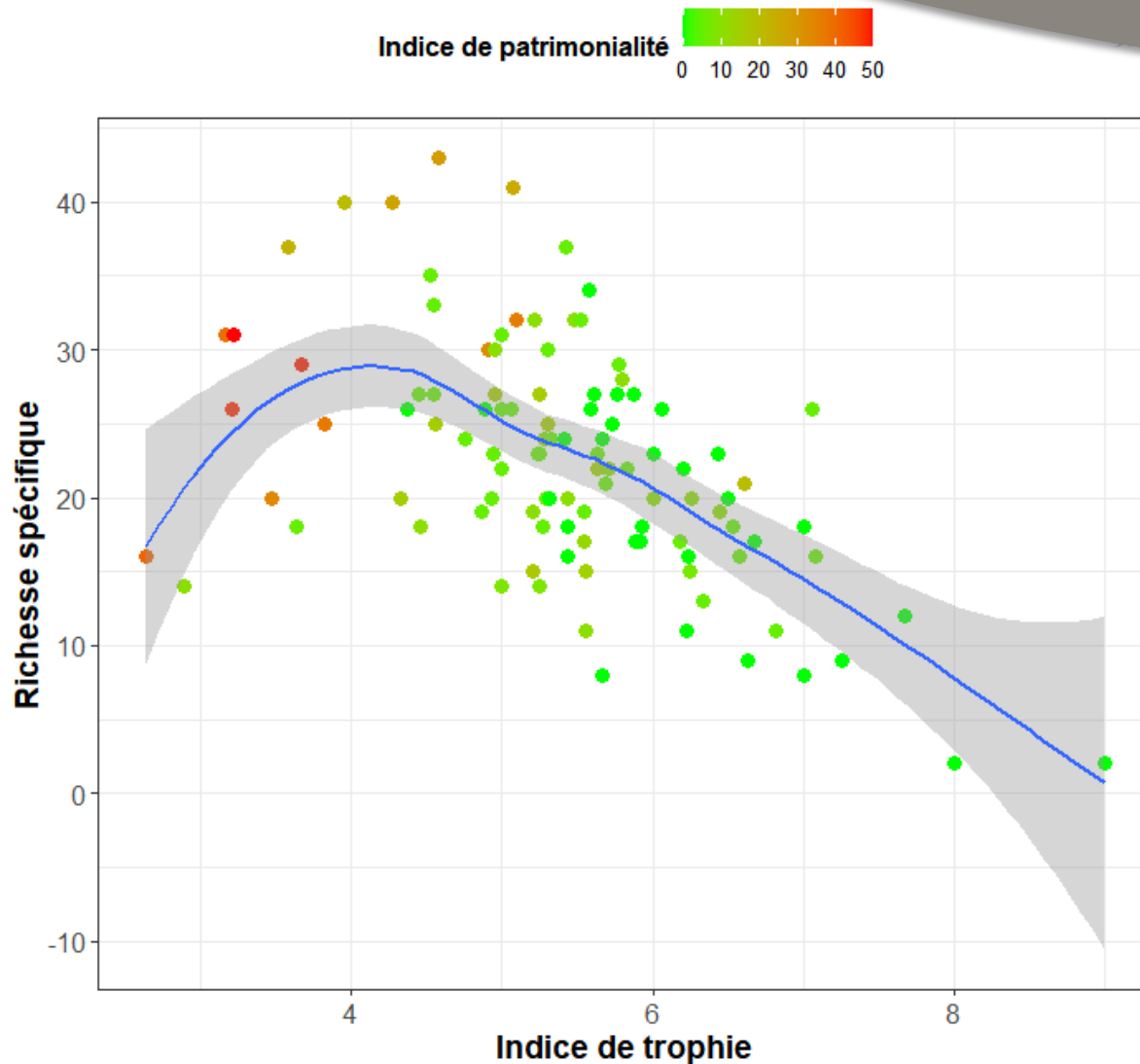
Déclin rapide de la concentration en oxygène dans les eaux côtières. Phénomène important sur les côtes françaises, principalement à cause des engrais agricoles.

Breitburg, D., et al. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. Science 359.

Source :

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Eutrophisation généralisée des écosystèmes



Impact de l'enrichissement en nutriments sur la flore des prairies humides du bassin de l'Escotais

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Rectification et curage des cours d'eau



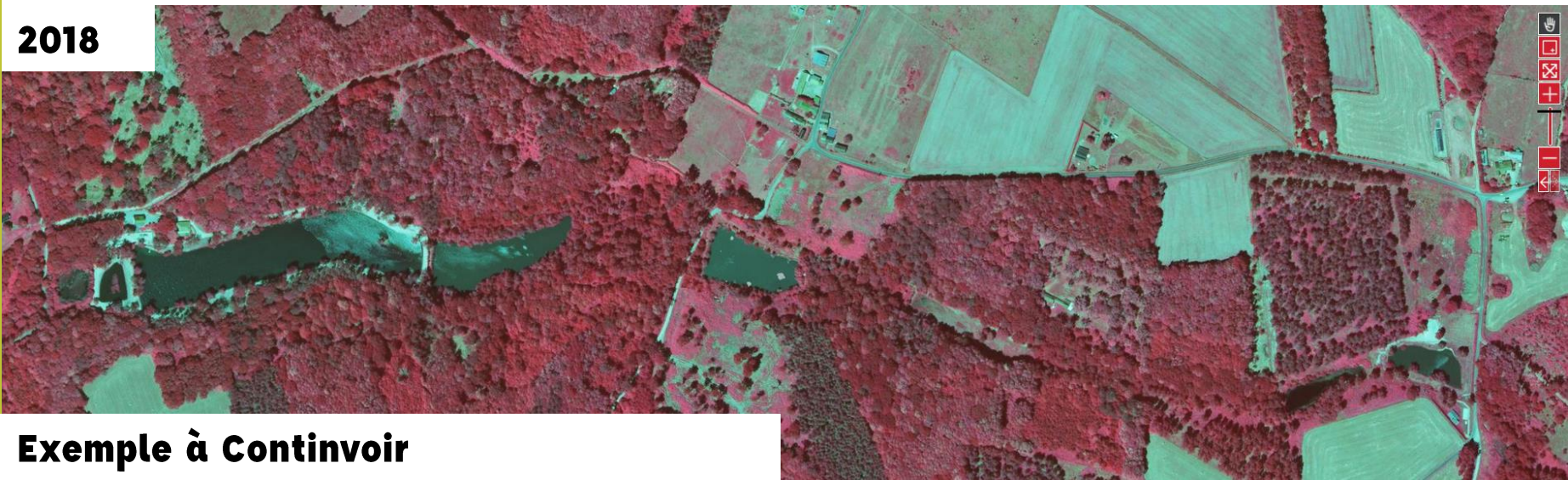
DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

1945

Multiplication des étangs



2018



Exemple à Continvoir

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

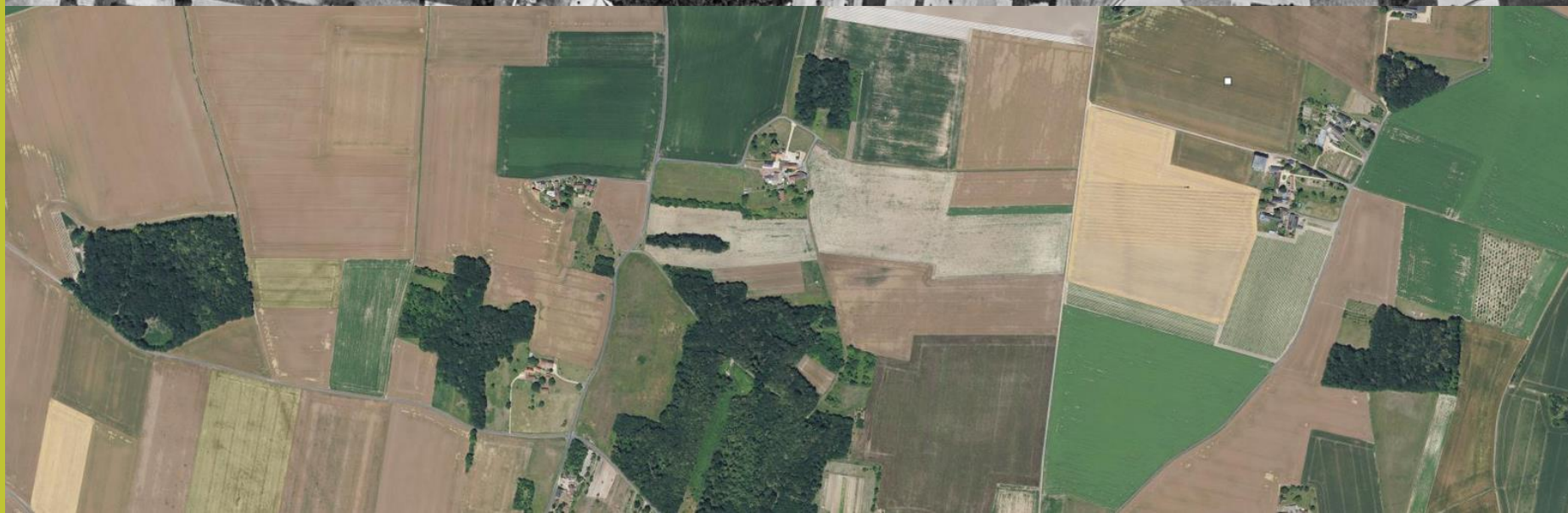
Multiplication des étangs

Conséquences des étangs sur cours d'eau

- Evaporation : diverses études convergent vers une évaporation moyenne estivale de 0,5 l/s/ha (ou env. 20 m³/j/ha) (source : ONEMA 2012)
- Réchauffement de 3 à 7°C à la fin du printemps et l'été entre l'amont et l'aval pour un étang doté d'un système de surverse.
- Baisse de la teneur en oxygène dissous

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

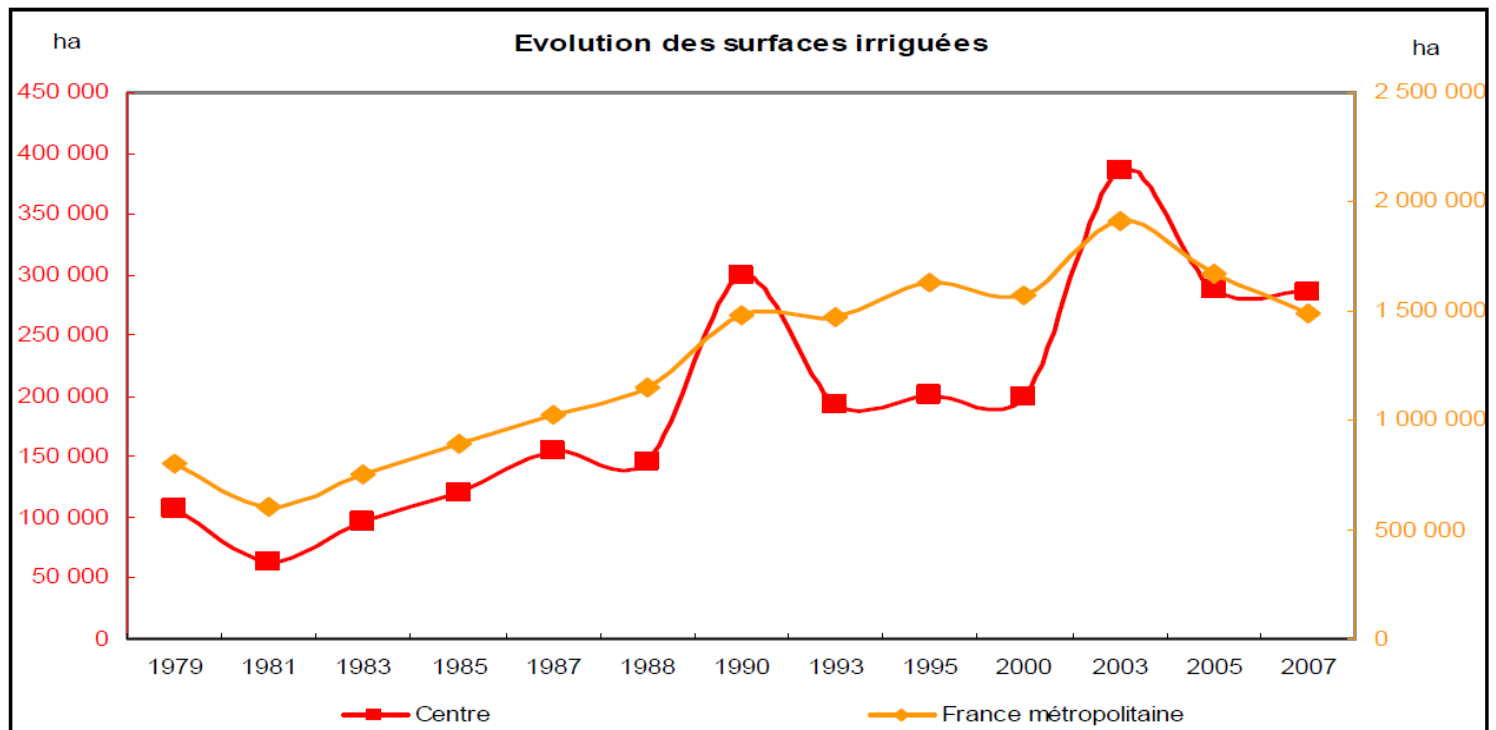
Diminution forte des arbres en paysages agricoles



DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Prélèvements pour l'irrigation

- Evolution des surfaces irriguées

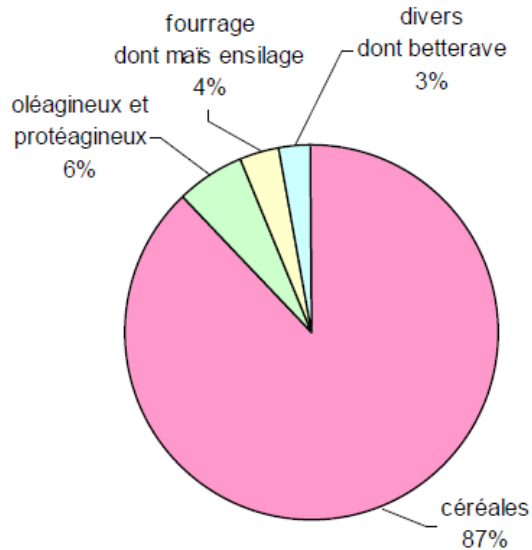


Source : Agreste (Enquêtes Structures et recensements)

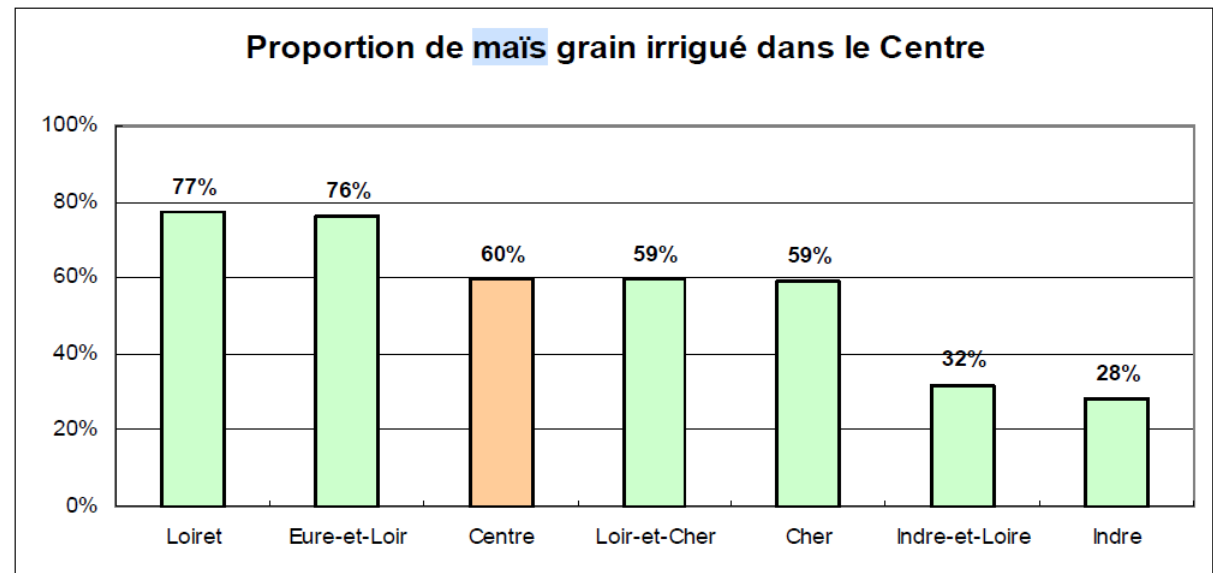
DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Prélèvements pour l'irrigation

Répartition des cultures irriguées aidées dans le Centre



Proportion de maïs grain irrigué dans le Centre



Source : ASP (Déclarations de surfaces 2009)

DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Assèchement et dégradation
des zones humides

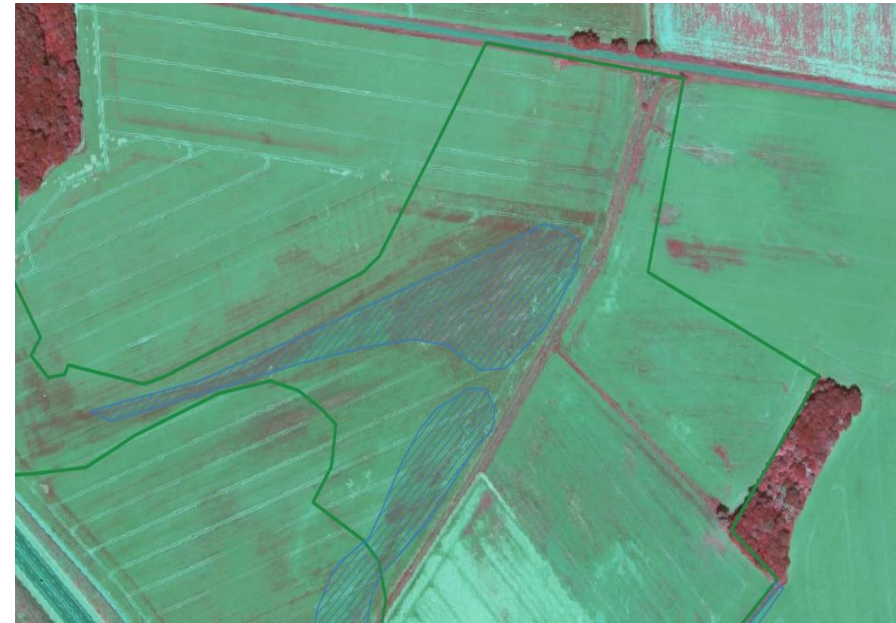
Au cours du siècle dernier, plus de **65 % des zones humides ont disparu.**

Exemple : conversion de prairies humides en cultures de céréales en tête du bassin versant du Long

1950



2018



DES CONSÉQUENCES AGGRAVÉES PAR DES DÉGRADATIONS SUR LES BASSINS VERSANTS

Assèchement et dégradation
des zones humides



FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

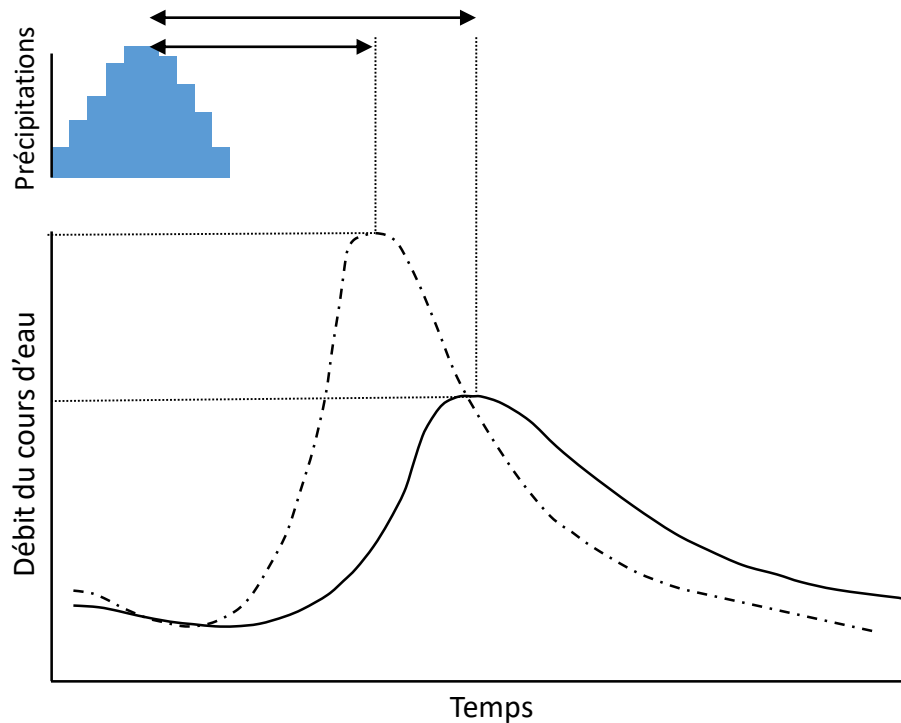


Les zones humides occupent moins de 3 % du territoire. Pourtant, elles remplissent des fonctions essentielles dans les écosystèmes

FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Fonctions hydrologiques

- Ecrêtement des crues et soutien d'étiage



- - - - - Bassin versant avec peu de zones humides

— Bassin versant riche en zones humides

Acreman, M., Holden, J. (2013). How Wetlands Affect Floods. *Wetlands* 33, 773-786.

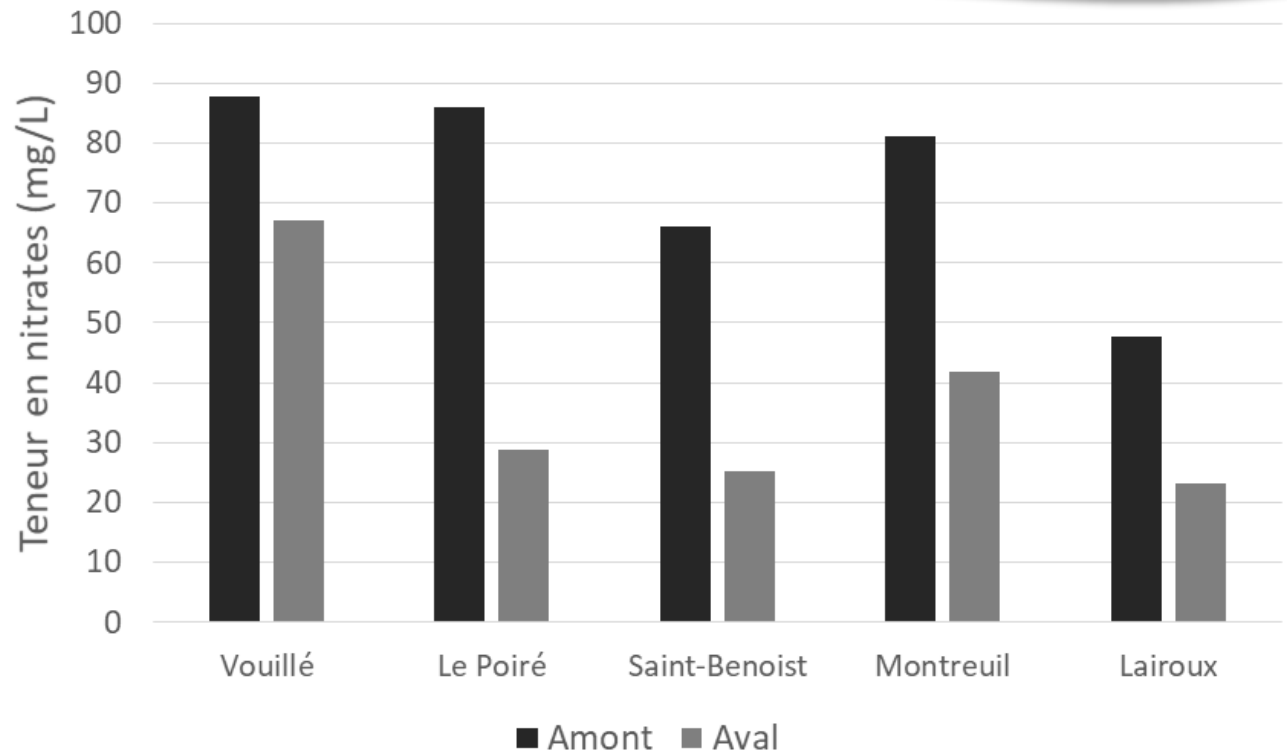
Bullock, A., Acreman, M. (2003). The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 7, 358-389.

FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Epuration des eaux

■ Zoom sur la dénitrification

Teneur en nitrates dans les fossés en situation aval et amont des marais (Bonis *et al.* 2008)
=> Abattement de 50 % des nitrates



Bonis, A., Bouzillé, J.-B., Dausse, A., Dia, A., Héning, O., et Bouhnik-Le Coz, M. (2008). Fertilisation et qualité de l'eau en prairies naturelles humides (marais de l'Ouest). *Fourrages* 196, 485-489.

Hansen, A.T., Dolph, C.L., Fougoula-Georgiou, E., and Finlay, J.C. (2018). Contribution of wetlands to nitrate removal at the watershed scale. *Nature Geoscience* 11, 127-132.

Zedler, J.B., Kercher, S. (2005). Wetland resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30, 39-74.

FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Stockage de carbone



} Stock de carbone

En milieux tempérés, les zones humides ont une accumulation nette de carbone de **2,8 à 6,6 t-C ha⁻² an⁻¹**

Élément de comparaison : en moyenne les français émettent 12 t-C/an.

Objectif de la Stratégie nationale Bas Carbone : 2 t-C/an en 2050

Bibliographie

Junk, W.J., An, S., Finlayson, C.M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S.A., Mitsch, W.J., and Roberts, R.D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic Sciences* 75, 151-167.

Mitsch, W.J., Bernal, B., Nahlik, A.M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C.J., Jørgensen, S.E., and Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape Ecology* 28, 583-597.

FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Production agricole



Photo prise en vallée de la Cisse début septembre 2019

FONCTIONS ET SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Production agricole



Photo prise le même jour à 300 mètres de la prairie précédente

QUELLES SOLUTIONS D'ADAPTATION ?



DES INFRASTRUCTURES GRISES AUX SOLUTIONS VERTES : VERS UN CHANGEMENT DE PARADIGME

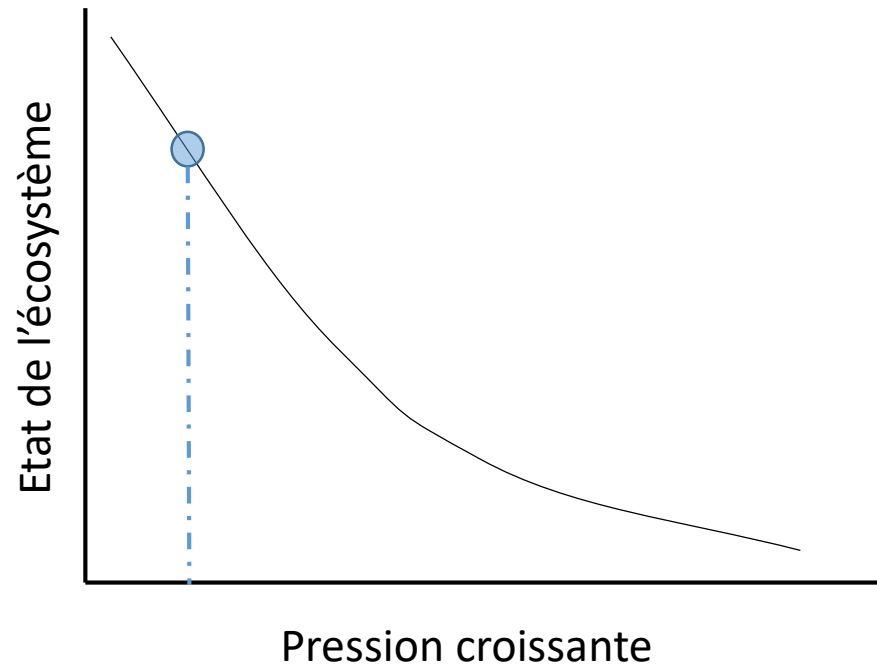


« *Les solutions fondées sur la nature (SfN) offrent un moyen essentiel de répondre à de nombreux défis mondiaux liés à l'eau, tout en offrant simultanément de nombreux autres avantages.* »

QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

Un peu de théorie

- Relation continue, autorisant un retour



Sonia Kéfi
Médaille de
bronze du CNRS
2017

Bibliographie

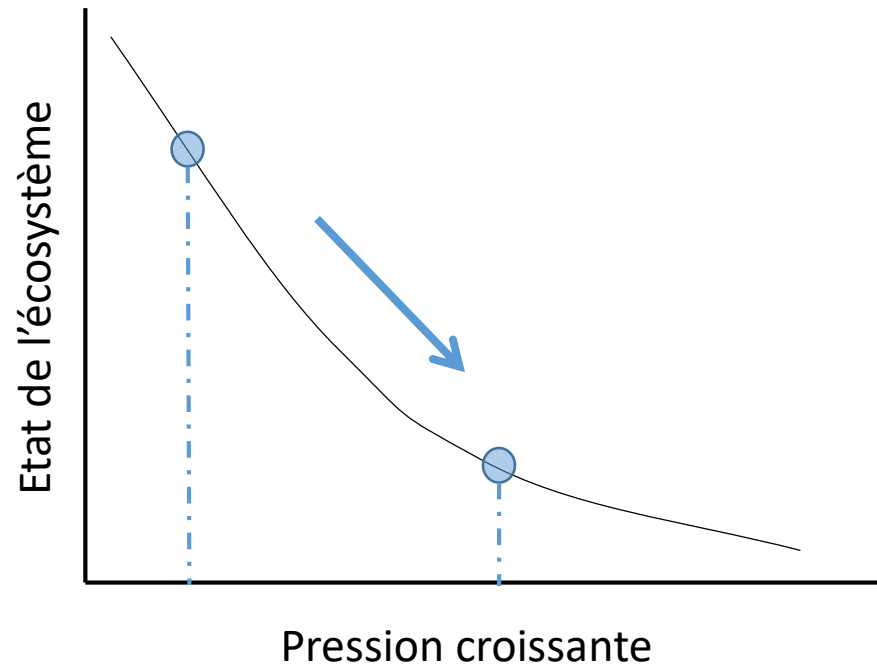
Kéfi, S., Rietkerk, M., Alados, C.L., Pueyo, Y., Papanastasis, V.P., ElAich, A., and de Ruiter, P.C. (2007). Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems. *Nature* 449, 213.

Kéfi, S., Miele, V., Wieters, E.A., Navarrete, S.A., and Berlow, E.L. (2016). How Structured Is the Entangled Bank? The Surprisingly Simple Organization of Multiplex Ecological Networks Leads to Increased Persistence and Resilience. *PLOS Biology* 14, e1002527.

QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

Un peu de théorie

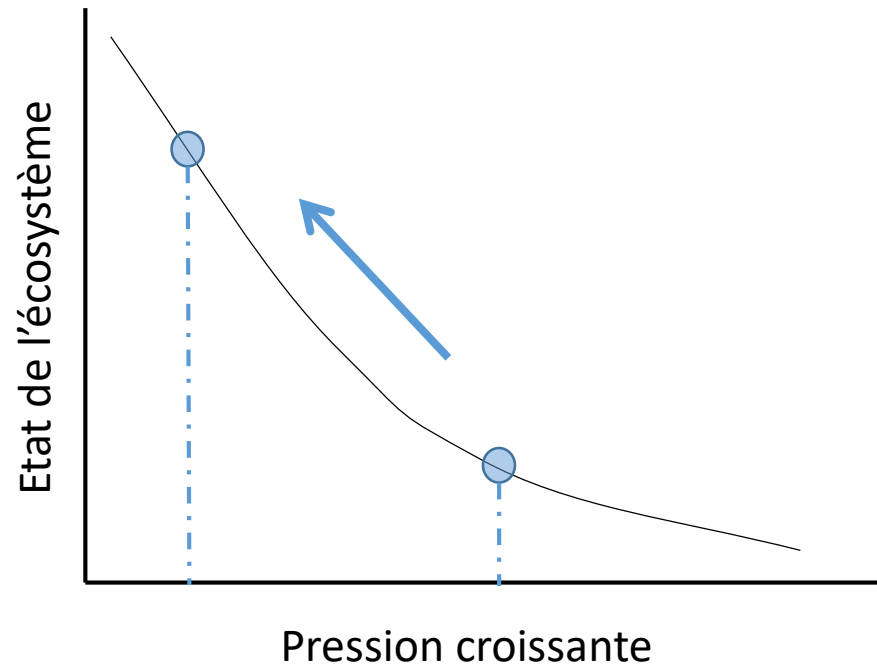
- Relation continue, autorisant un retour



QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

Un peu de théorie

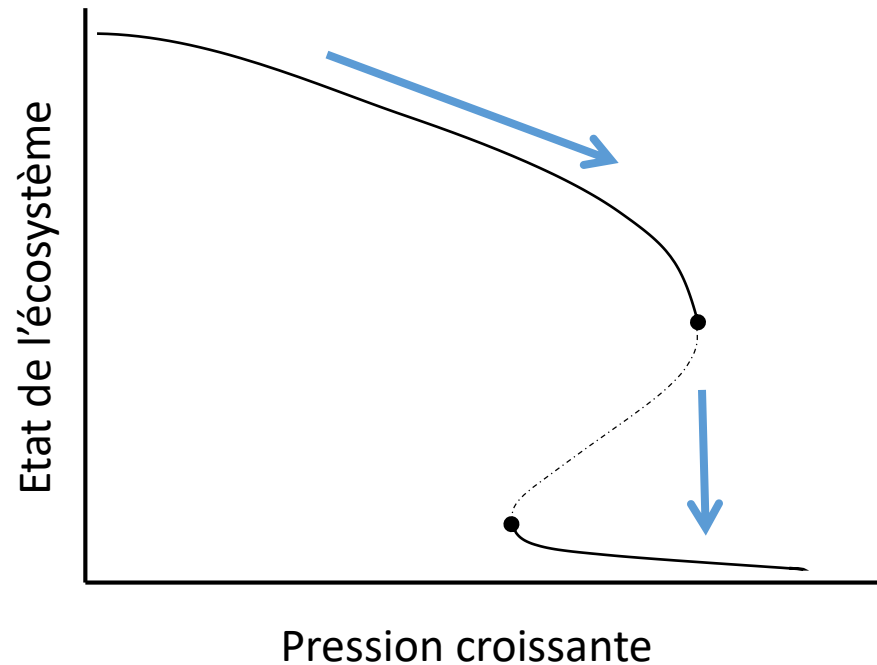
- Relation continue, autorisant un retour



QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

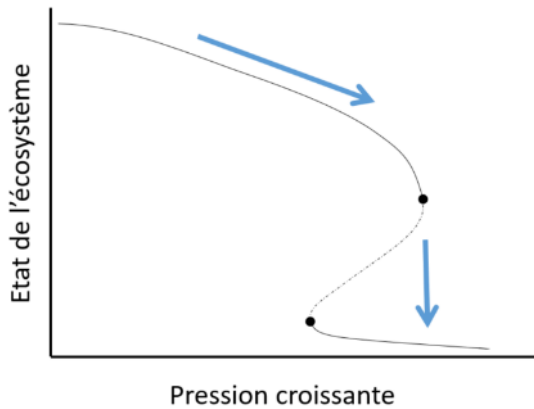
Un peu de théorie

- Changement brutal d'état sans possibilité de retour



QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

Restauration de milieux oligotrophes



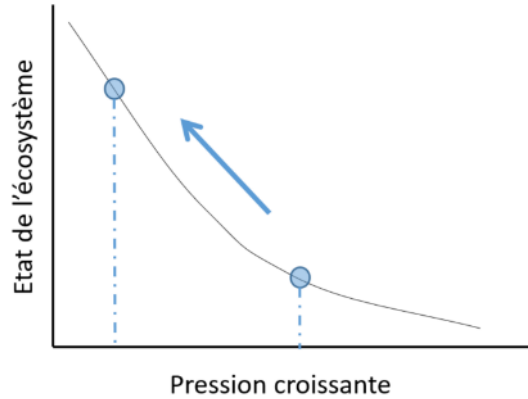
Prairie oligotrophe (> 50 espèces végétales)

Prairie eutrophisée (< 15 espèces végétales)



QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

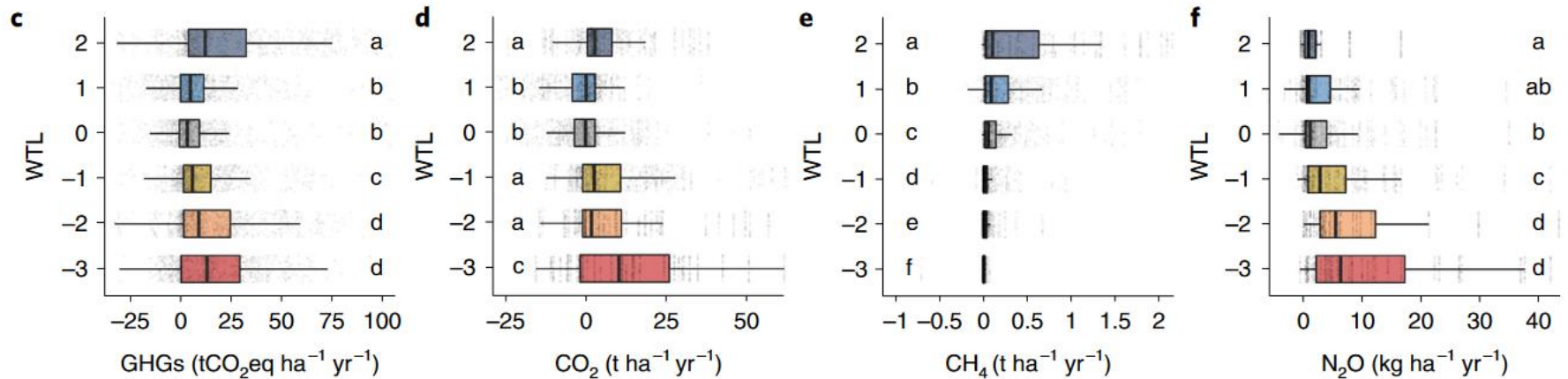
Suppression du réseau de drainage



Souvent, combler ou dériver un fossé suffit à retrouver l'essentiel des fonctions.

QUEL POTENTIEL DE RESTAURATION DES ZONES HUMIDES ?

Restaurer les zones humides pour contenir les émissions



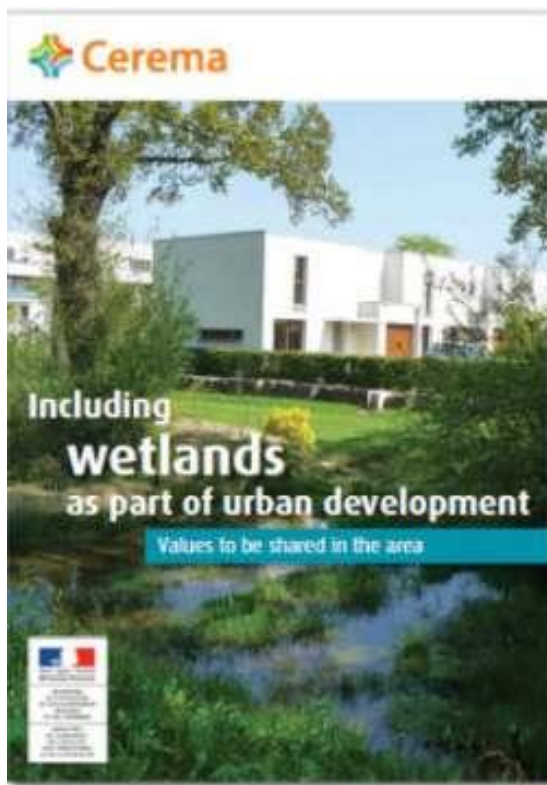
Source : Zou, J., Ziegler, A.D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., Zheng, C., Wu, Jie, Wu, Jin, Lin, Z., He, X., Brown, L.E., Holden, J., Zhang, Z., Ramchunder, S.J., Chen, A., Zeng, Z., 2022. Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. Nat. Geosci. 15, 627-632

RESTAURATION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES



- ⇒ Amélioration de la connexion entre la rivière et les milieux voisins
- ⇒ Amélioration de la résilience des communautés

REPENSER LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

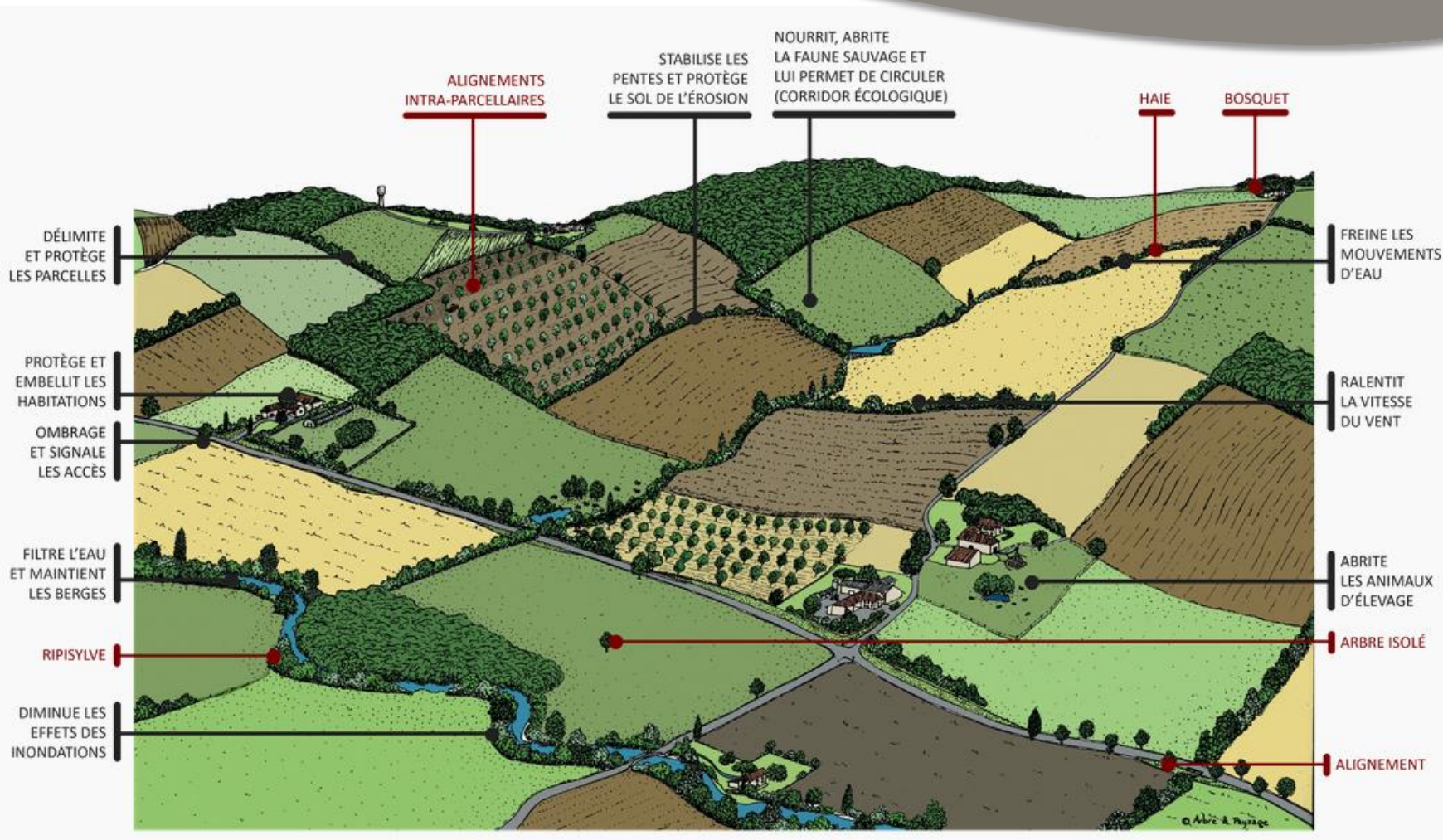


Noue plantée dans un écoquartier, Cerema Dter IDF



Noue enherbée avec redents (pente)

L'AGROFORESTERIE, SOLUTION D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION



L'AGROFORESTERIE, SOLUTION D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION

Agroforesterie et stockage de carbone

Agroforesterie intraparcellaire : accumulation nette de carbone de 0,5 à 5 tCO₂e/ha/an

Haies : 1,2 tCO₂e/ha/an

Élément de comparaison : en moyenne les français émettent en moyenne 12 t-C/an.

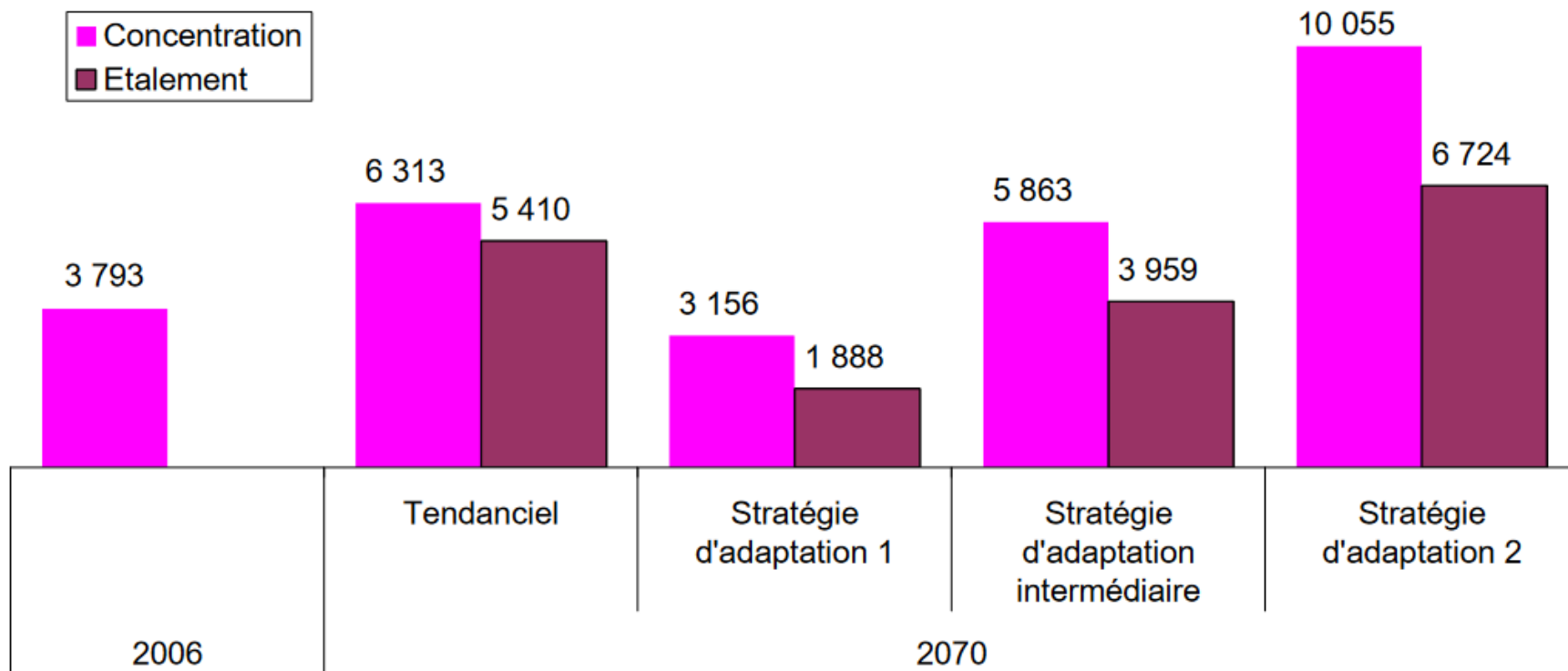


Source : Pellerin, S., Bamière, L., Launay, C., Martin, R., Angers, D., Balesdent, J., Basile-Doelsch, I., Bellassen, V., Cardinael, R., Cécillon, L., et al. (2019). Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif de 4 pour 1000 et à quel coût ? Synthèse du rapport d'étude, INRA (France).

VERS UNE GESTION DURABLE DES PRÉLÈVEMENTS

Volumes d'eau prélevés pour l'irrigation en 2070 selon la stratégie d'adaptation retenue

Millions de m³



Source : Source : Agences de l'Eau – SOeS et projections BIPE 2011 et Energies Demain pour l'agriculture

ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

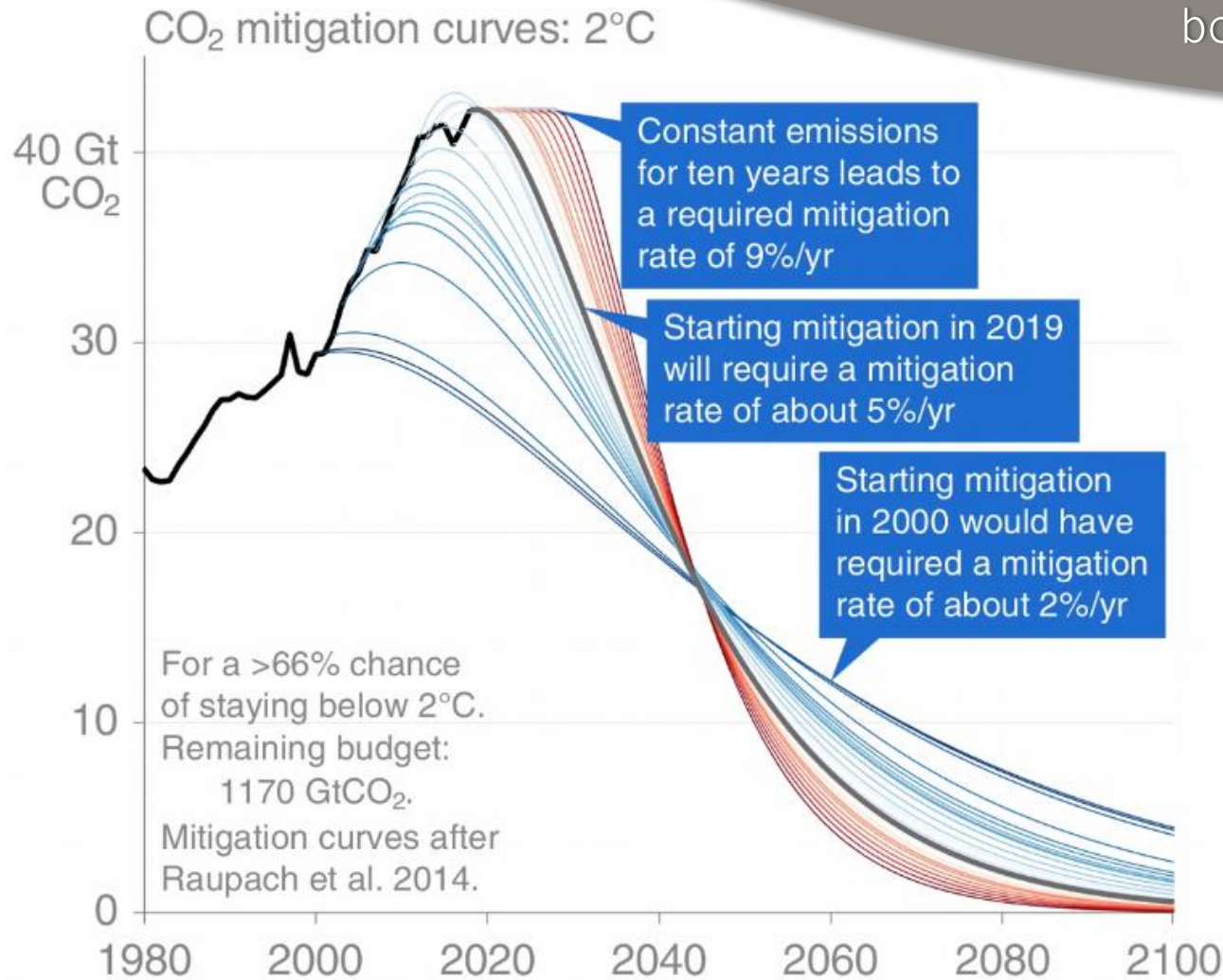
Les Accords de Paris

Aux termes de l'article 2 : « 1. Le présent Accord, en contribuant à la mise en œuvre de la Convention, notamment de son objectif, vise à renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, notamment en :

a) **Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2°C** par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour **limiter l'élévation de la température à 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels,**

ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

Attendre n'est pas une bonne option

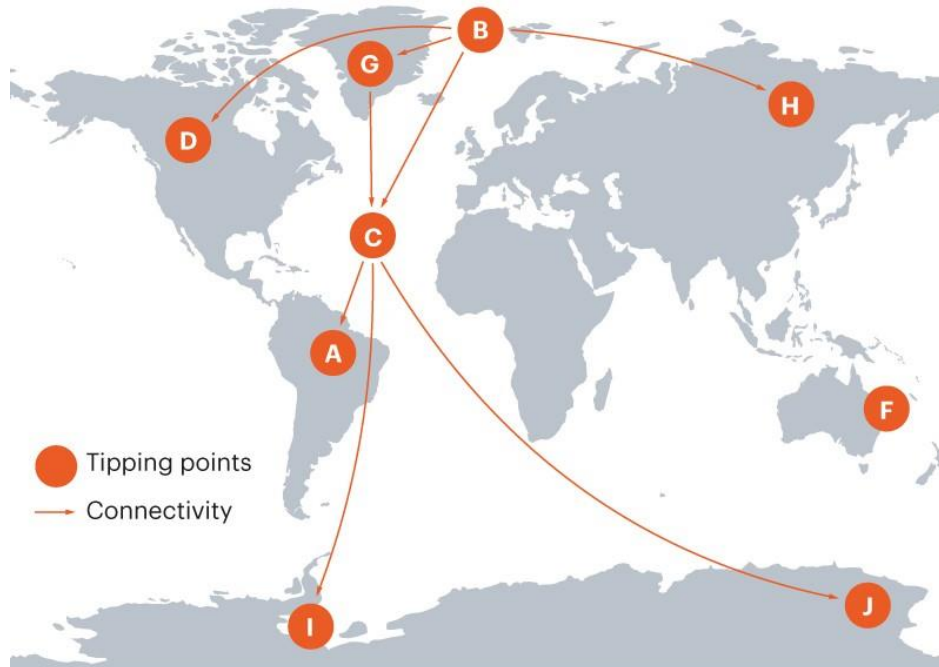


ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

Attendre n'est pas une bonne option

RAISING THE ALARM

Evidence that tipping points are under way has mounted in the past decade. Domino effects have also been proposed.



$$E = R \times U = p \times D \times \tau / T$$

A. Amazon rainforest
Frequent droughts

B. Arctic sea ice
Reduction in area

C. Atlantic circulation
In slowdown since 1950s

D. Boreal forest
Fires and pests changing

F. Coral reefs
Large-scale die-offs

G. Greenland ice sheet
Ice loss accelerating

H. Permafrost
Thawing

I. West Antarctic ice sheet
Ice loss accelerating

J. Wilkes Basin, East Antarctica
Ice loss accelerating

Lenton, T.M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., and Schellnhuber, H.J. (2019). Climate tipping points — too risky to bet against. *Nature* 575, 592–595.

ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

La Stratégie nationale bas-carbone



Projet de Stratégie nationale bas-carbone



La neutralité carbone

C'est un équilibre entre :

- **les émissions de GES sur le territoire national ;**
- **l'absorption de carbone :**
 - par les écosystèmes gérés par l'être humain (forêts, sols agricoles...);
 - par les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone).



Facteur 6

La neutralité carbone implique de diviser nos émissions de GES au moins par 6 d'ici 2050, par rapport à 1990.



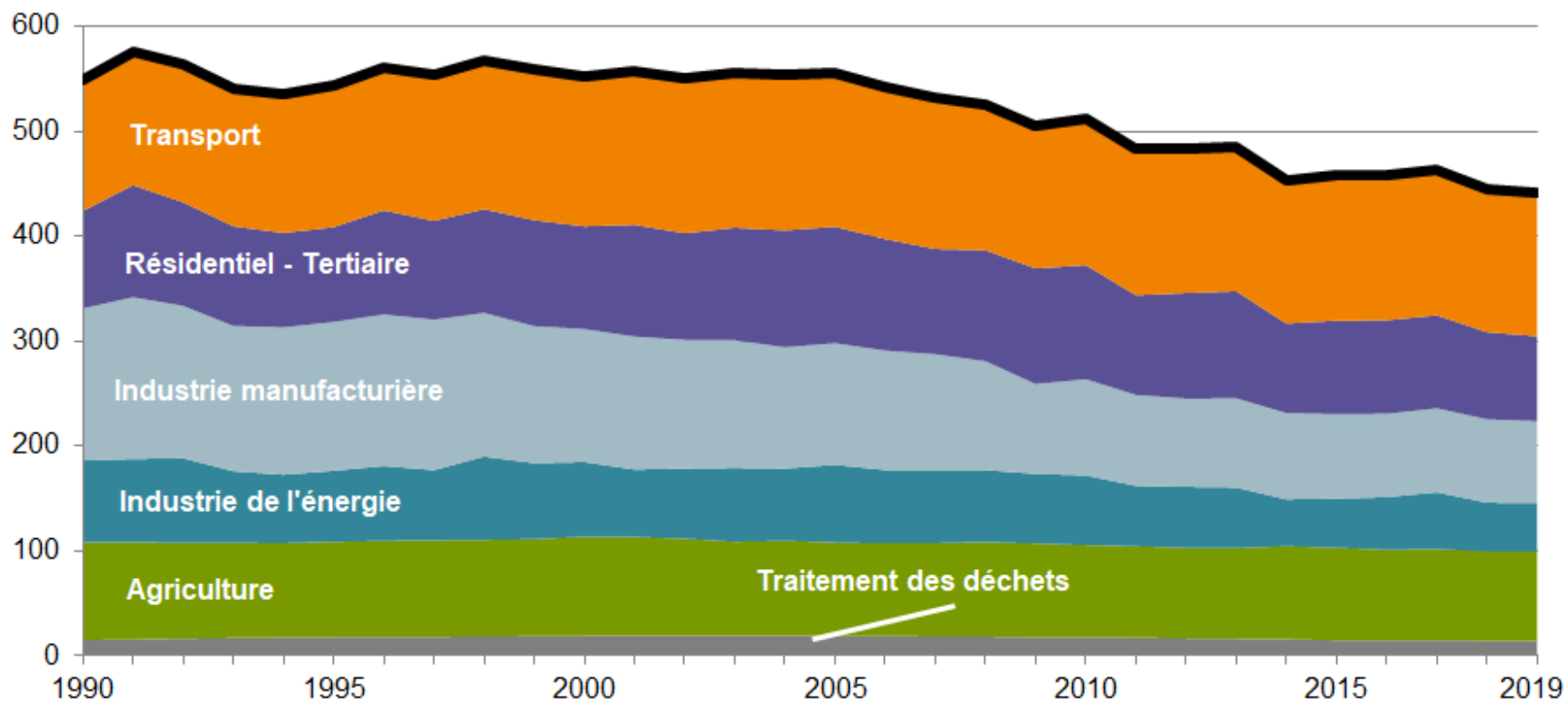
Pourquoi viser la neutralité carbone en 2050 ?

- **C'est indispensable** pour être cohérent avec les engagements pris par la France dans le cadre de l'Accord de Paris et pour assurer un avenir sain aux générations présentes et futures. C'est un objectif inscrit dans la loi.
- **C'est un objectif souhaitable** : la transition bas-carbone améliore la qualité de vie (qualité de l'environnement, santé...) et est positive pour l'emploi sans altérer la croissance économique.

ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

Evolution des émissions de GES en France

En millions de tonnes CO₂ eq.

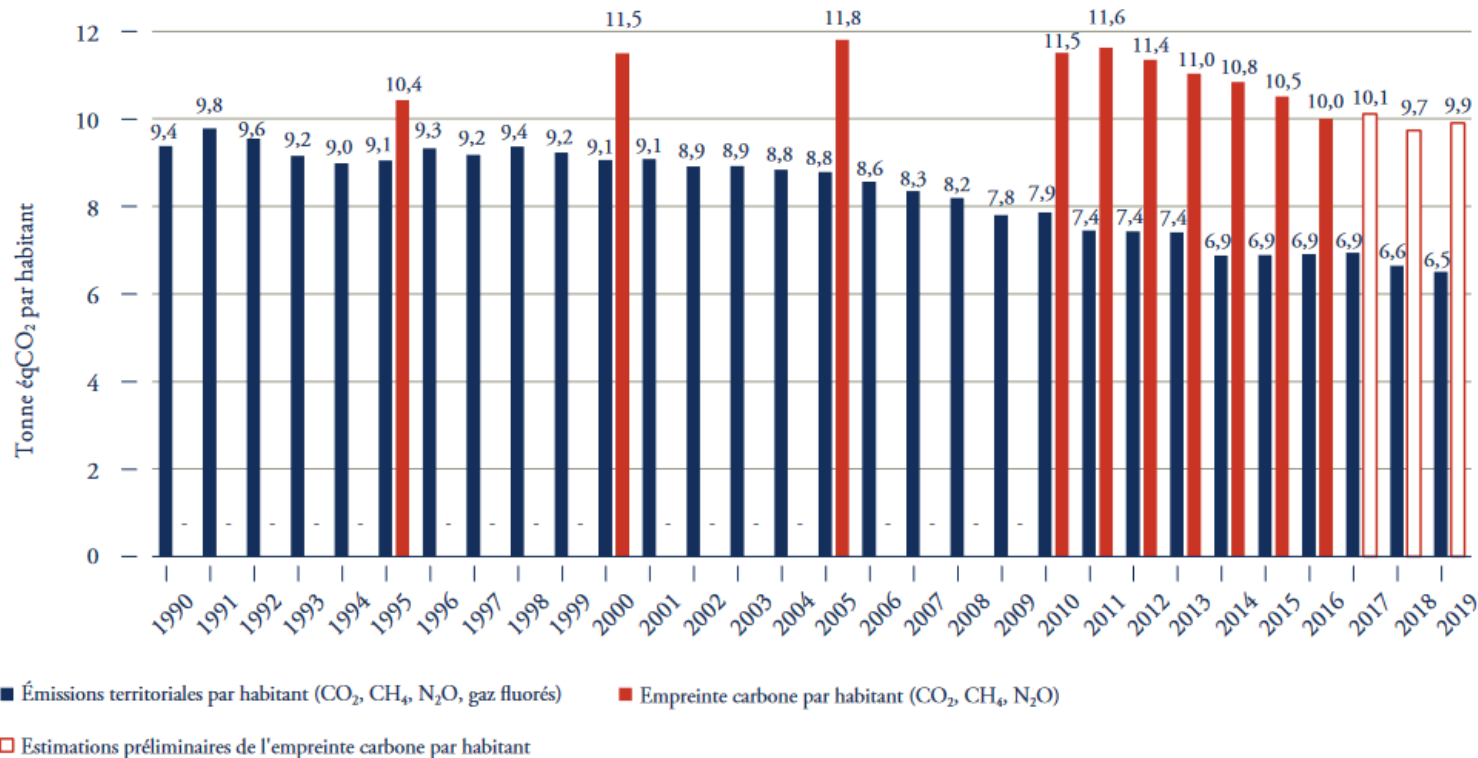


— Emissions constatées entre 1990 et 2019

ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

Evolution des émissions de GES en France

Figure 1.3 – Émissions territoriales de gaz à effet de serre (hors UTCATF) et empreinte carbone de la France entre 1990 et 2019



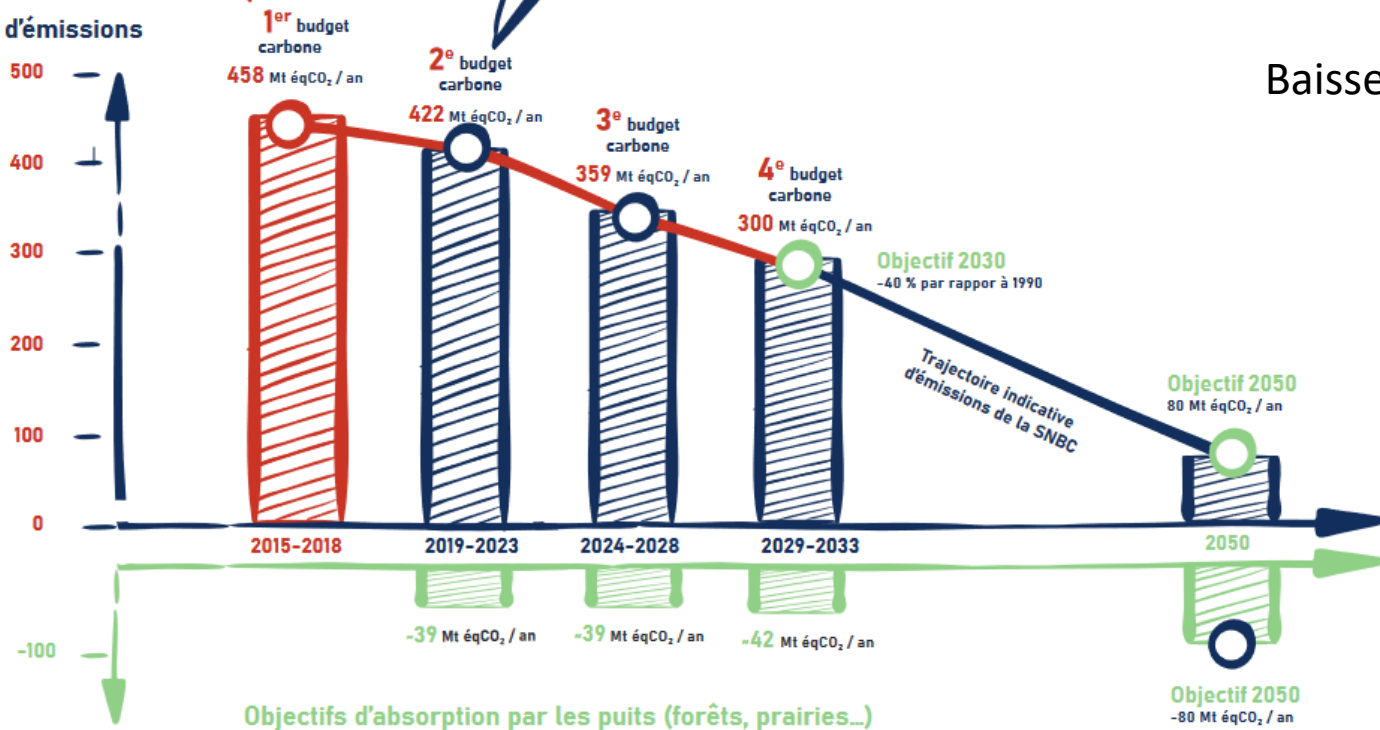
ET SURTOUT DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES !

En France : de belles ambitions, peu d'action

Le premier budget carbone (2015-2018) n'a pas été respecté. Les transports et les bâtiments en particulier n'ont pas réduit suffisamment rapidement leurs émissions.

Le second budget carbone (2019-2023) est pour l'instant respecté, avec une baisse annuelle des émissions de 1,9 % en 2019 et de 9 % en 2020 excédant les objectifs respectifs de 0,3 % et 1,5 %. Ce résultat positif doit cependant être nuancé : la crise de la Covid-19 a beaucoup contribué à la baisse des émissions. Surtout, les objectifs de réduction des émissions fixés par la SNBC seront plus élevés par la suite : il faudra passer à au moins 3 % par an de réduction à partir de 2021, et sans doute davantage vu les nouveaux objectifs européens. Les plus gros efforts restent donc à venir.

Objectifs d'émissions



Baisse > 3% par an

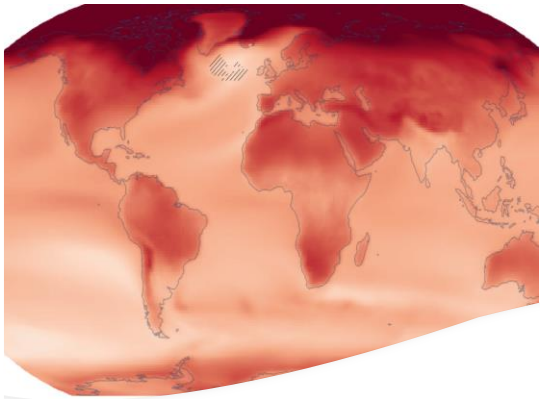
UNE EXCELLENTE SOURCE SI VOUS VOULEZ RÉVISER VOS CONNAISSANCES SUR LE CLIMAT

https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/visuel/2023/06/07/comprendre-le-rechauffement-comment-nous-avons-bouleverse-le-climat_6176490_4355770.html

Le Monde



COMMENT NOUS BOULEVERSONS LE CLIMAT



MERCI DE VOTRE
ATTENTION



SEPANT

Protège la nature et
l'environnement en Touraine

