





# les travaux du GIEC

*rapports du dernier cycle des  
travaux 2015 - 2023*



**Denis Deutsch**  
arpion  
prof & shifter

# menu du jour

- **GIEC : c'est quoi ce truc ?**
- **Les derniers rapports du GIEC**
  - *(merci aux complices shifteurs)*
  - **GT 1 : les faits (la science, quoi !) – août 2021**
  - **GT 2 : vulnérabilités & atténuation – février 2022**
  - **GT 3 : mesures d'adaptation – avril 2022**
- **Du neuf depuis lors ?**
  - **WMO, l'organisation météo mondiale**
- **Back-up**
- **Energies, AIE et autres machins**

**Quelques idées pour rester raisonnablement optimiste**

# Le GIEC en quelques mots

- Organisme ONU, 195 États membres créé en 1988 avec l'OMM
- Bureau scientifique élu, sélectionne les auteurs (200-300)
- 3 groupes de travail :
  - WG1 : physique du changement
  - WG2 : impacts et adaptation
  - WG3 : stratégies d'atténuation
- Synthèse des études scientifiques et rapports publiés (12-18k)
- Rapport complet (3-5k) + résumé technique (~200) + résumé pour décideurs (30-50)
- Dernier cycle de travaux (le 6è) s'est achevé en 2023

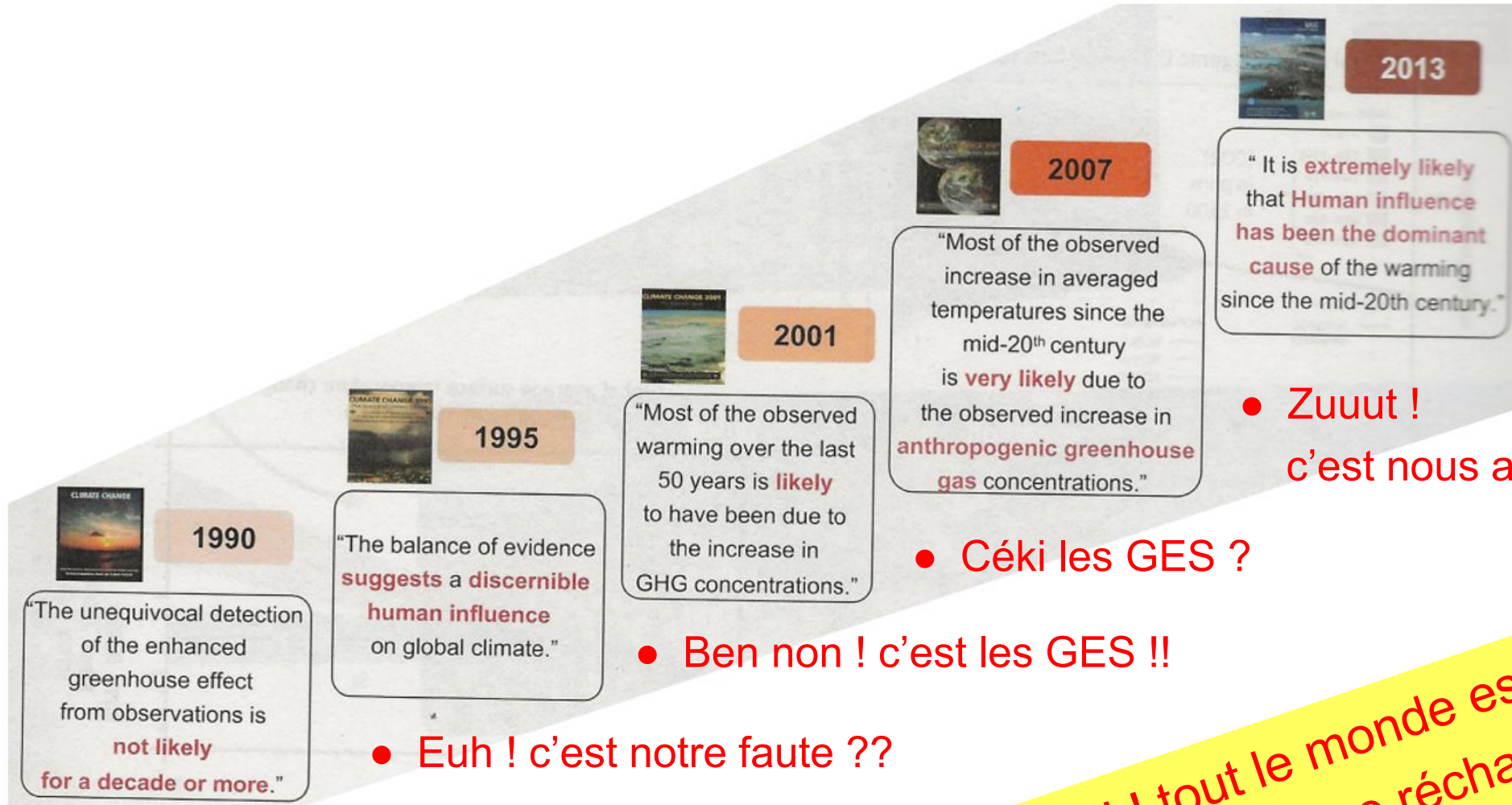


# Le GIEC

- Ne fait pas de recherche (... !)
- Mais à travers l'analyse des publications il compile 'la science' de centaines voire de milliers de chercheurs de tous domaines, climatologues bien sûr mais aussi physiciens, biologistes, statisticiens, sociologues .....
- Les projets de rapports sont **scrutés attentivement par les pays** (les gouvernements)
- Et finalement validés dans des séances – parfois dantesques – opposant certaines délégations de gouvernements et les scientifiques pour négocier les mots et les virgules .....



# après le 6<sup>e</sup> cycle du GIEC



● Allo Houston on a un pb !

● Euh ! c'est notre faute ??

● Ben non ! c'est les GES !!

● Céki les GES ?

● Zuuut !  
c'est nous alors ?

Eh OUI ! tout le monde est enfin d'accord  
Çà se réchauffe  
Et c'est bien notre faute

# détour chez les shifters



Jean-Marc Jancovici & C°  
→ dé-car-bo-ner !



Association de personnes (bénévoles) convaincues de l'impérieuse nécessité de transformer nos sociétés, son approche méthodologique est commune à celle du Shift Project

~ 5 000 membres chez les Shifters à ce jour !!

Fonctionnement en 'missions'

***La mission dont nous parlons aujourd'hui =  
'vulgariser' les rapports du GIEC du dernier cycle de travaux***

CNRS & C°

# Synthèse du sixième rapport d'évaluation du GIEC

vulga



François BENY, Stéphanie CANAS, Manoel CHAVANNE, Denis DEUTSCH, Léa PERSOZ, Alexandre TUEL

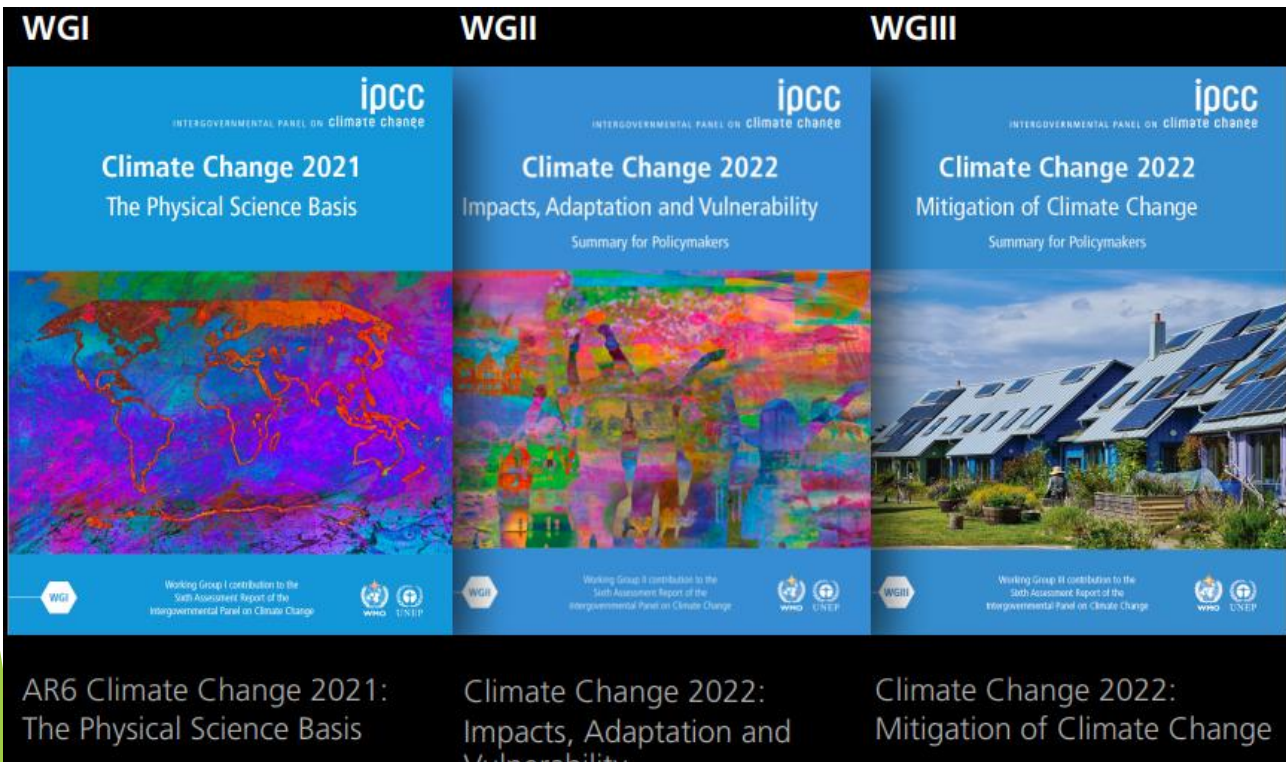
**ipcc**

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change



**THE  
SHIFTERS**

# 7 rapports du cycle AR6



et le rapport final de mars 2023 →

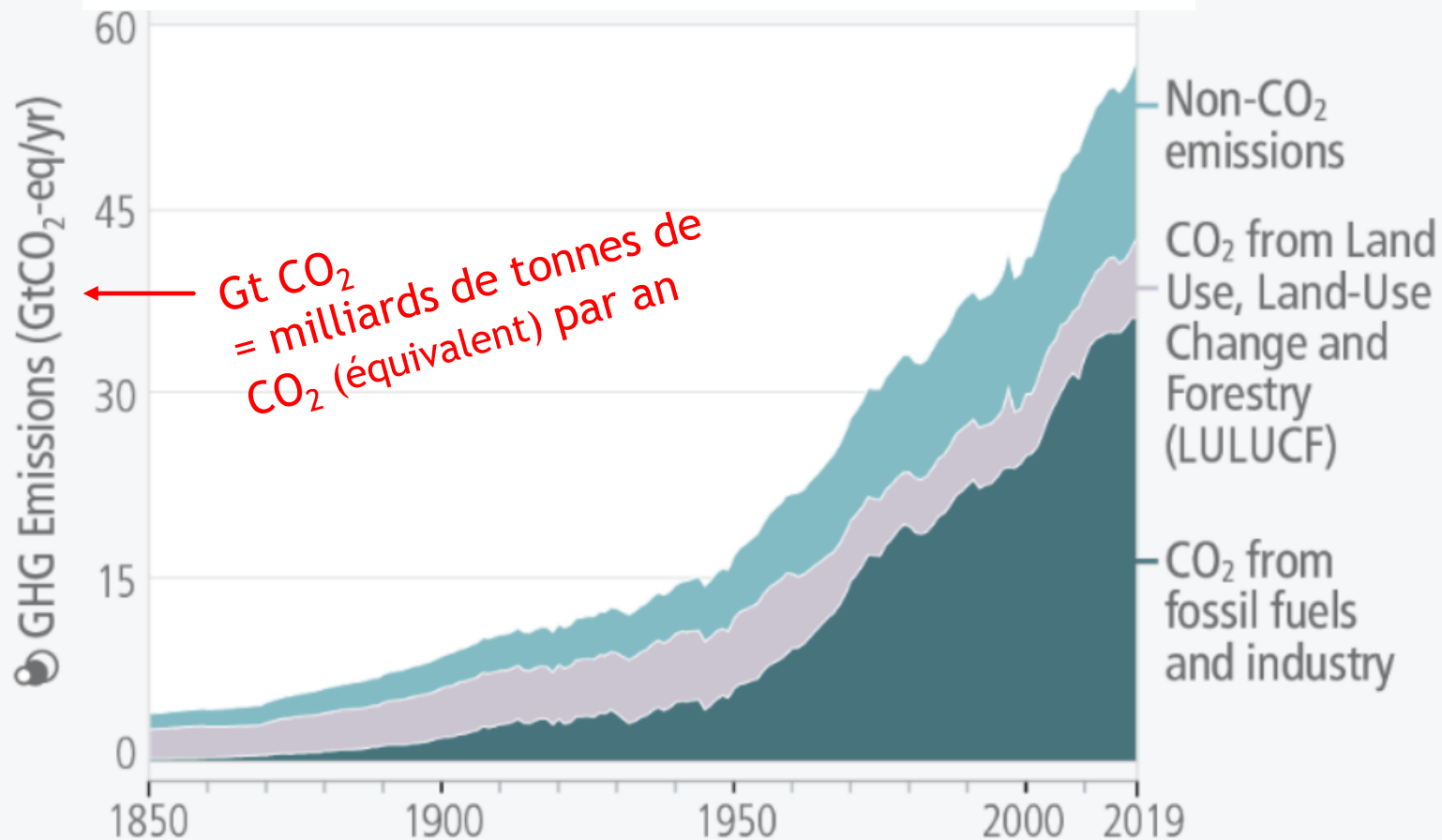
# Groupe de travail numéro 1 : Les bases scientifiques



*planche ne figurant pas dans la  
présentation 'standard' de la  
conférence 'vulgarisation AR6'*

# Pourquoi le climat change ?

Les émissions de GES - gaz à effet de serre - des activités humaines continuent de croître



GES autres que CO<sub>2</sub>

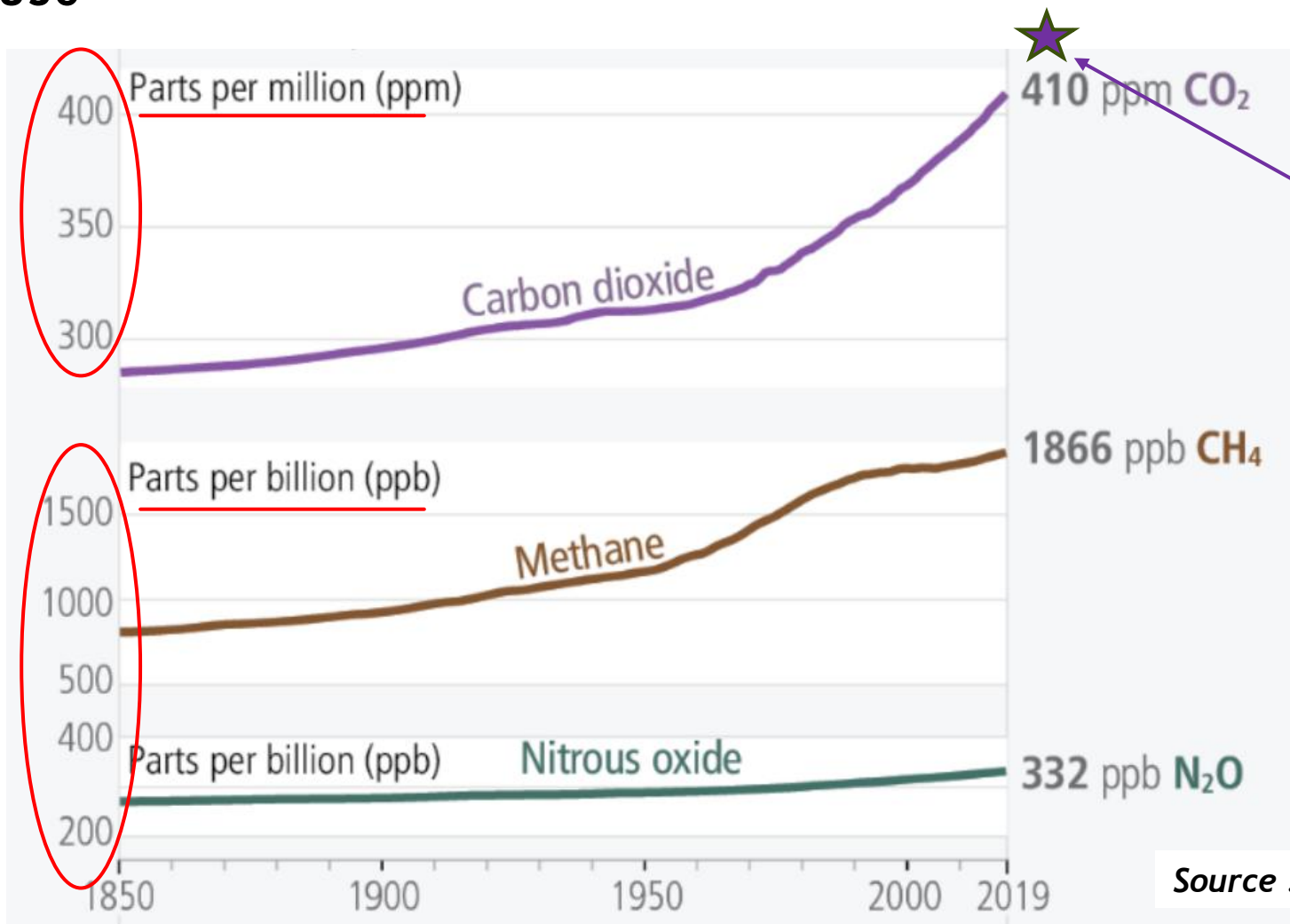
CO<sub>2</sub> résultant de la foresterie, de l'utilisation et du changement d'affectation des sols

CO<sub>2</sub> issu des énergies fossiles et de l'industrie

Source : AR6 rapport final (long) - mars 2023

# Evolution des concentrations dans l'atmosphère

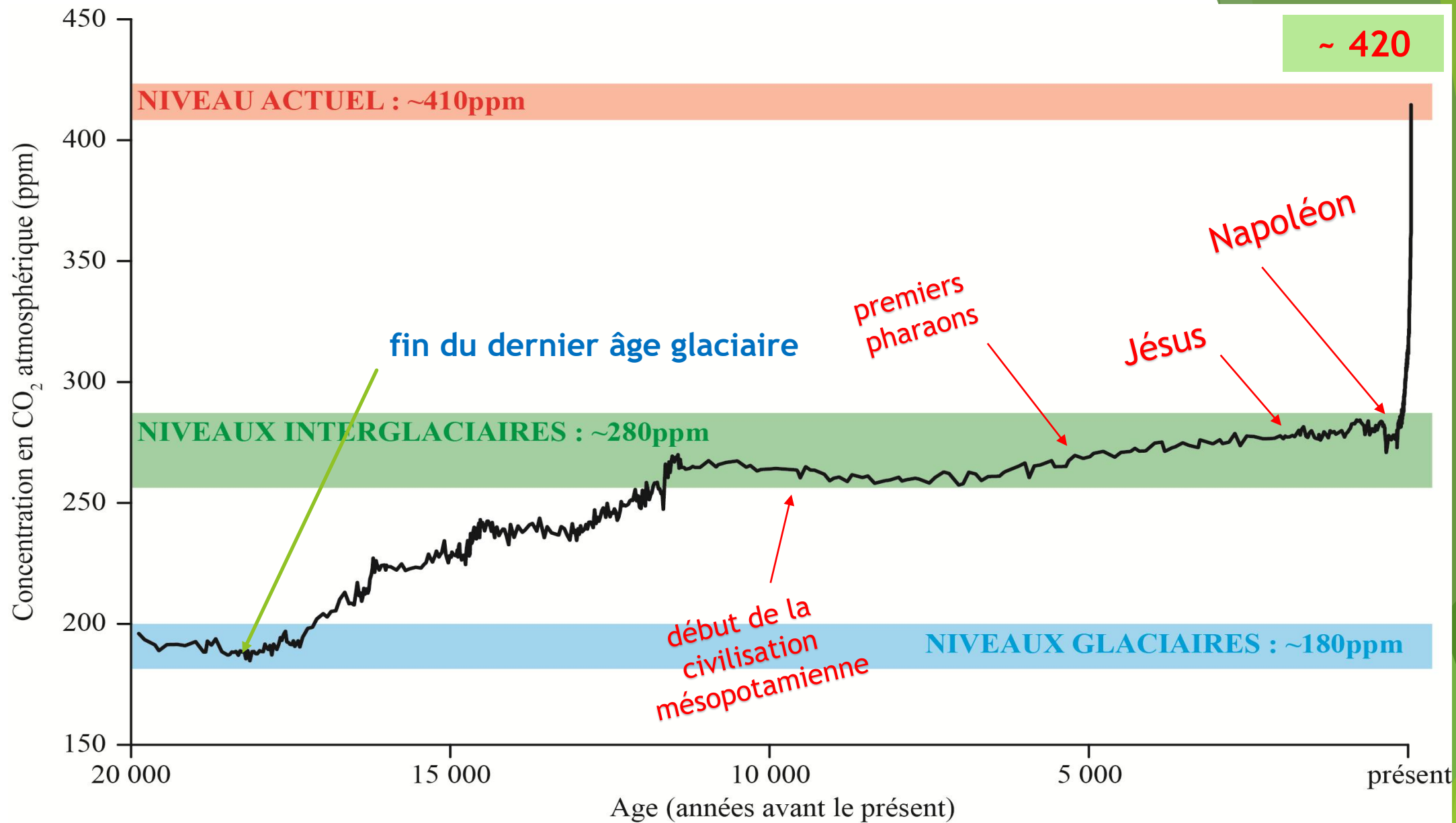
Les concentrations en GES ont augmenté rapidement depuis 1850



> 420 ppm de CO<sub>2</sub> (0,042%)  
actuellement = en 2024

Augmentation de 2 à 3 ppm par an

Source : AR6 rapport final (long) - mars 2023

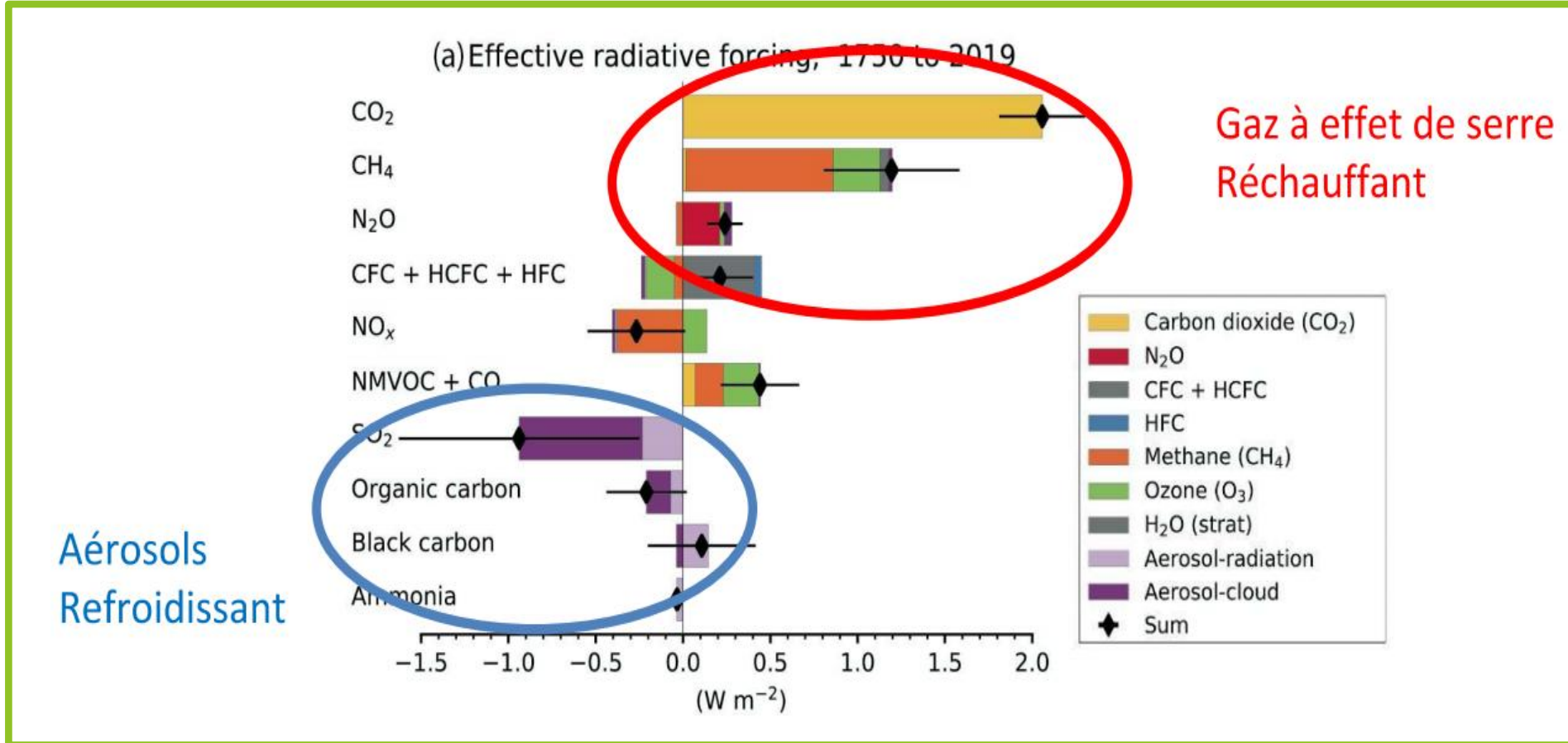


Variation de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère depuis 20 000 ans (données de Bereiter et al., 2015 + AR6 GIEC pour le point à 410ppm)



# L'effet de serre anthropique

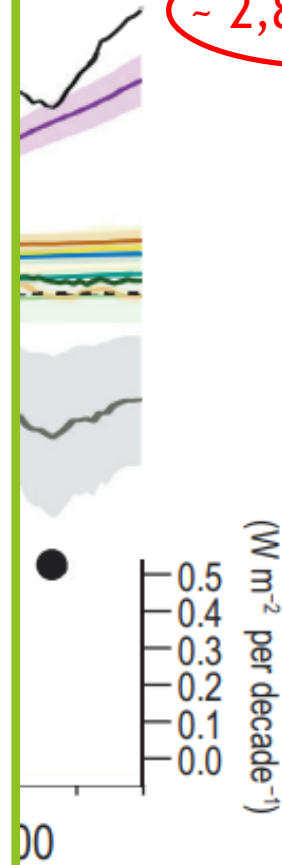
The increase in effective radiative forcing (ERF) since the late 19th century is driven predominantly by warming GHGs and cooling aerosol. ERF is changing at a faster rate since the 1970s



**~ 2,8 W/m<sup>2</sup>**

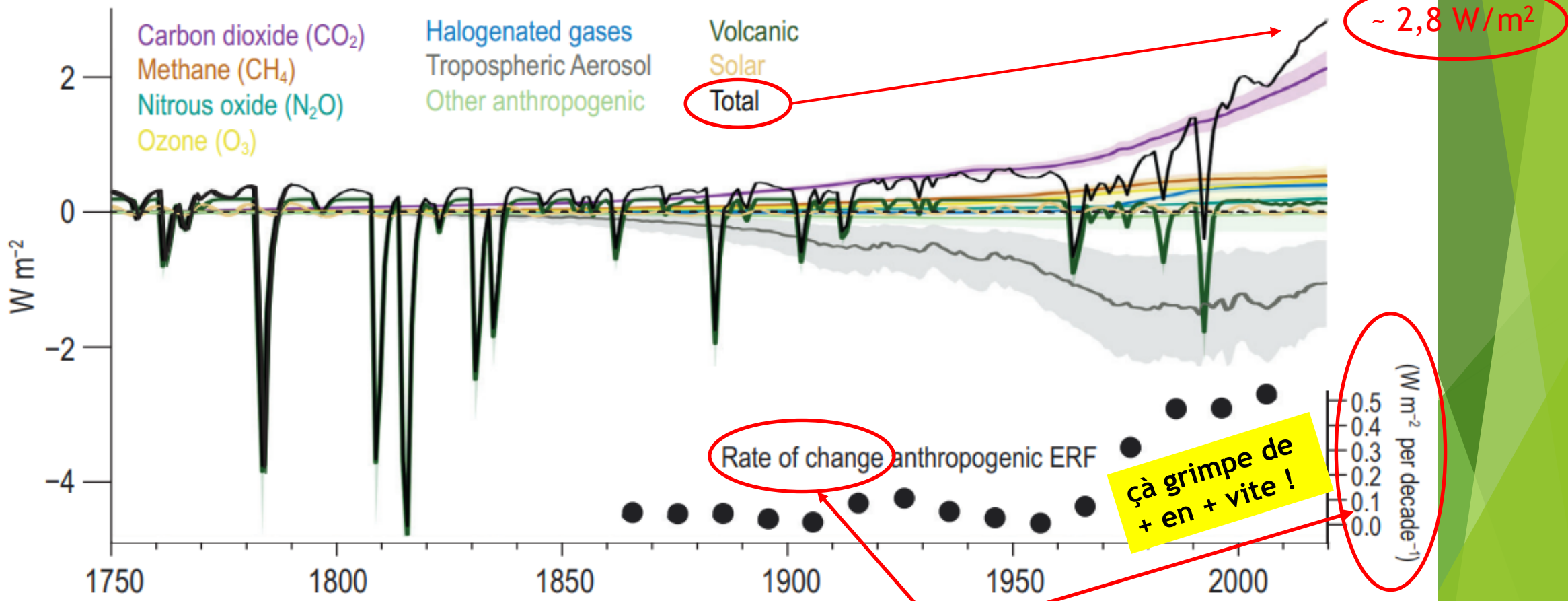
ERF = forçage radiatif en W/m<sup>2</sup>

À comparer à la radiation reçue du soleil soit en moyenne 340 W/m<sup>2</sup>



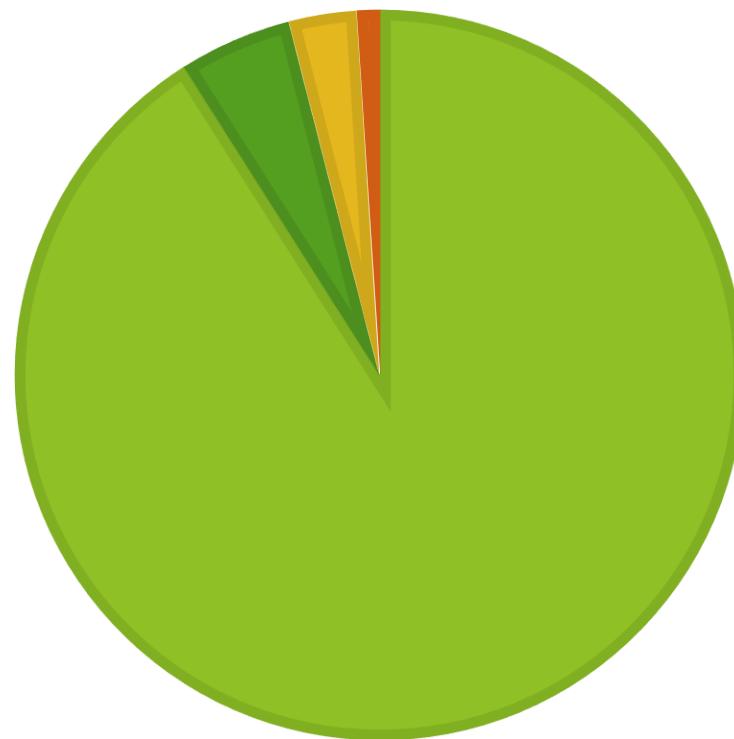
# ★ L'effet de serre anthropique / accélération

The increase in effective radiative forcing (ERF) since the late 19th century is driven predominantly by warming GHGs and cooling aerosol. ERF is changing at a faster rate since the 1970s



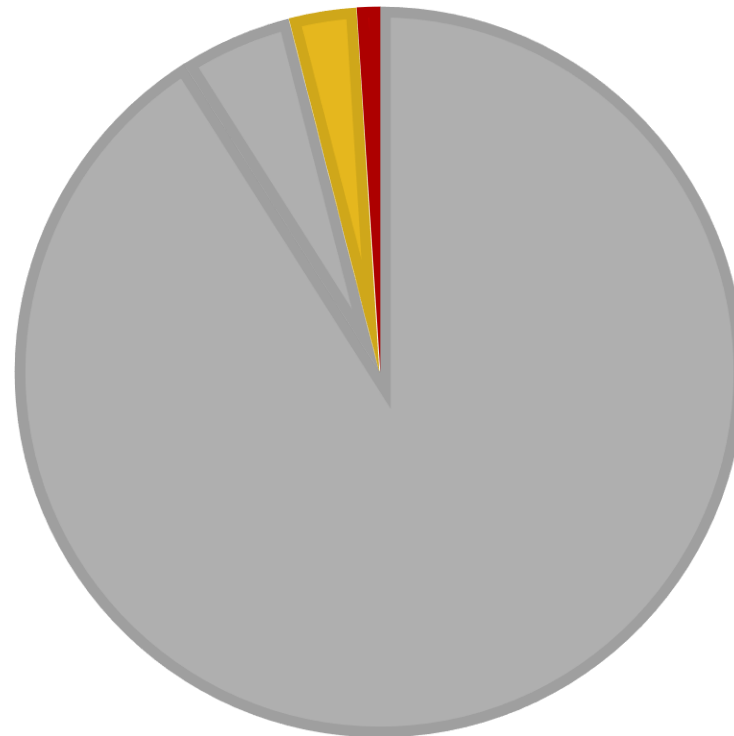
# Plus de GES... Plus d'énergie à dissiper

- Océans (91%)
- Surfaces continentales (5%)
- Glaces (3%)
- Atmosphère (1%)



# Dissipation de l'énergie dans l'atmosphère

- Océans (91%)
- Surfaces continentales (5%)
- Glaces (3%)
- Atmosphère (1%)



# Quels sont les changements déjà observés ? - dissipation de l'énergie par l'atmosphère (1% de l'énergie)

Monde = +1,2°C depuis 1850  
France = +1,8°C depuis 1900

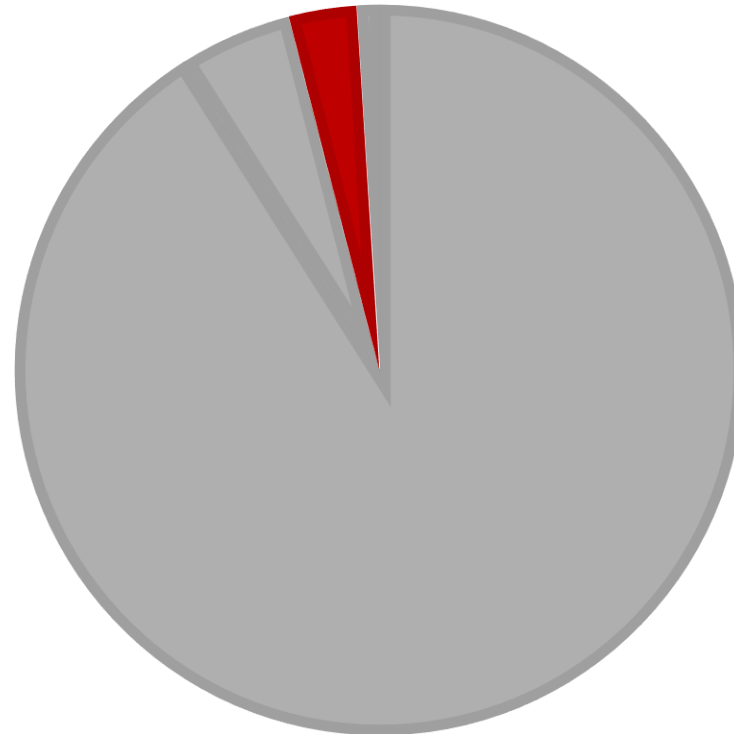
+1,2°C

“Il est sans équivoque que l'influence humaine a réchauffé l'atmosphère, les océans et les continents.”

résumé aux décideurs du groupe de travail numéro 1 du 6e rapport d'évaluation du GIEC

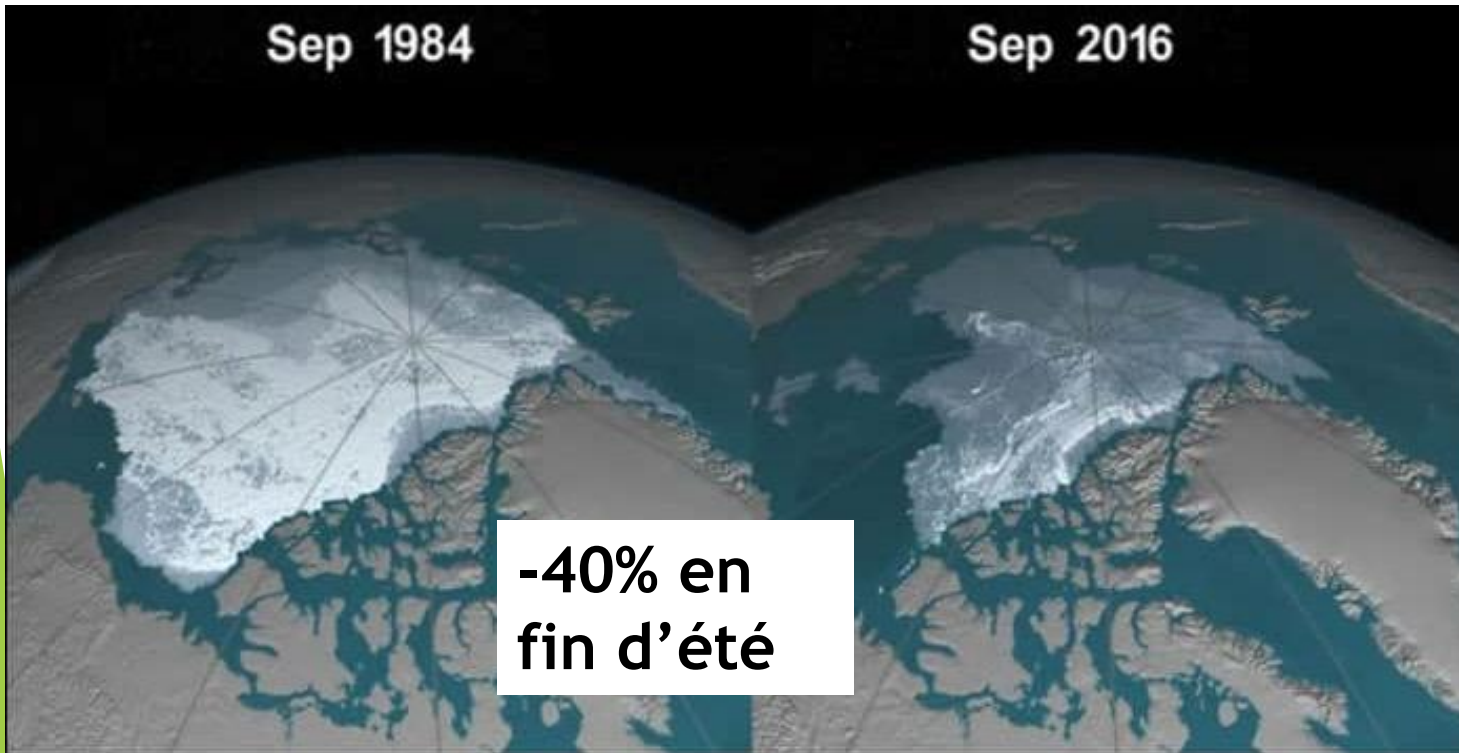
# Dissipation de l'énergie dans les glaces

- Océans (91%)
- Surfaces continentales (5%)
- Glaces (3%)
- Atmosphère (1%)



# Quels sont les changements déjà observés ? - dissipation de l'énergie dans les glaces (3% de l'énergie)

## Fonte de la banquise Arctique



Comparaison de la surface de banquise entre 1984 et 2016. Source : timelaps de la NASA

## Fonte des glaciers



Niveau de la mer de glace en 1990 et aujourd'hui  
©Godong/Universal Images Group via Getty Image

# Quels sont les changements déjà observés ? - dissipation de l'énergie dans les glaces (3% de l'énergie)

Fonte de la calotte Groenlandaise

Pas de tendance confirmée pour l'Antarctique

© futura sciences

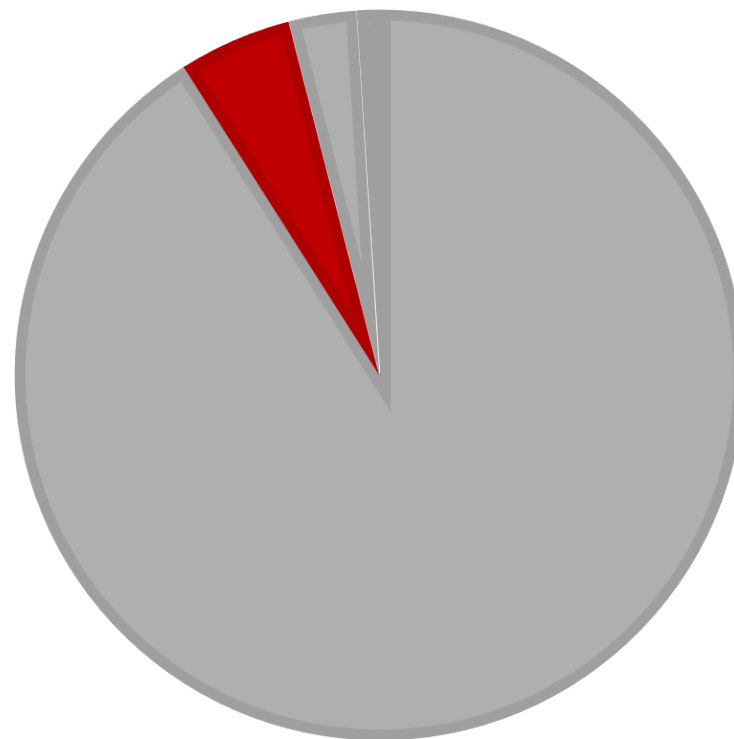


© pieuvre.ca // agence science presse



# Dissipation de l'énergie dans les sols

- Océans (91%)
- Surfaces continentales (5%)
- Glaces (3%)
- Atmosphère (1%)



# Quels sont les changements déjà observés ? - dissipation de l'énergie par les terres (5% de l'énergie)

## Fonte étendue depuis 1980

© le livre scolaire



Sol gelé

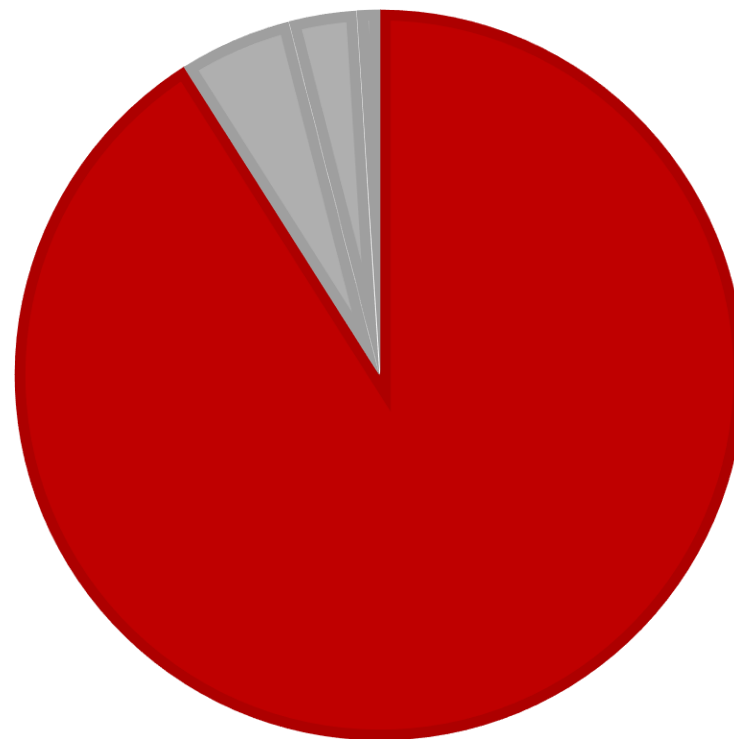
© Steve Jurvetson



**Contient du méthane et dioxyde de carbone : augmente le réchauffement en fondant**

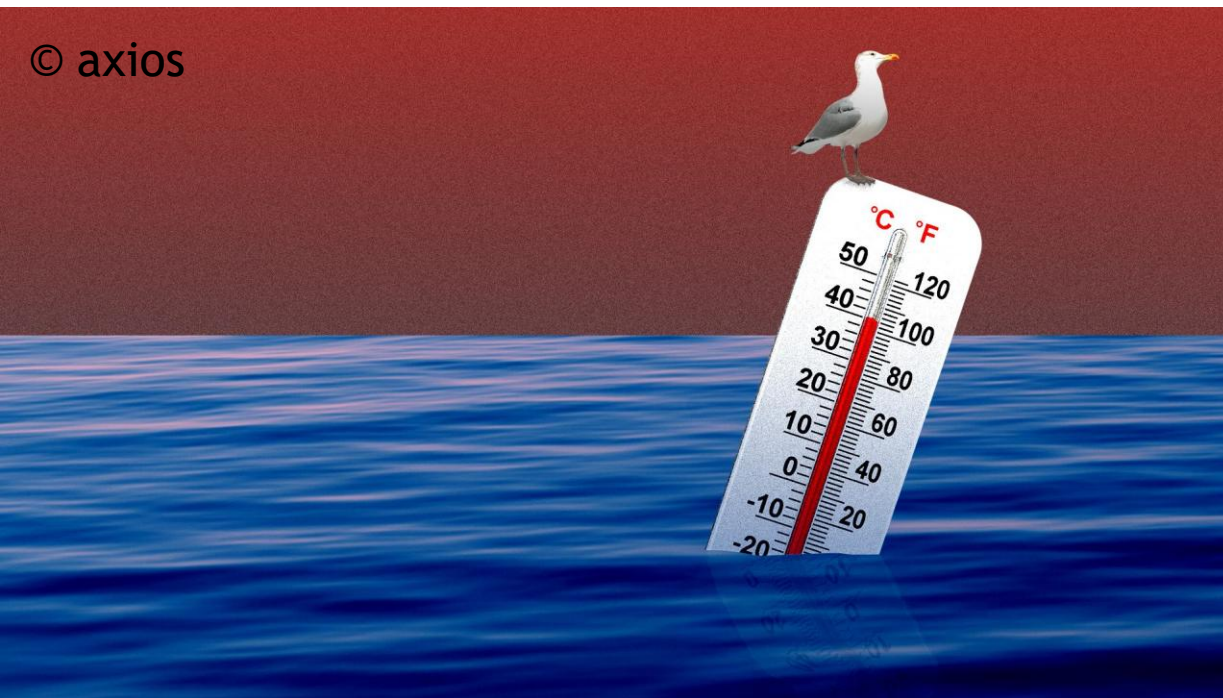
# Dissipation de l'énergie dans l'océan

- Océans (91%)
- Surfaces continentales (5%)
- Glaces (3%)
- Atmosphère (1%)

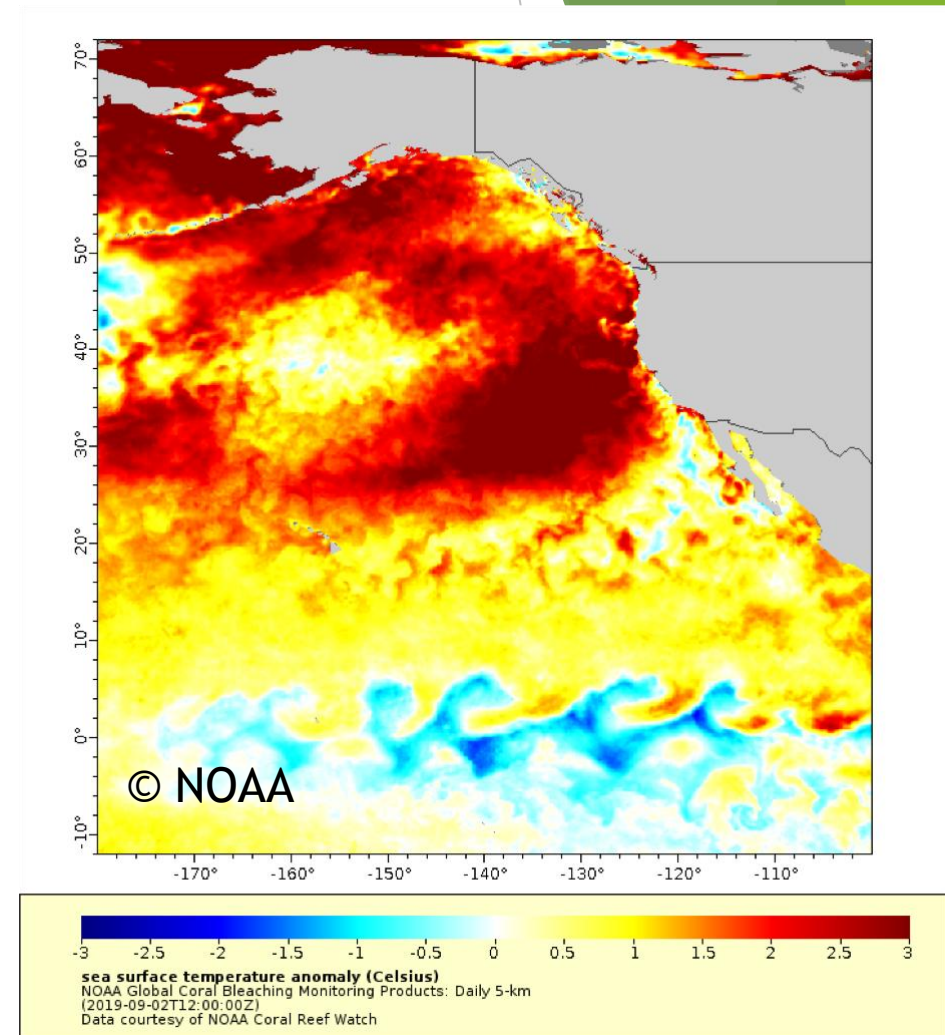


# Quels sont les changements déjà observés ? - dissipation de l'énergie par l'océan (91% de l'énergie)

Eaux de surface : +0,88° C depuis 1850  
+0,60 depuis 1980



Vagues de chaleur marines deux fois plus fréquentes qu'en 1980



Anomalie de température des eaux de surface

# Quels sont les changements déjà observés ?

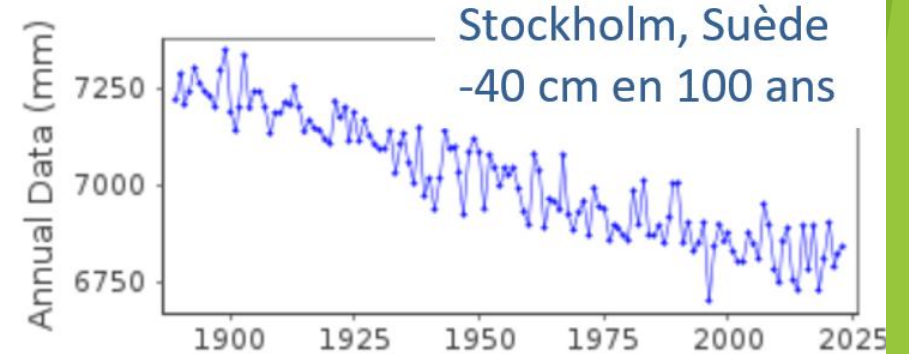
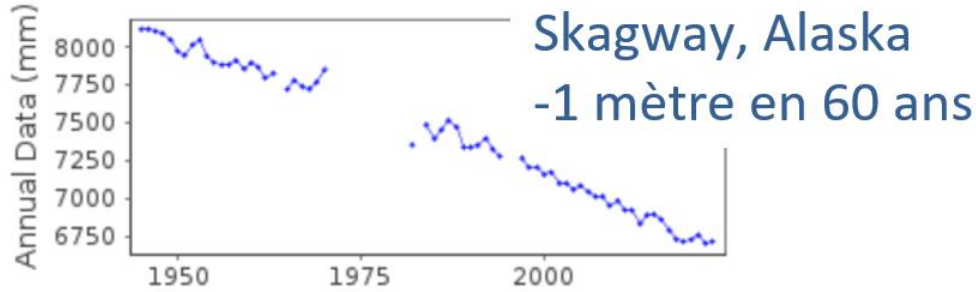
Hausse du niveau des mers (+20cm entre 1901 et 2018)  
et de l'érosion littorale

- Fonte des glaces = 8cm
- Dilatation thermique des océans = 10cm
- Changement de distribution des stocks d'eau douce = 2cm

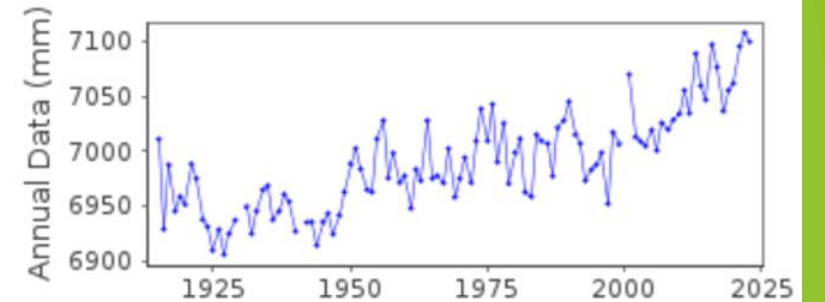
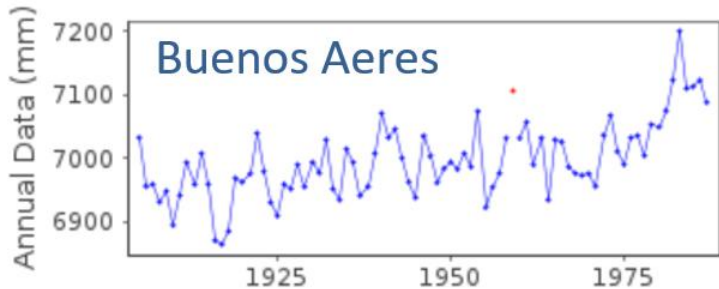


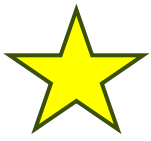
Photo de la digue de Wimereux (Haut de France) le 4 Janvier 2018 suite à la tempête Eléonor © LCI/TF1

**Cette hausse s'accélère**  
**+1,3mm/an entre 1901 et 1971, +3,7mm/an entre 2006 et 2018**

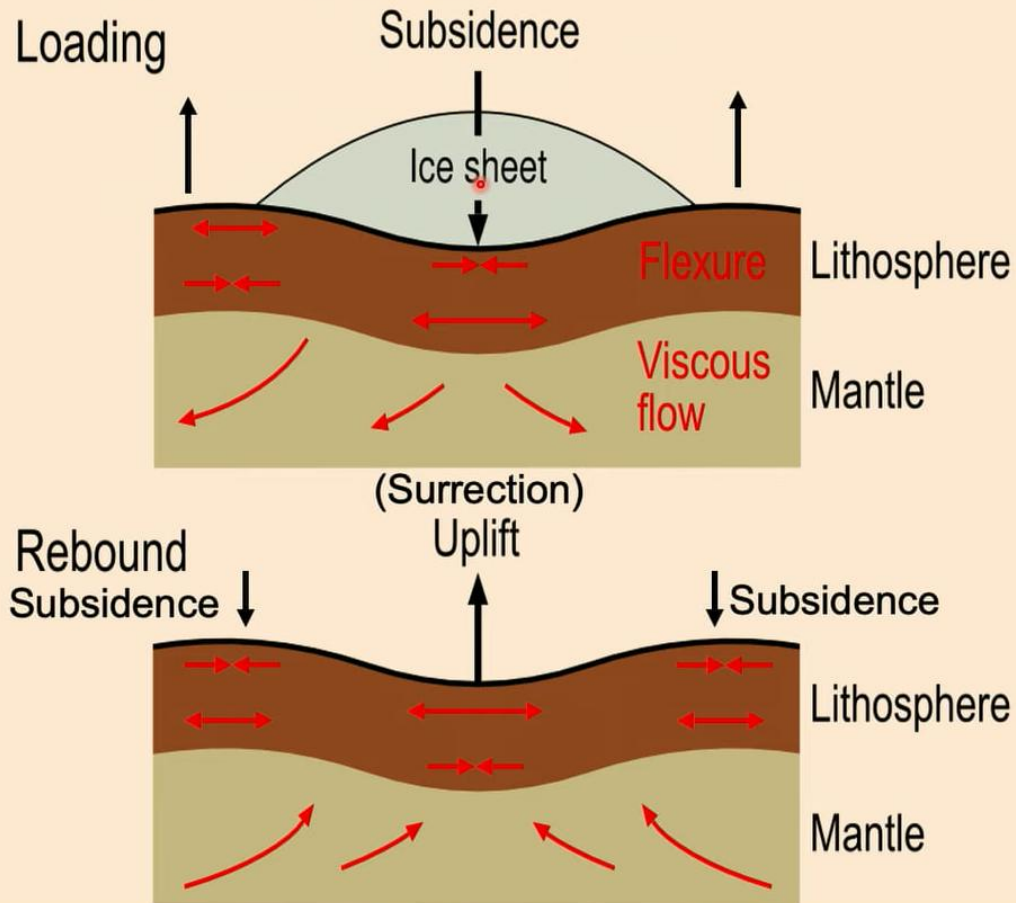


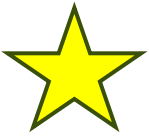
François-Marie Bréon





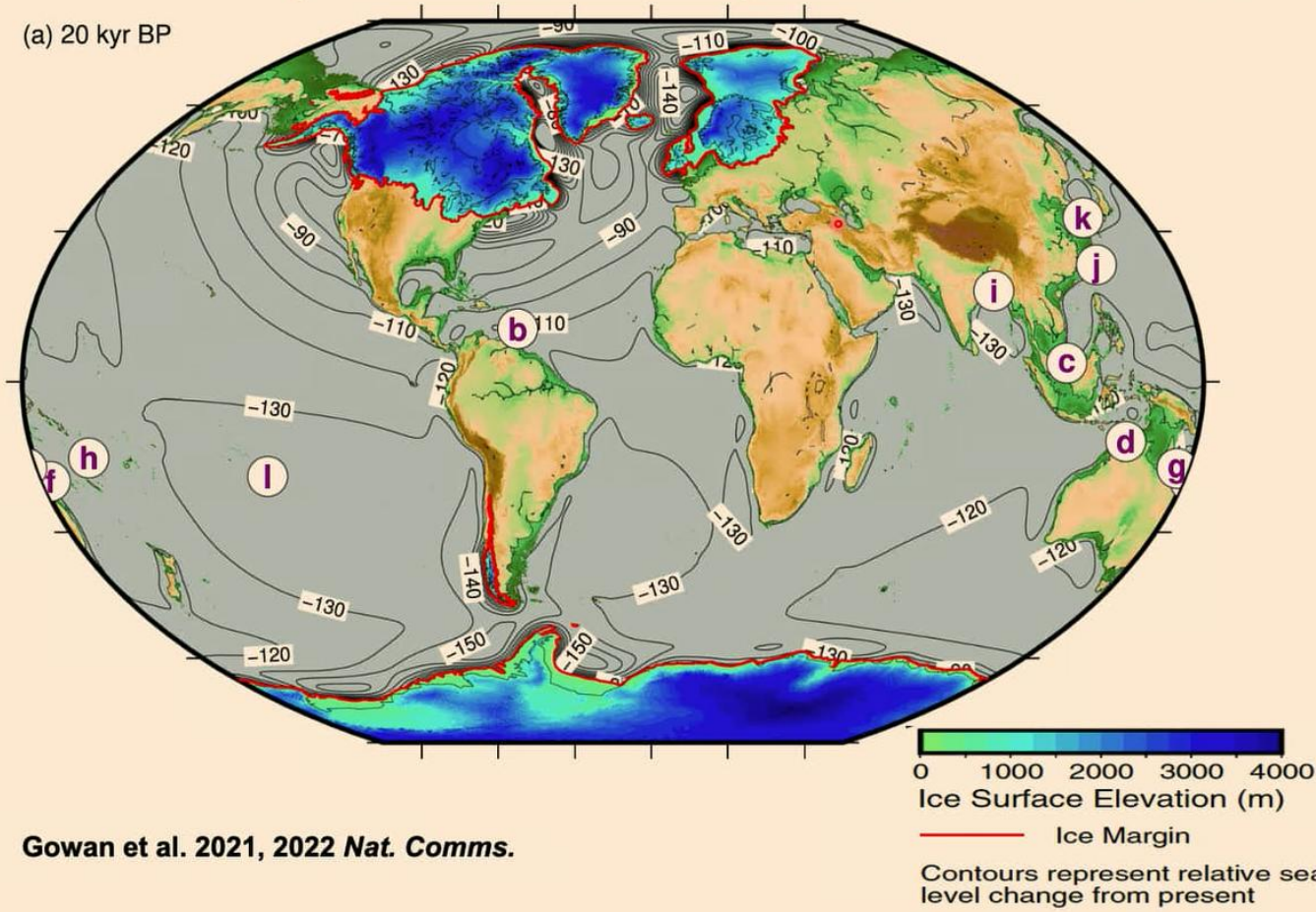
## Tenir compte des déformations glacio-isostatiques qui affectent la Terre entière





# Topographie du DMG sous le niveau marin actuel contraintes par les données proches des calottes

(a) 20 kyr BP



Gowan et al. 2021, 2022 *Nat. Comms.*

## DMG *dernier maximum glaciaire*



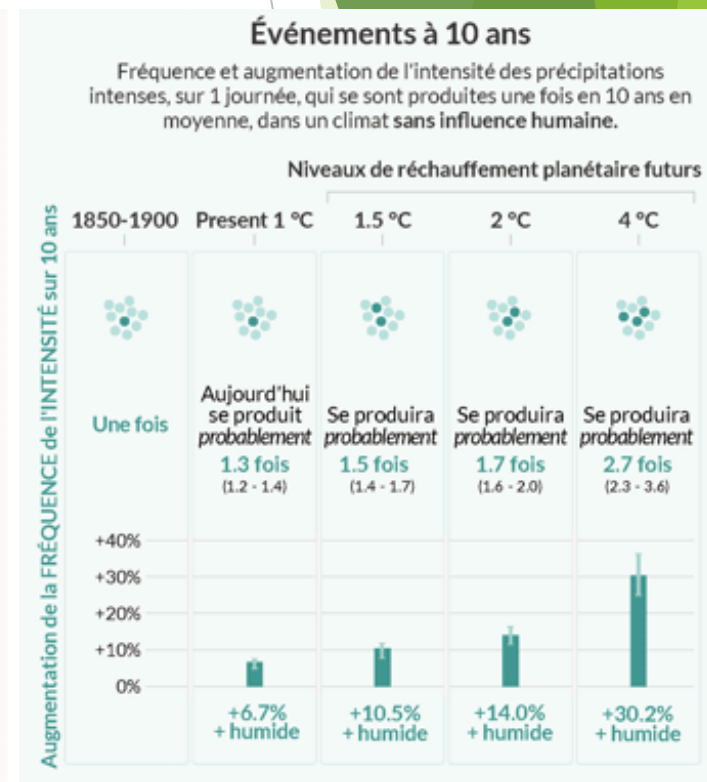
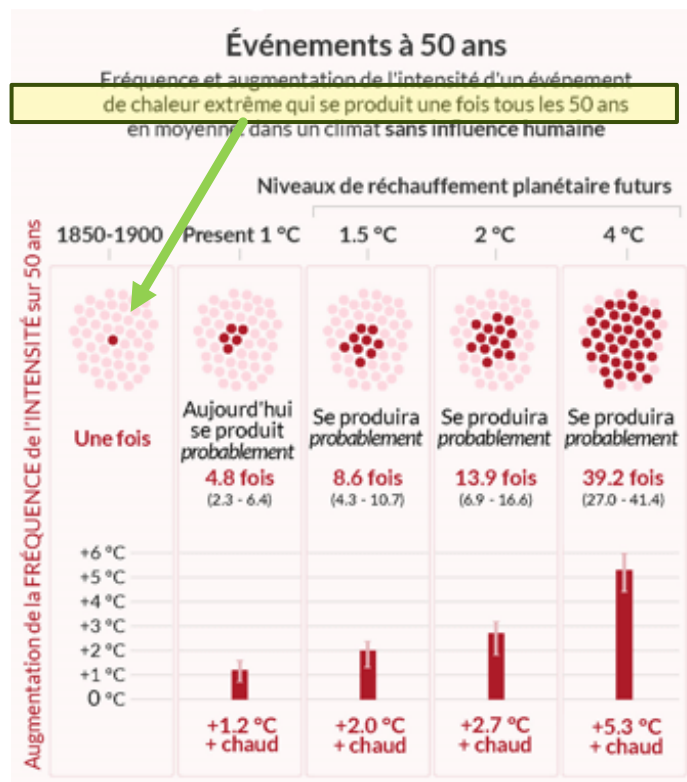
# De plus en plus de phénomènes météo. extrêmes



Inondations Pakistan, Septembre 2022 © Beraa Göktürk - aa.com.  
 Image sentinelle, été 2022 © Copernicus. Photo de la Loire, été 2022 © Franck Dubray - Ouest France  
 Incendie dans les Landes, été 2022 © l'indépendant

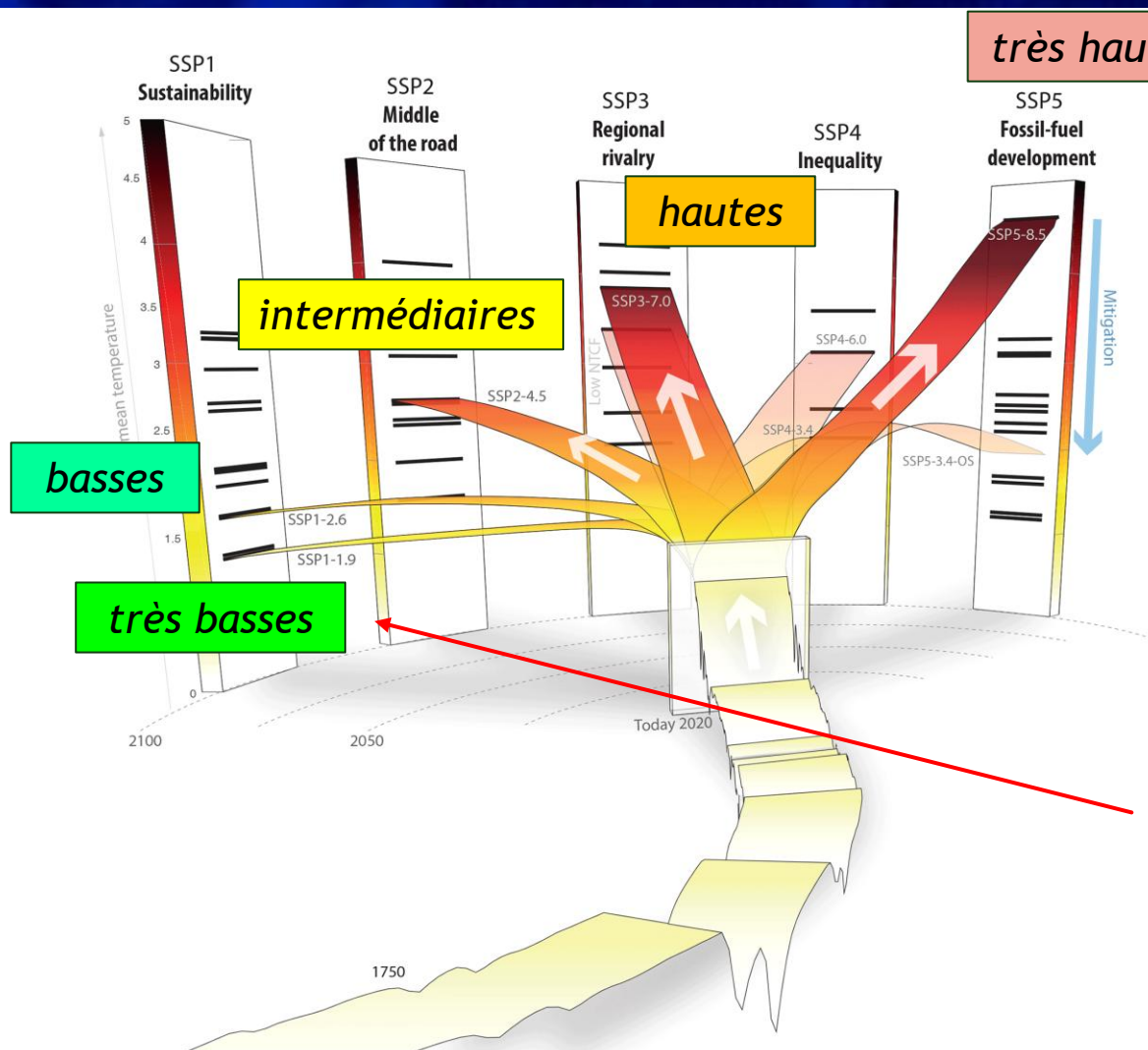
# Évènements extrêmes

- Poursuite de l'aggravation des évènements météorologiques extrêmes (canicules, sécheresses, pluies extrêmes, ouragans, etc.)
- Forte sensibilité à chaque fraction de degré de réchauffement
- Exemple : d'après Météo France, la sécheresse de 2022 pourrait bien être la norme d'ici 2050



SPM AR6, Figure 8

# Les scénarios du GIEC...



Dans les publications scientifiques il y a des centaines de simulations (scénarios)

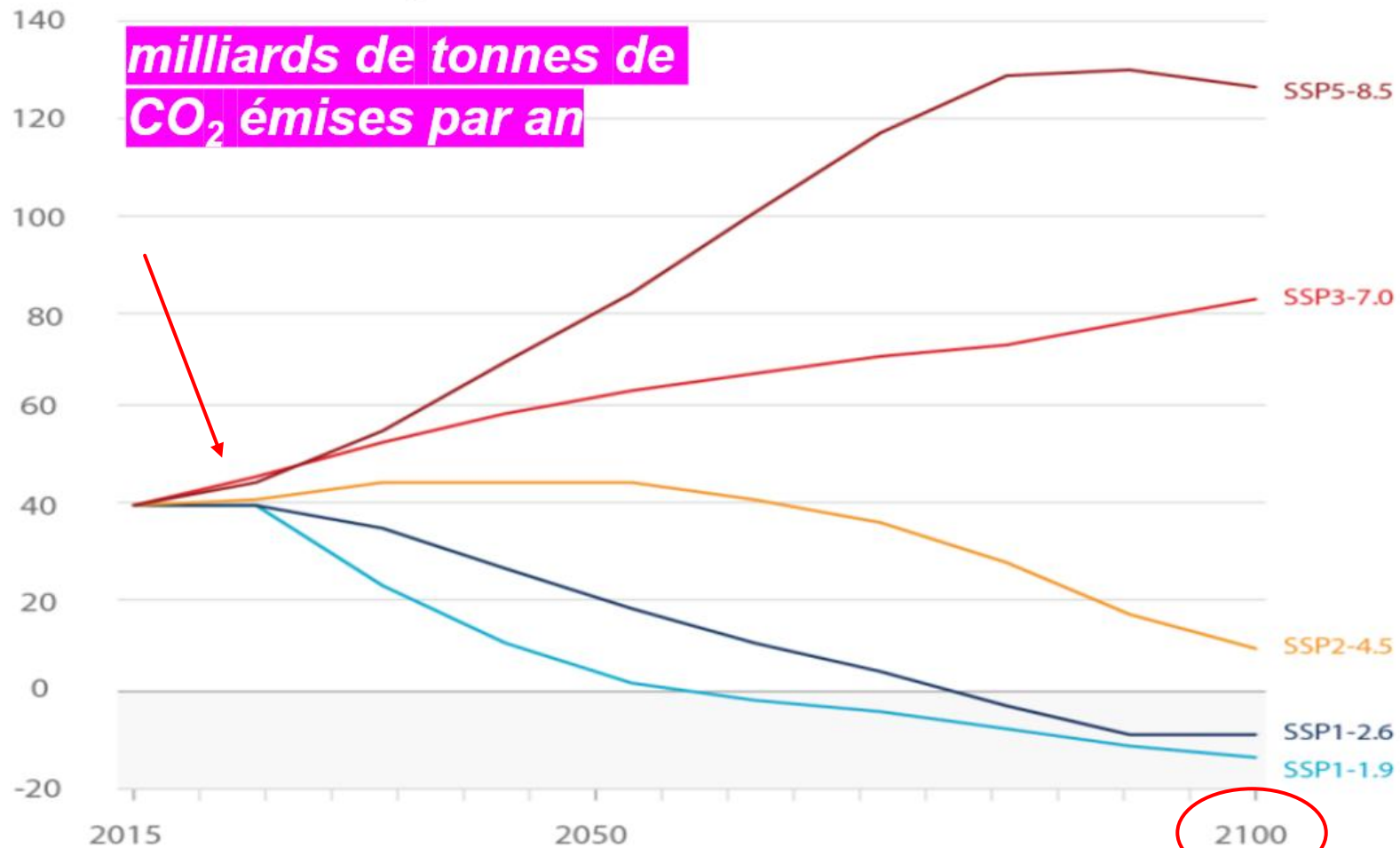
Le GIEC en retient quelques unes (5 ici) comme références  
Les SSP xx-yy ..... (pfff !)

Avec des

**émissions**

# Les scénarios du GIEC...

Dioxyde de carbone (GtCO<sub>2</sub>/an)



**émissions**

**très élevées**

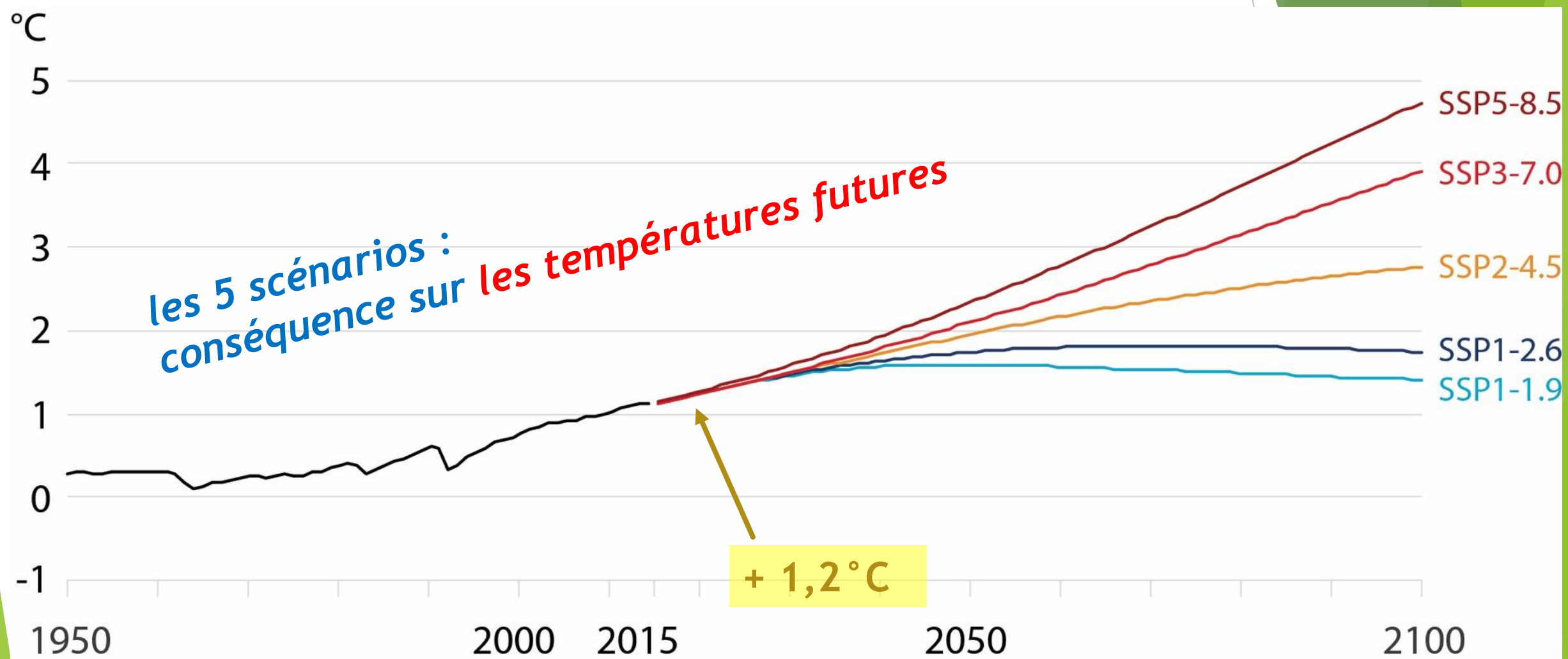
**élevées**

**moyennes**

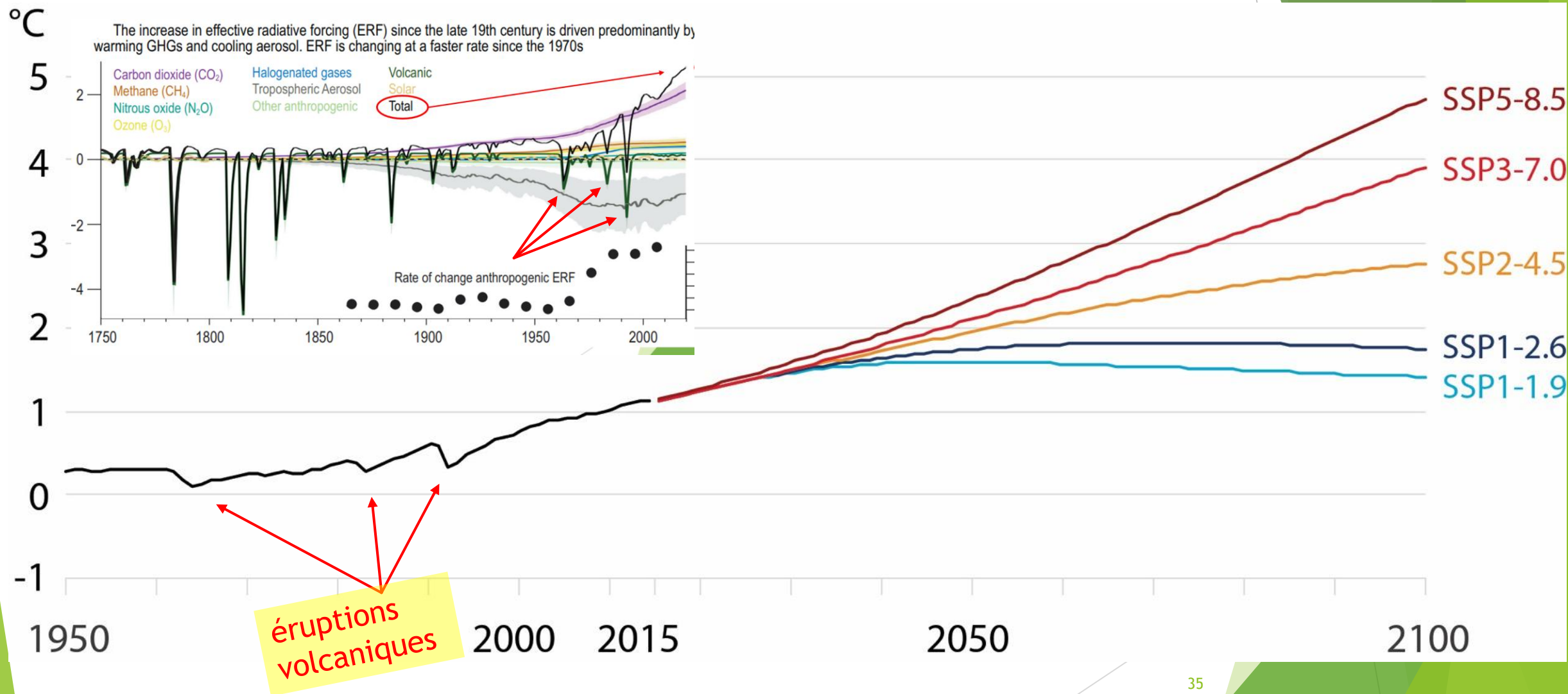
**basses**

**très basses**

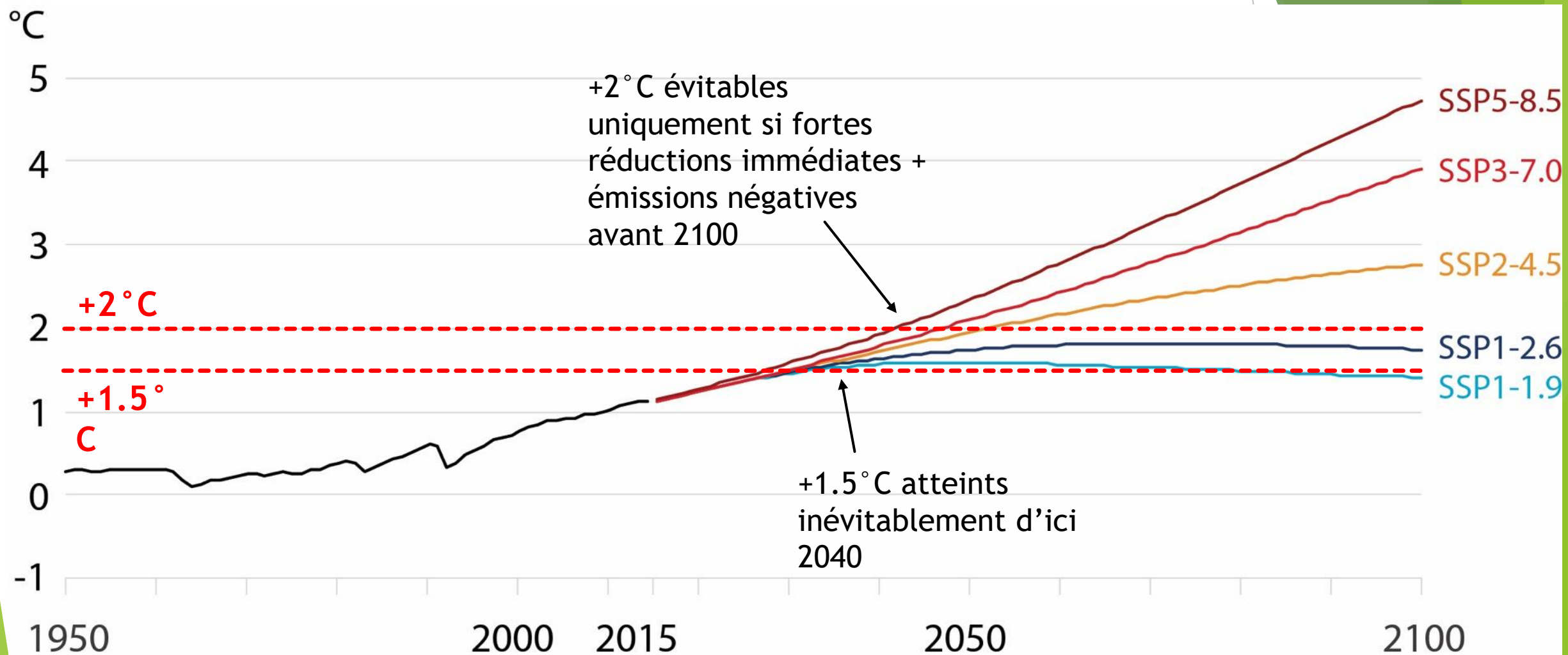
# Les scénarios du GIEC...



# Les scénarios du GIEC...

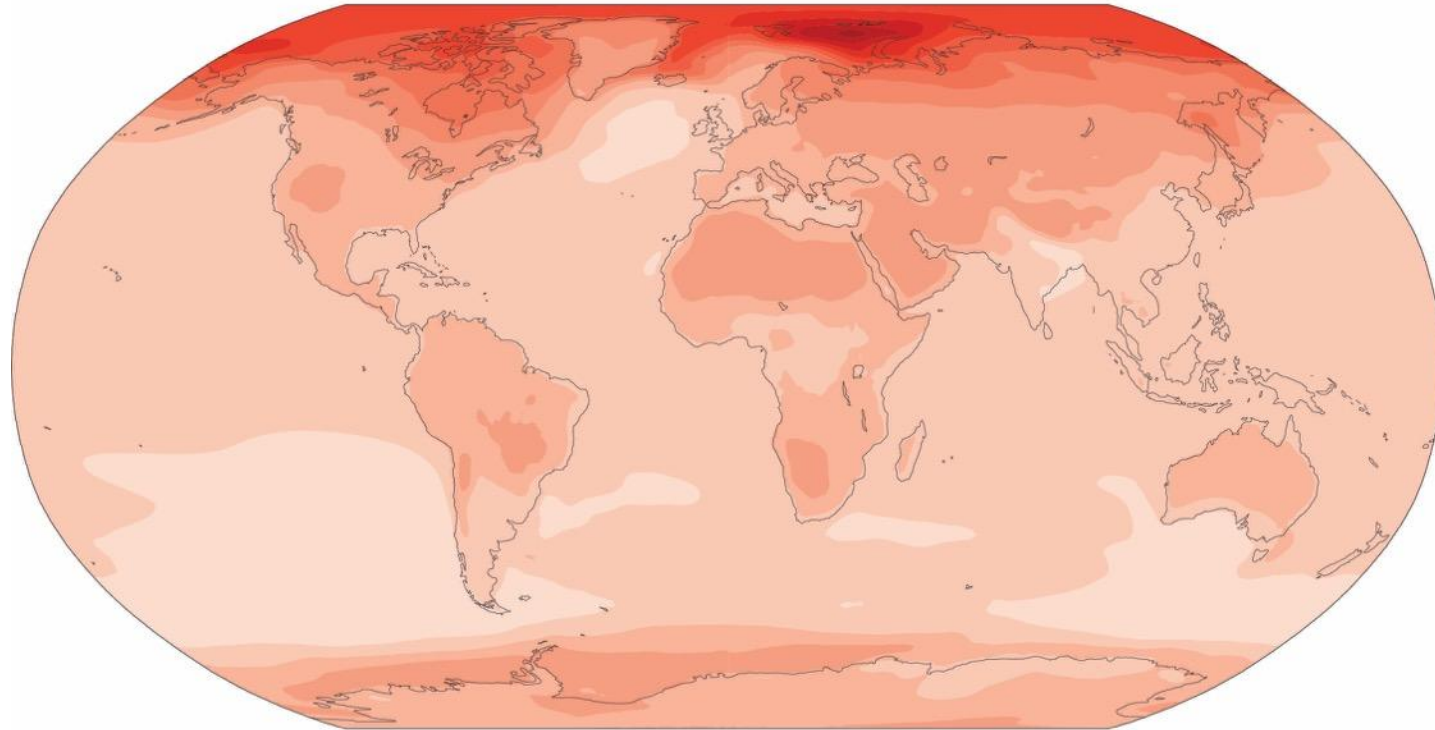


# Les scénarios du GIEC...



# Quel réchauffement, et pour où ?

Changement simulé pour  
un réchauffement mondial de 1.5°C



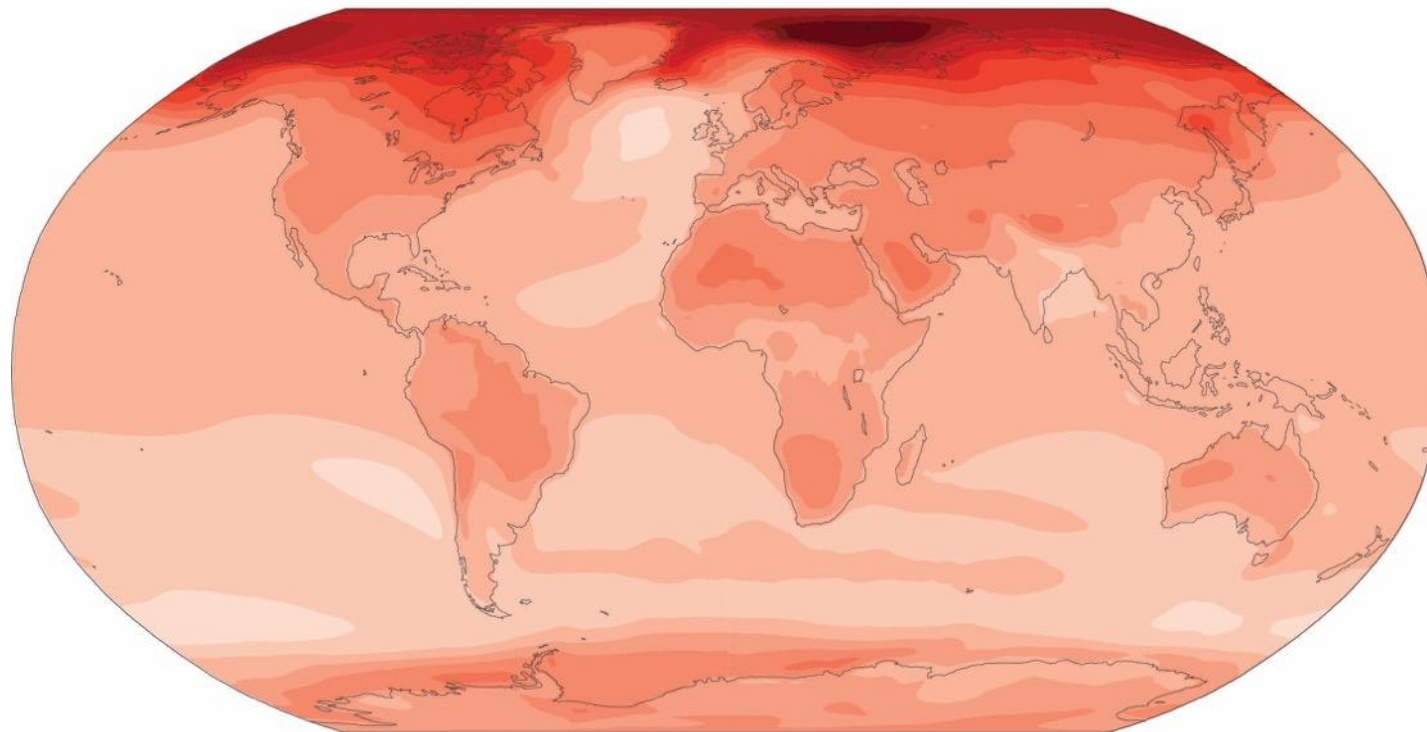
Changement (°C) →  
plus chaud

37

Changements simulés par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 (figure SPM5 du WG I de l'AR6)

# Quel réchauffement, et pour où ?

Changement simulé pour  
un réchauffement mondial de 2°C



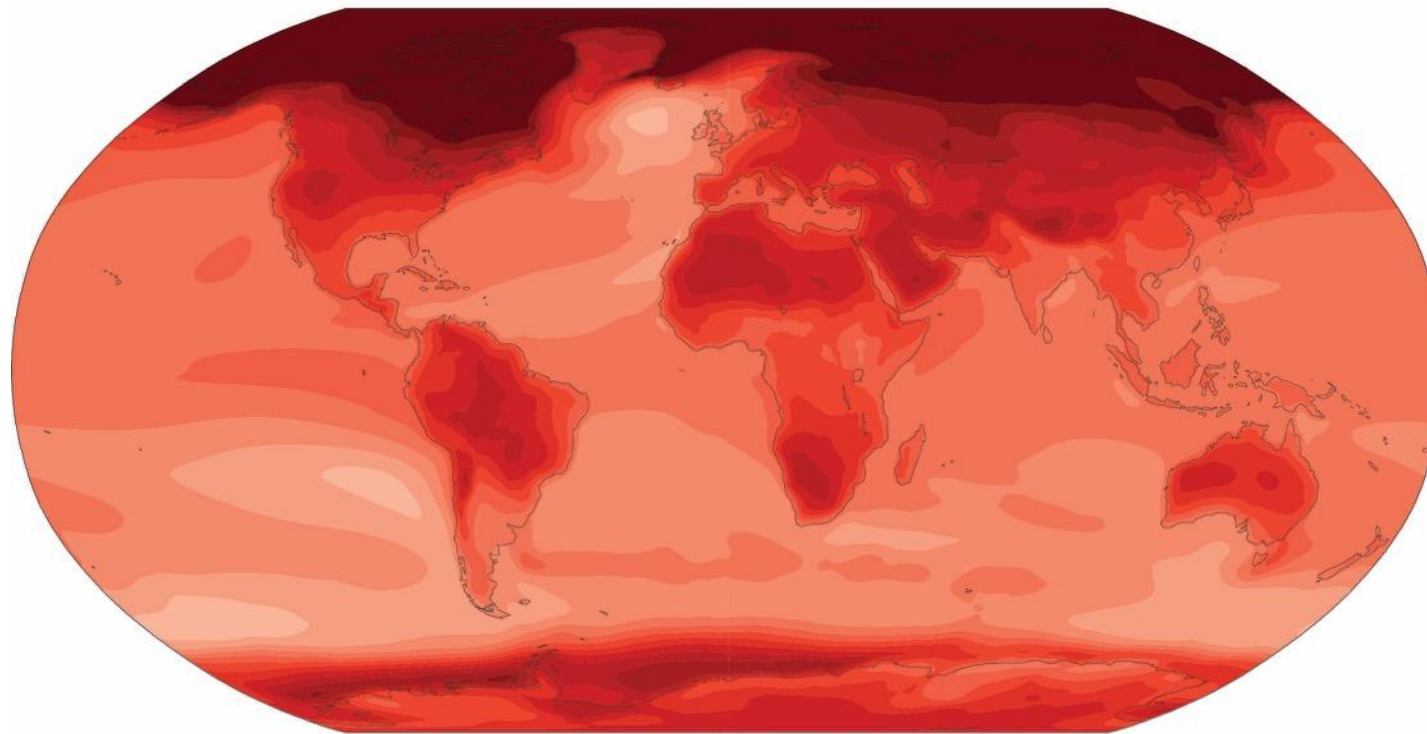
Changement (°C) →  
plus chaud

38

Changements simulés par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 (figure SPM5 du WG I de l'AR6)

# Quel réchauffement, et pour où ?

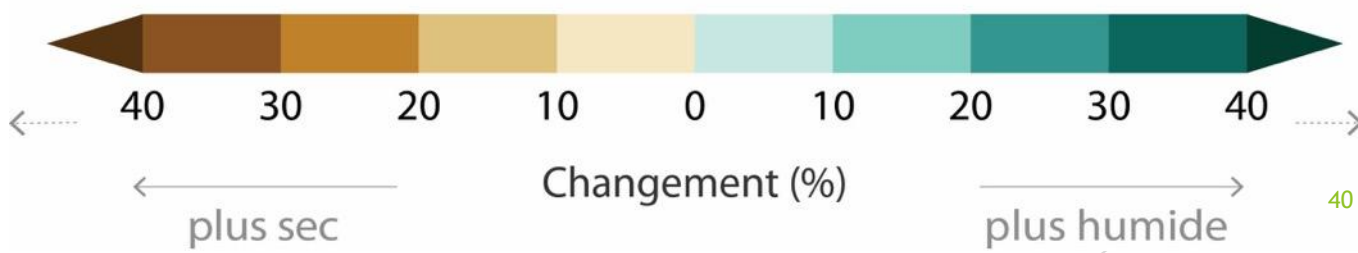
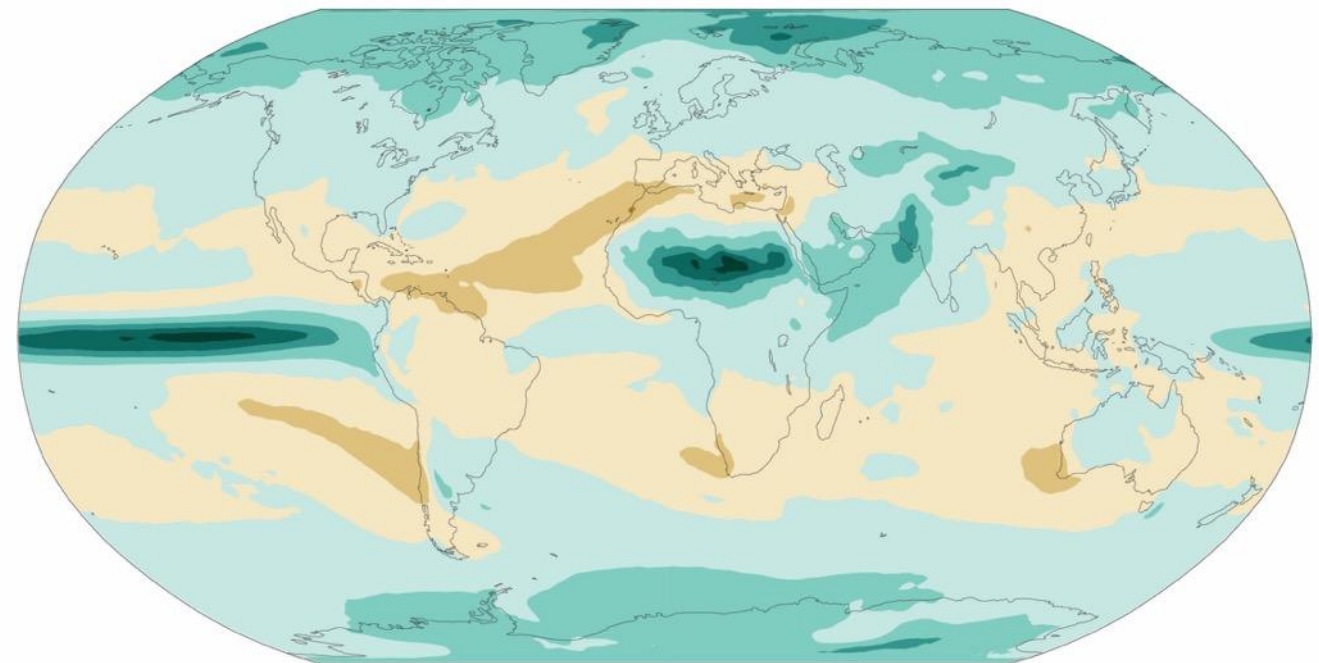
Changement simulé pour  
un réchauffement mondial de 4°C



Changement (°C) →  
plus chaud

# Et pour les pluies ?

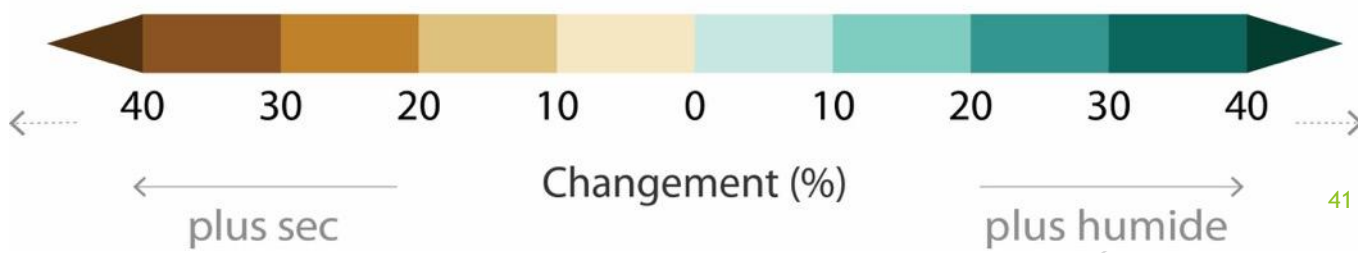
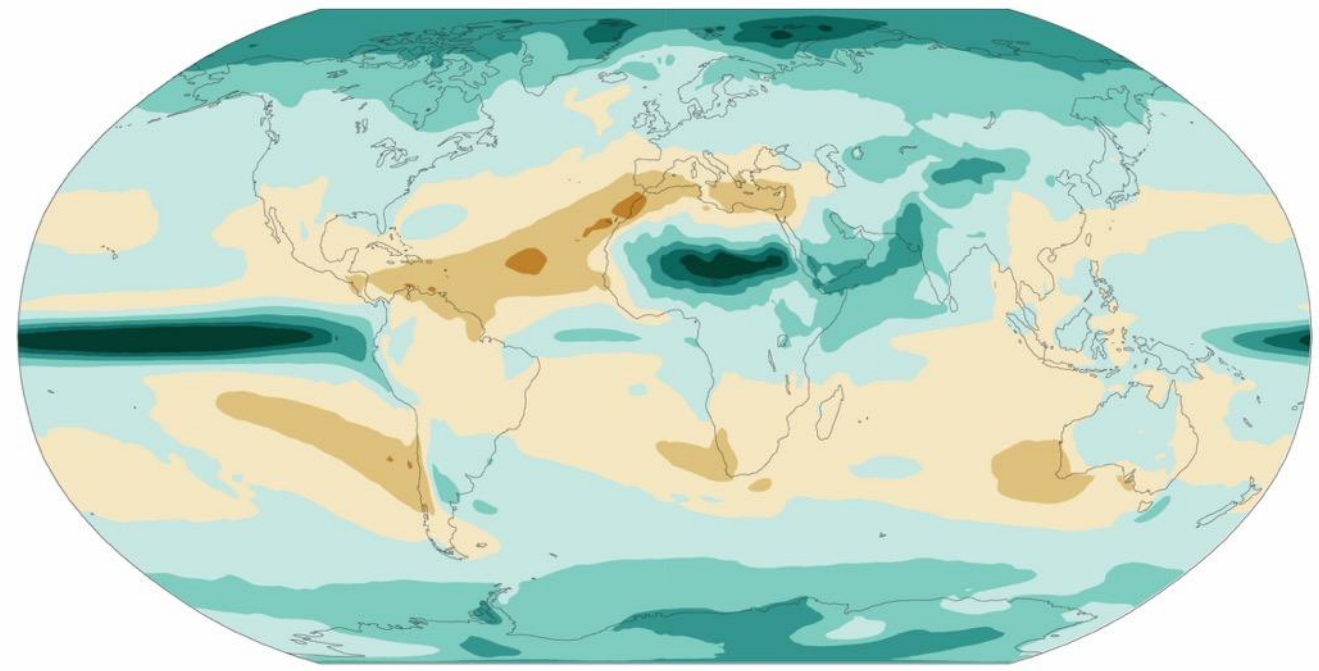
Changement simulé pour un réchauffement mondial de 1.5°C



Changements simulés par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 (figure SPM6 du WG I de l'AR6)

# Et pour les pluies ?

Changement simulé pour un réchauffement mondial de 2°C

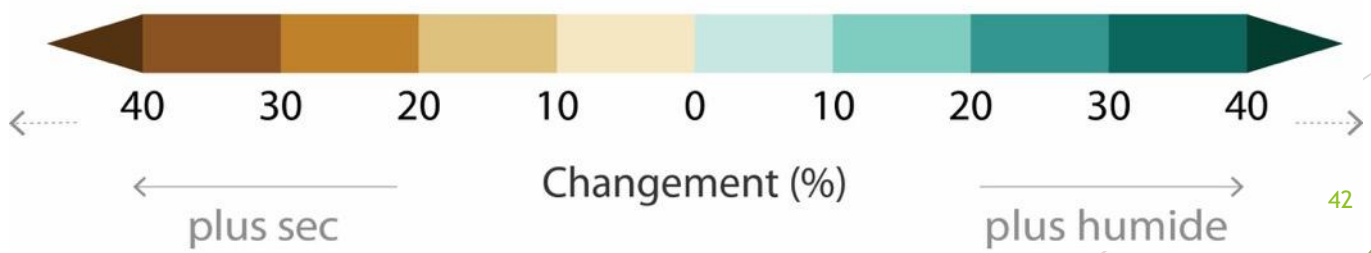
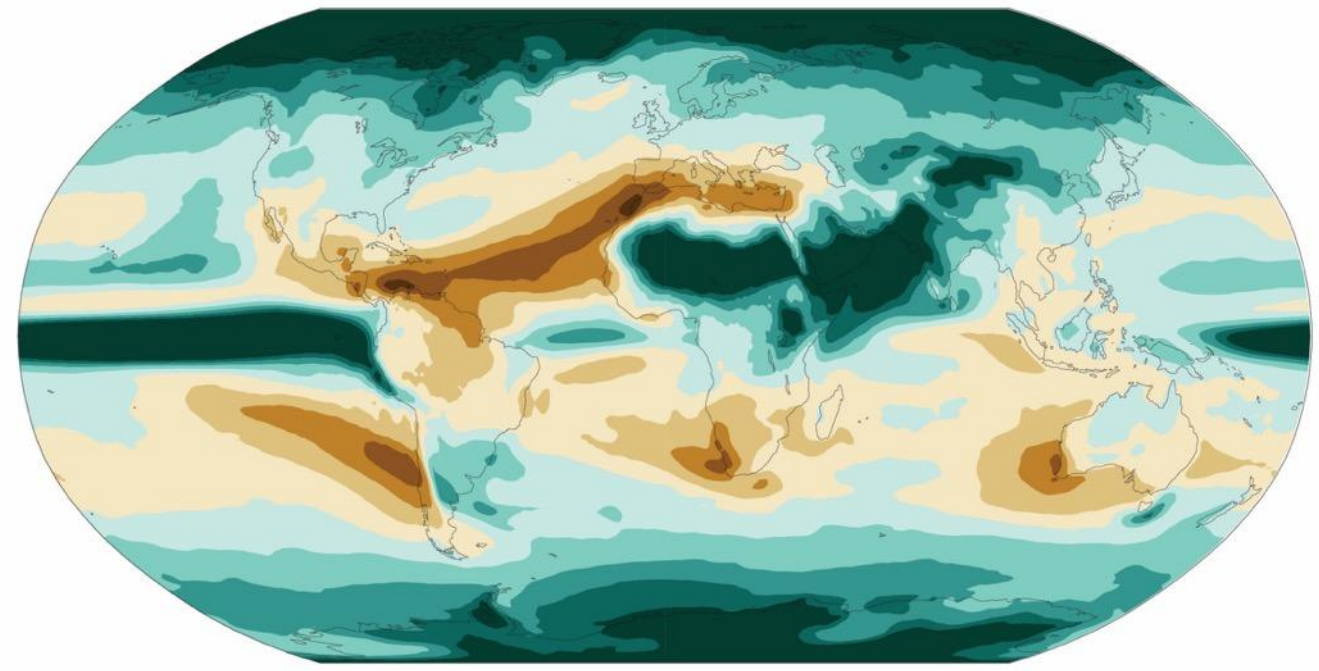


41

Changements simulés par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 (figure SPM6 du WG I de l'AR6)

# Et pour les pluies ?

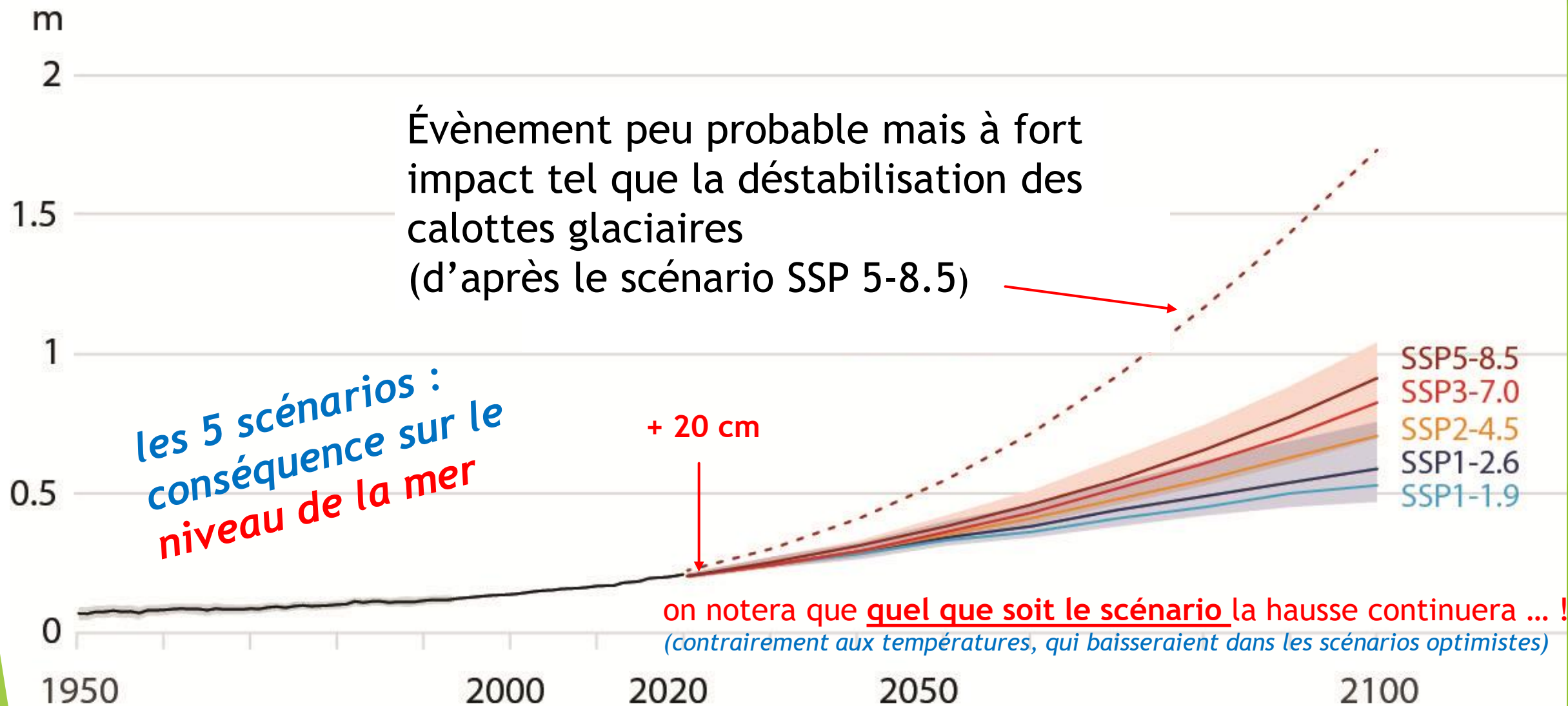
Changement simulé pour un réchauffement mondial de 4°C



42

Changements simulés par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 (figure SPM6 du WG I de l'AR6)

# Et le niveau marin ?

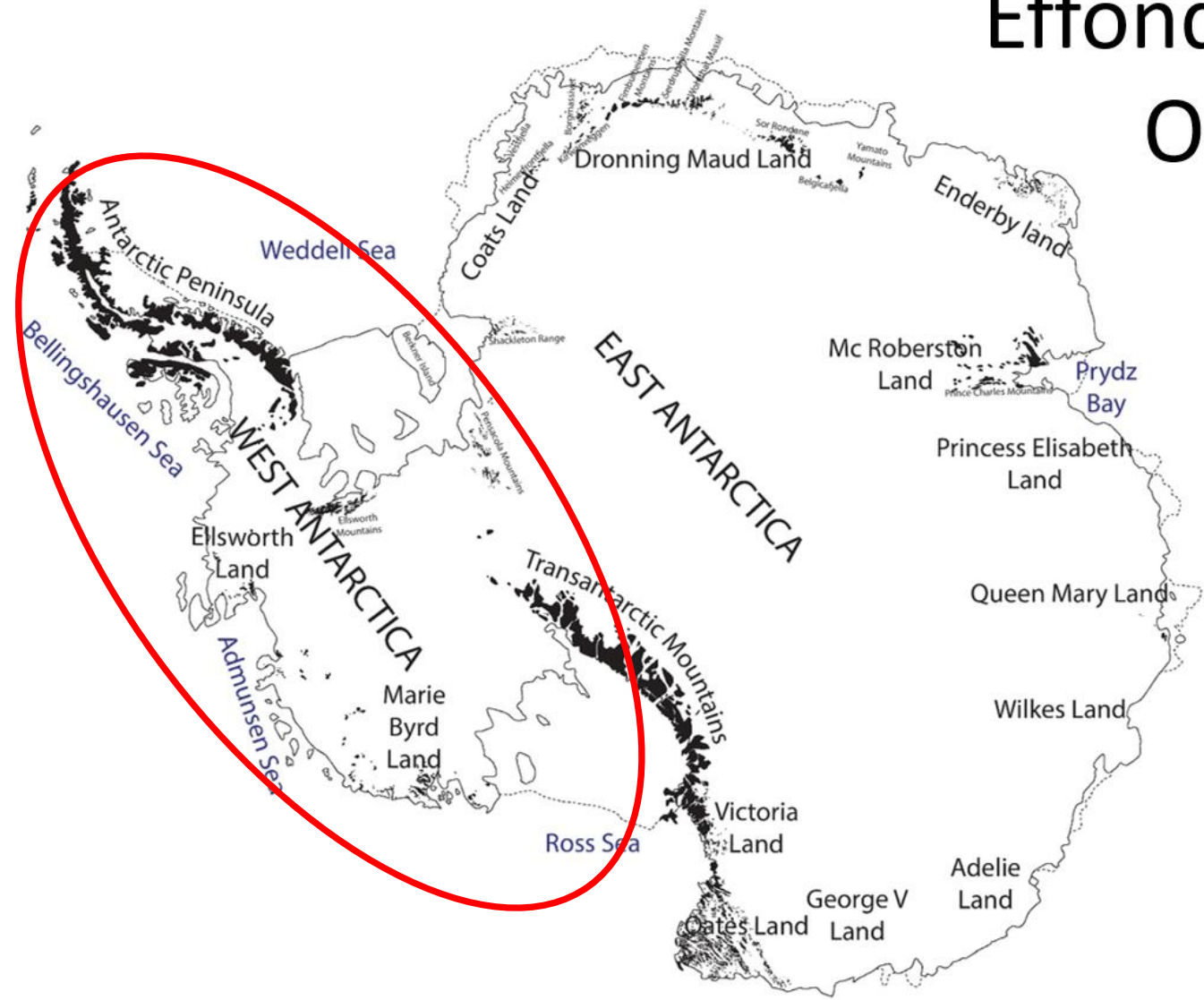


# Points de bascules

*Seuil de réchauffement à partir duquel un système bascule définitivement vers un nouvel état, au-delà de points de non-retour et dont les changements sont irréversibles*

# Points de bascules (possibles, mais pas du tout certains)

## Effondrement de la calotte Ouest Antarctique



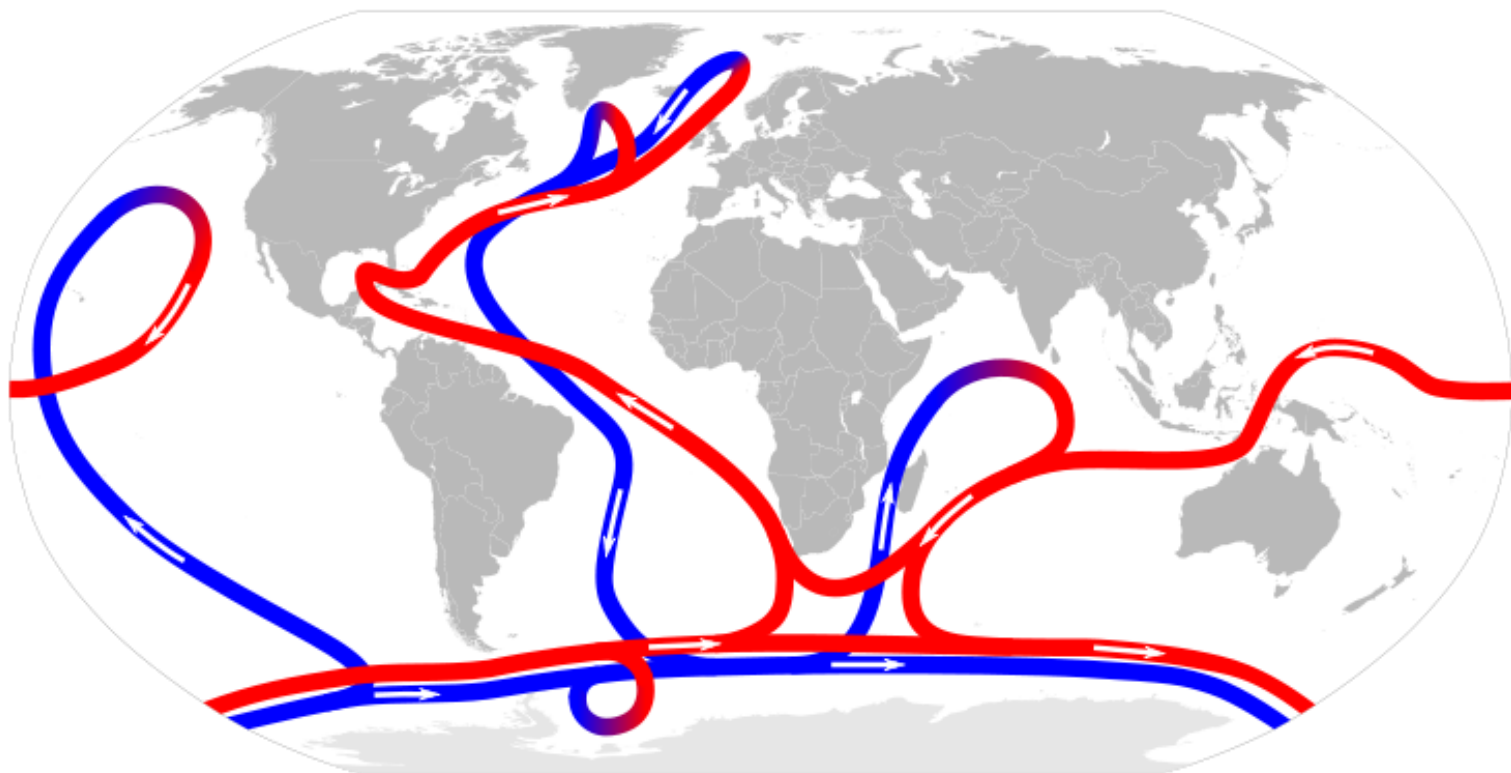
Élévation de 1,7m en 2100  
Élévation de 15m en 2300  
(Par rapport à 1850)



© LaVoixDuNord

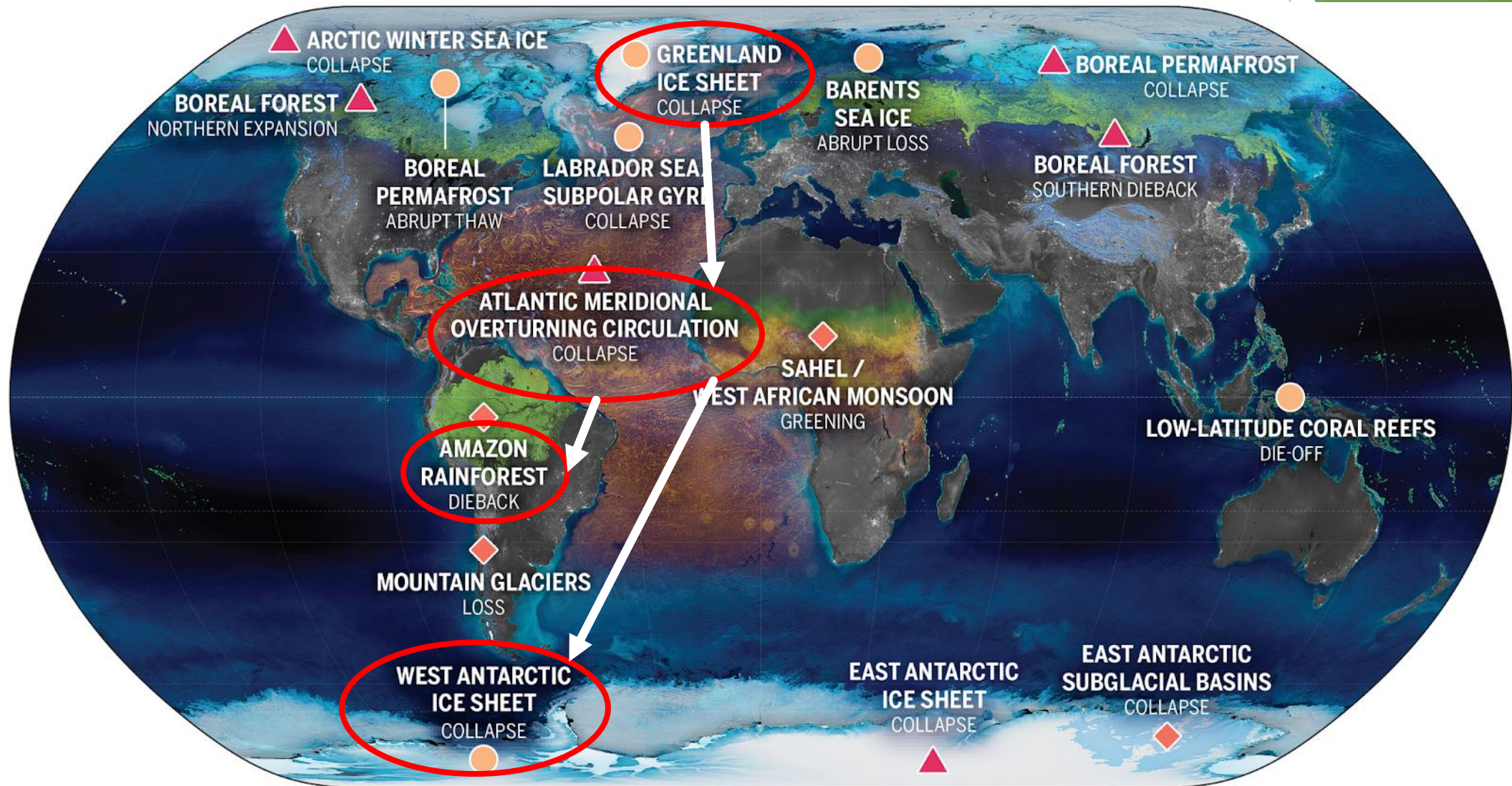
# Points de bascules (possibles, mais pas du tout certains !)

## Effondrement de la circulation océanique atlantique



- Assèchement de l'Europe
- Augmentation de la saisonnalité en Europe (climat plus similaire au Canada)
- Affaiblissement des moussons asiatiques et nord-africaines
- Glissement vers le sud de la zone de convergence intertropicale (ITCZ)
- Augmentation des moussons sud-africaines et sud-américaines
- Affaiblissement de la capture de carbone par l'Océan

# Des points de bascules interconnectés



Source : [McKay et al., 2022, Science](#)

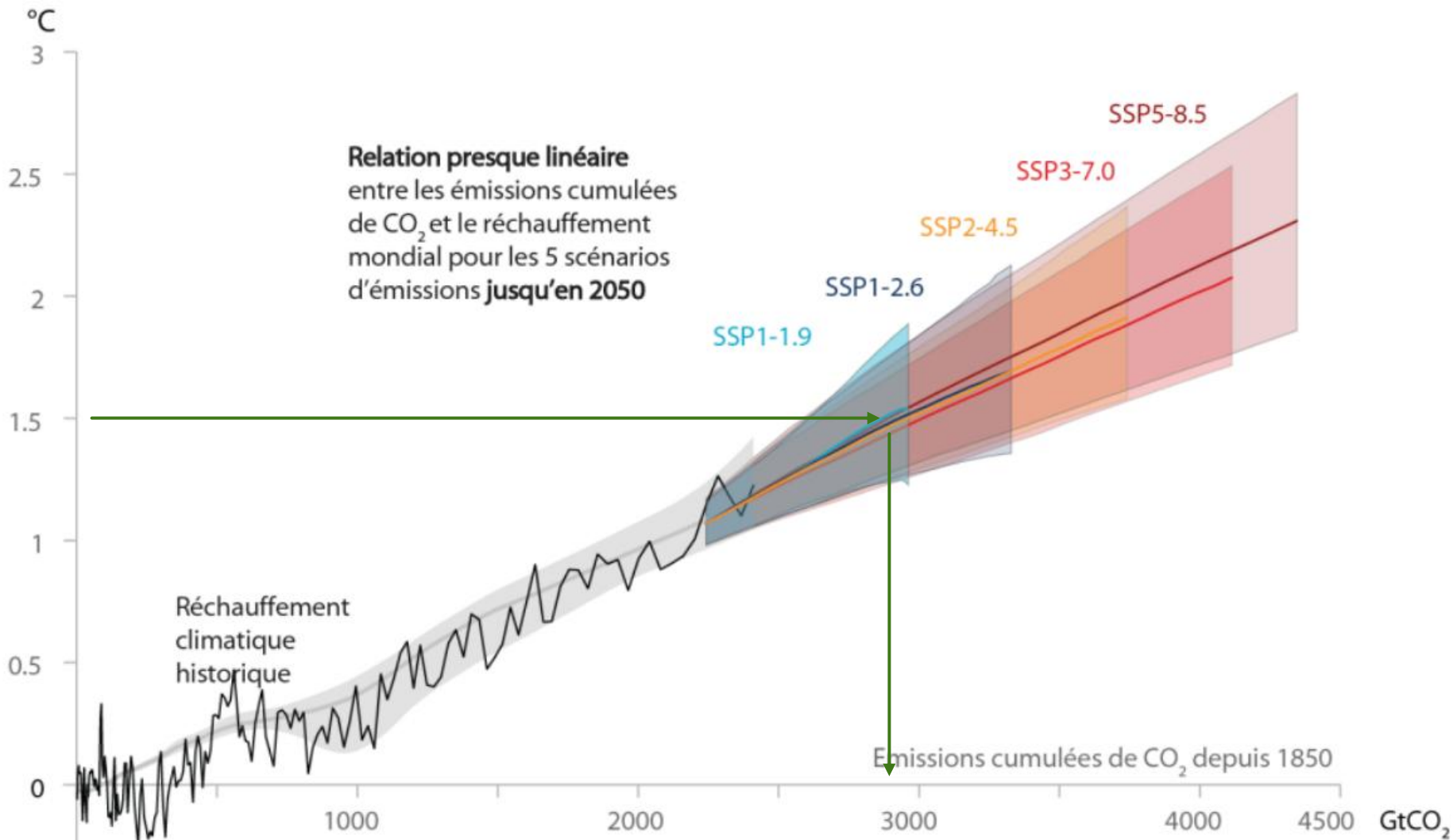
**GLOBAL WARMING THRESHOLDS**

○  $< 2^{\circ}\text{C}$

◇  $2-4^{\circ}\text{C}$

△  $\geq 4^{\circ}\text{C}$

# Limitation du changement climatique : budget carbone à respecter



Relation entre émission de CO<sub>2</sub> et réchauffement © SPM WGI AR6

1000 Gt de CO<sub>2</sub> supplémentaire  
→ augmentation de la température d'environ 0.45 °C

à fin 2022  
nos émissions  
globales cumulées  
se sont élevées à ...  
2500 Gtonnes ...  
reste 400  
ou 10 ans au  
rythme actuel

# Groupe de travail numéro 2 : impacts, adaptation et vulnérabilités

# Impacts déjà observés : systèmes naturels

Ecosystems	Changements de la structure des écosystèmes			Changements des aires de répartition des espèces			Changements de la phénologie (ex : période de floraison)		
Global	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Africa	●	●	●	●	○	●	○	○	○
Asia	●	●	●	○	●	○	○	○	●
Australasia	●	○	●	●	○	●	●	○	○
Central and South America	●	●	●	●	●	●	○	○	○
Europe	●	●	●	●	●	●	●	●	●
North America	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Small Islands	●	●	●	●	●	●	●	○	●
Arctic	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Antarctic	●	○	●	●	○	●	○	○	○
Mediterranean region	●	○	●	●	○	●	○	○	○
Tropical forests	●	○	na	●	○	na	○	○	○
Mountain regions	●	●	na	●	○	na	○	○	○
Deserts	●	na	na	●	○	na	○	○	○
Biodiversity hotspots	●	○	●	●	○	●	●	○	not assessed

Certains dommages comme les extinctions d'espèces sont irréversibles. D'autres comme les dommages aux écosystèmes arctiques le seront bientôt également.

# Impacts déjà observés : systèmes humains

## Impacts on cities, settlements and infrastructure

Human systems	Inland flooding and associated damages	Flood/storm induced damages in coastal areas	Damages to infrastructure	Damages to key economic sectors
Global	−	−	−	−
Africa	−	−	−	−
Asia	−	−	−	−
Australasia	−	−	−	−
Central and South America	−	−	−	−
Europe	−	−	−	−
North America	−	−	−	−
Small Islands	−	−	−	−
Arctic	−	−	−	+
Cities by the sea	○	−	−	−
Mediterranean region	+	−	○	−
Mountain regions	−	na	−	−



Photo des inondations à Goyet (Belgique) en 2021 © meteobelgique.be

# Impacts déjà observés : systèmes humains

## Impacts on cities, settlements and infrastructure

Human systems	Inland flooding and associated damages	Flood/storm induced damages in coastal areas	Damages to infrastructure	Damages to key economic sectors
Global	⊖	⊖	⊖	⊖
Africa	⊖	⊖	⊖	⊖
Asia	⊖	⊖	⊖	⊖
Australasia	⊖	⊖	⊖	⊖
Central and South America	⊖	⊖	⊖	⊖
Europe	⊖	⊖	⊖	⊖
North America	⊖	⊖	⊖	⊖
Small Islands	⊖	⊖	⊖	⊖
Arctic	⊖	⊖	⊖	⊕
Cities by the sea	○	⊖	⊖	⊖
Mediterranean region	⊕	⊖	○	⊖
Mountain regions	⊖	na	⊖	⊖



Photos de la digue de Wimereux (Hauts de France) pendant une tempête (©LaVoixDuNord) puis le 4 Janvier 2018 suite à la tempête Eléonor (©LCI/TF1)

# Impacts déjà observés : systèmes humains

## Impacts on health and wellbeing

Human systems	Infectious diseases	Heat, malnutrition and other	Mental health	Displacement
Global	—	—	—	—
Africa	—	—	—	—
Asia	—	—	—	—
Australasia	—	—	—	not assessed
Central and South America	—	—	not assessed	—
Europe	—	—	—	—
North America	—	—	—	—
Small Islands	—	—	—	—
Arctic	—	—	—	—
Cities by the sea	○	—	not assessed	—
Mediterranean region	—	—	not assessed	—
Mountain regions	—	—	—	—



# Risques climatiques

## Les services essentiels de la nature menacés par le réchauffement climatique



**Pollinisation**



**Protection des côtes**



**Tourisme / détente**



**Source de nourriture**



**Santé**



**Filtration de l'eau**



**Qualité de l'air**



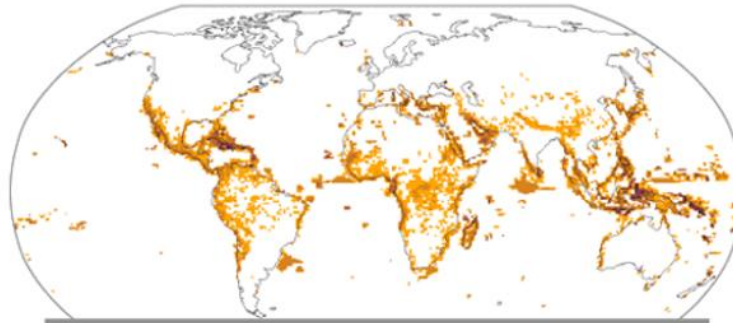
**Régulation du climat**

# Risque de disparition d'espèces

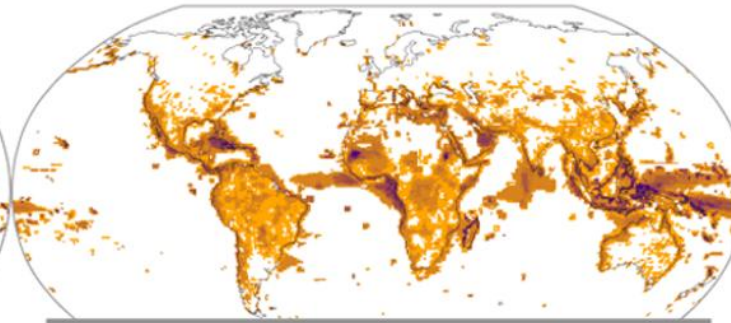
## Risque de disparition d'espèces



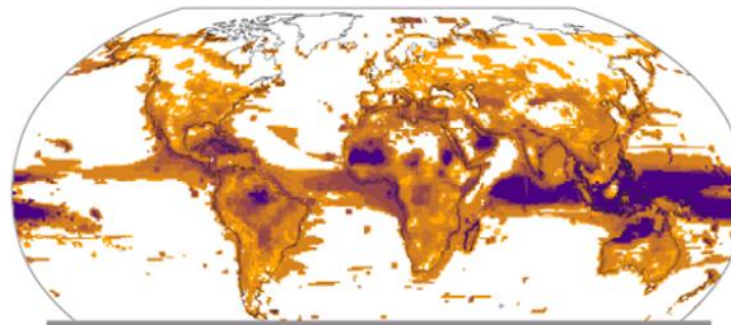
Pourcentages d'espèces animales et d'herbes marines exposées à des conditions de températures potentiellement dangereuses <sup>1,2</sup>



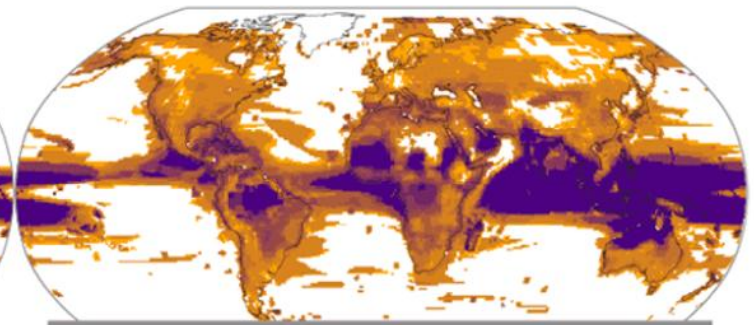
1.5°C



2.0°C



3.0°C



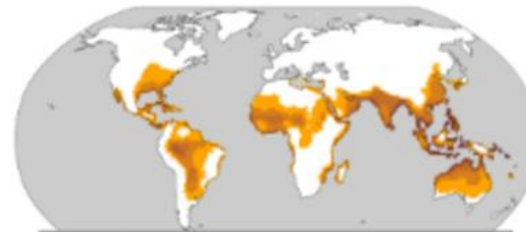
4.0°C

<sup>1</sup> à des conditions de température futures au-delà des maxima annuels moyens subis par chaque espèce sur la période 1850-2005 (hors migration d'espèces).

<sup>2</sup> incluant 30 652 espèces d'oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens, poissons de mer, invertébrés marins benthiques, planctons, céphalopodes, coraux et herbiers marins

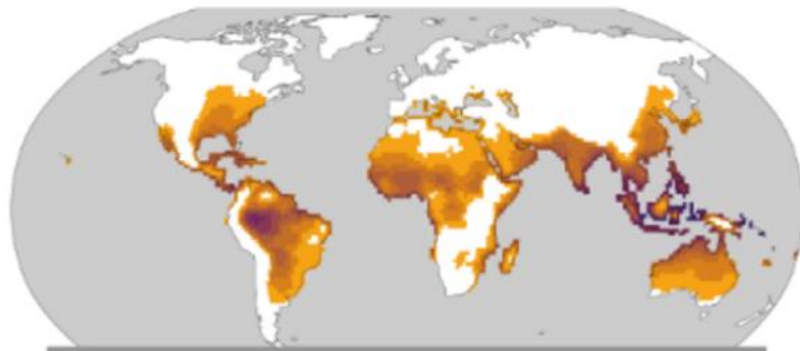
# Risque pour l'homme

## Risque chaleur-humidité pour la santé humaine

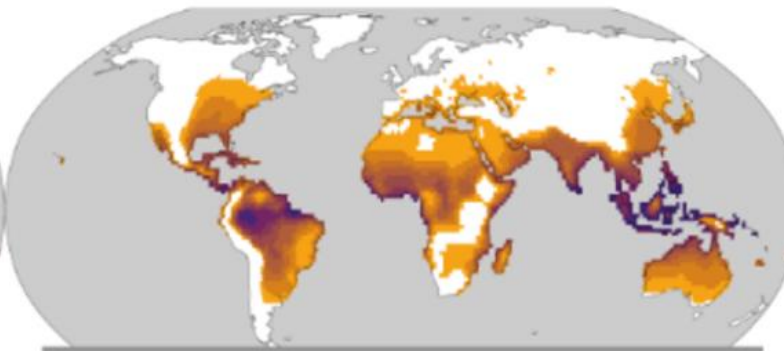


Historique 1991-2005

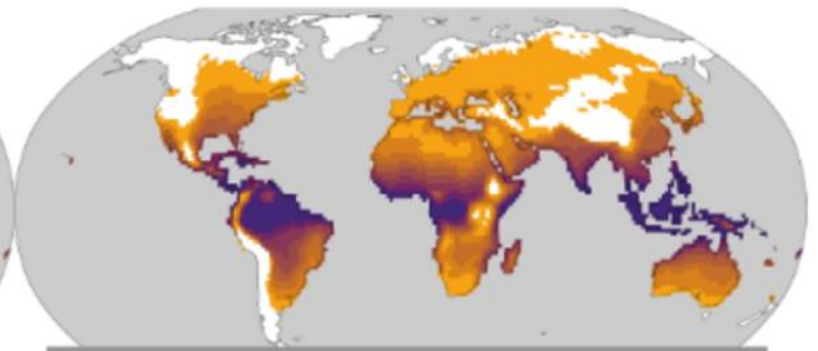
Nombre de jours par an où les conditions combinées de température et d'humidité posent un risque de mortalité humaine <sup>3</sup>



1.7 – 2.3°C



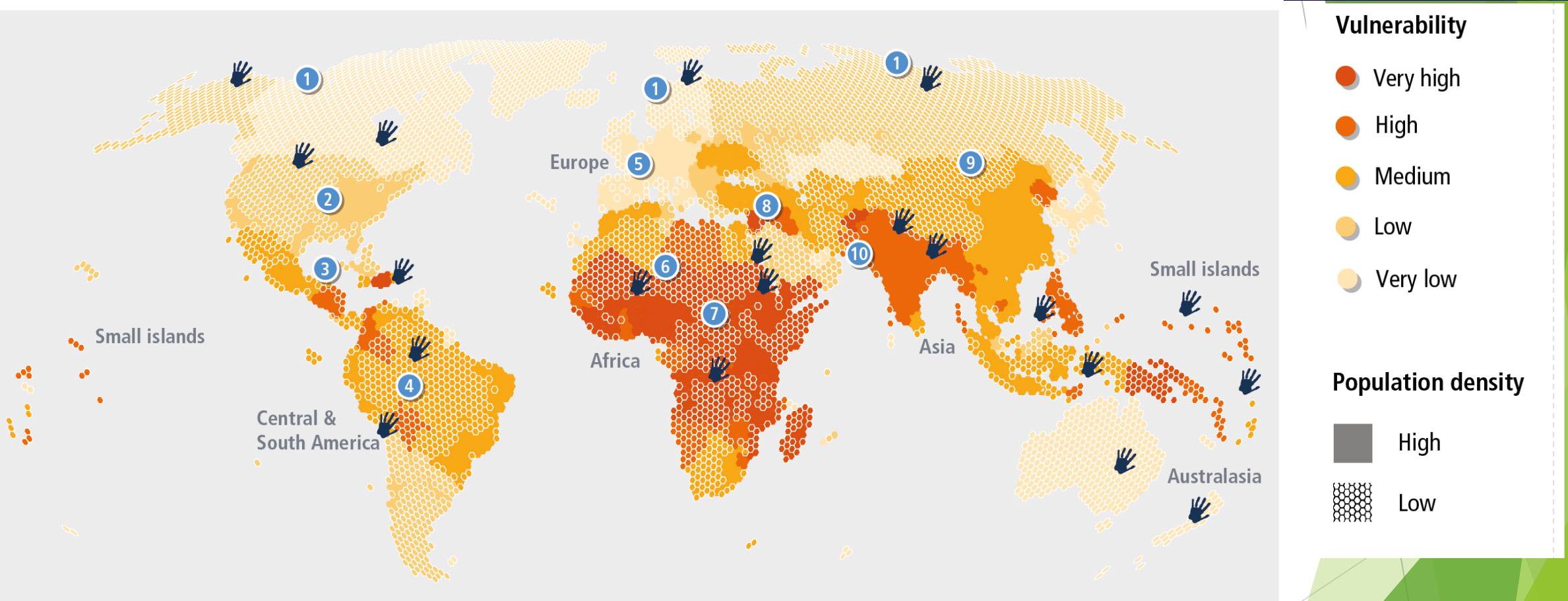
2.4 – 3.1°C



4.2 – 5.4°C

<sup>3</sup> Les impacts régionaux estimés utilisent un seuil au-delà duquel température moyenne journalière et humidité relative peuvent conduire à de l'hyperthermie potentiellement mortelle. La durée et l'intensité des vagues de chaleur n'est pas représentée ici. Les problèmes sanitaires liés à la chaleur extrême varient selon les régions, le niveau de vulnérabilité, et sont très dépendantes des caractéristiques socio-économiques, professionnelles ainsi que de l'état de santé d'un individu. Le seuil utilisé ici est basé sur une étude unique sur 783 cas examinés surtout en zone tempérée pour déterminer la relation entre mortalité et le couple chaleur/humidité.

# Vulnérabilités et expositions



Aujourd'hui, 3,3 à 3,6 milliards de personnes vivent dans des conditions de vulnérabilité au changement climatique

# Adaptation : où en est-on ?



- ← Nombreux progrès dans la mise en œuvre
- ← Prise de conscience croissante (mais pas “finie” !)

← Bénéfices déjà observés dans certains domaines

→ Réduction des risques et des dommages



- ← Adaptation essentiellement de petite échelle, inégalement répartie, spécifique à un secteur et en réaction à des impacts observés

← Niveau d'adaptation requis >>> niveau actuel

- ← Au rythme actuel : cet écart va continuer de croître

→ Accélération de la mise en place de solutions pour réduire ces écarts ; la prochaine décennie sera cruciale

# Adaptation : gouvernance



- Des efforts financiers considérables sont nécessaires
- Les décisions politiques doivent dépasser les échéances électorales
- Des mesures bénéfiques à court terme peuvent être inappropriées à long terme
- Effort public doit être porté sur l'atténuation **et** l'adaptation
- Les réponses doivent être justes, équitables, inclusives et multisectorielles
- Suivi précis indispensable pour avoir des résultats durables
- Des instruments doivent permettre de mesurer précisément les impacts et les progrès permis par les différentes mesures

# Adaptation : exemples



## Gestion de l'eau

### Options sur les fermes :

- Irrigation
- Stockage de l'eau de pluie, technologie d'économie d'eau
- Conservation de l'humidité des sols

*Bénéfices économiques et écologiques ;  
réduction des vulnérabilités*

### Co-bénéfices:

- Sécurisation de l'eau potable
- Gestion des risques sécheresse et inondation

L'efficacité décroît avec le niveau de réchauffement

# Adaptation : exemples



## Transformation des villes

D'ici 2050, deux tiers de la population mondiale pourrait vivre dans une zone urbaine.

### Options efficaces :

- Approches basées sur la nature et l'ingénierie
- Etablir des espaces verts et bleus
- Agriculture urbaine
- Filets de sécurité sociaux pour la gestion des catastrophes

### Co-bénéfices :

- Amélioration de la santé publique
- Conservation des écosystèmes

# Comment éviter la catastrophe ?

ADAPTATION

Limiter les  
**conséquences**  
du  
réchauffement



ATTENUATION

Limiter le  
**réchauffement**  
Groupe de travail n° 3 !