



Réchauffement climatique, quelles tendances pour quels impacts ?

Les Rendez-vous Climat d'Antea Group

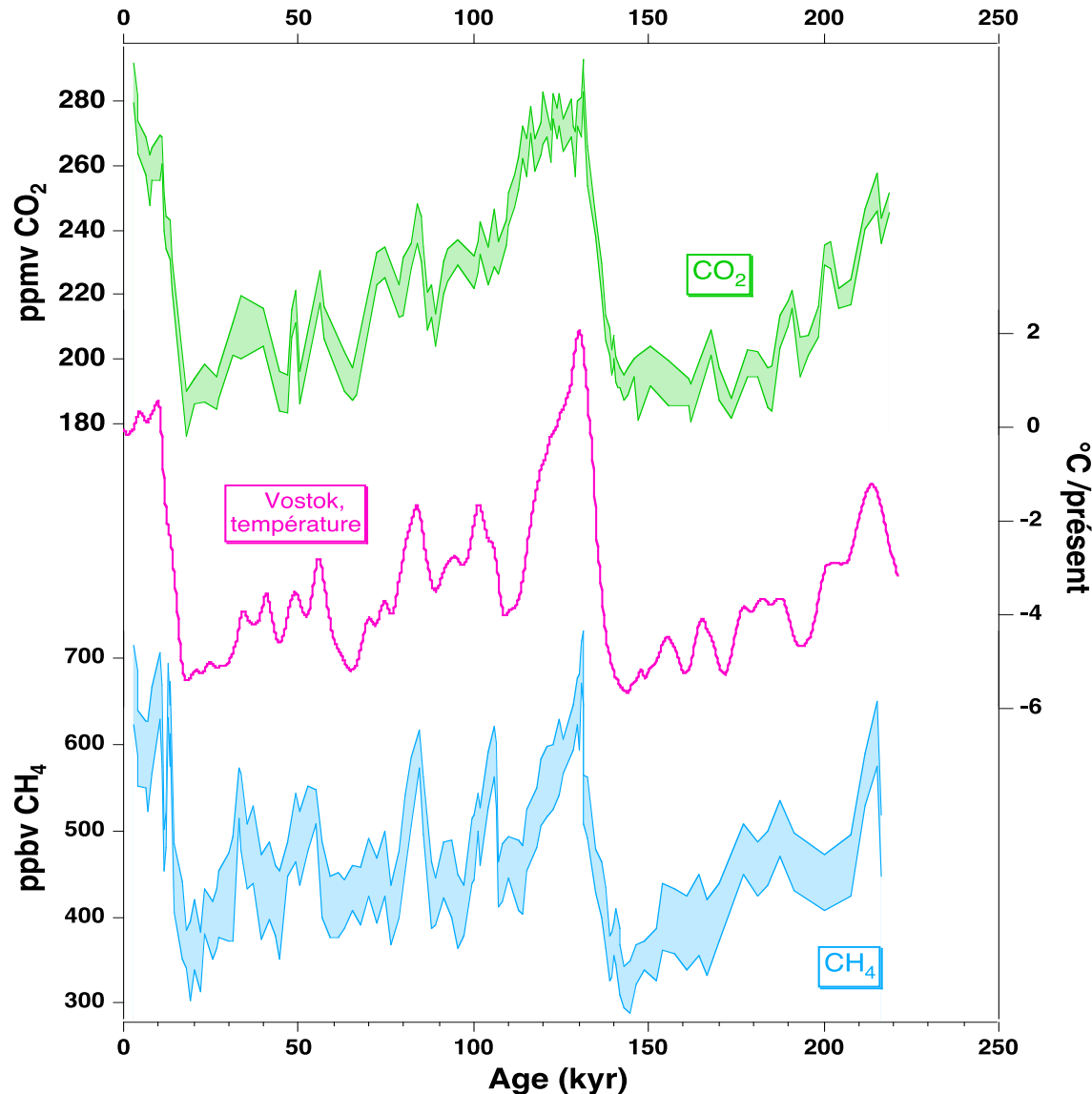


Jean JOUZEL

Directeur émérite de recherche au CEA
Laboratoire des Sciences du Climat et de
l'Environnement / Institut Pierre Simon Laplace



La prise de conscience date des années 70 et 80
grâce aux modélisateurs du climat : rapport Charney en 1979 :
Sensibilité du climat entre 1,5 et 4,5°C (2 fois plus de CO₂)



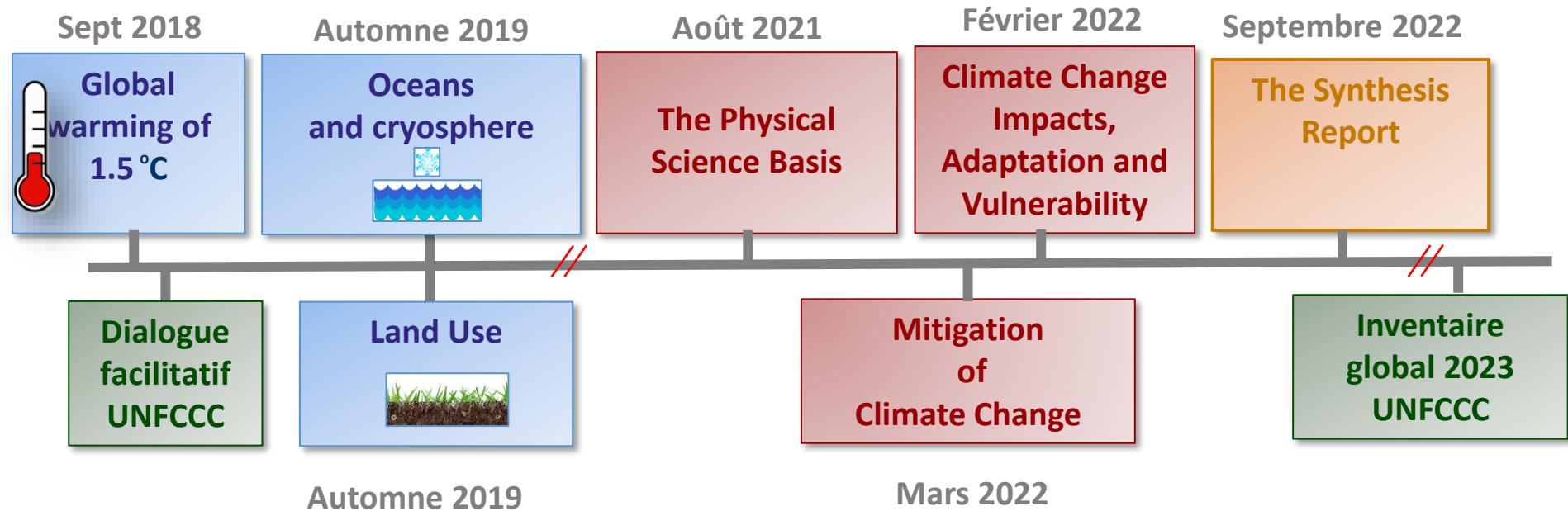
Forage Antarctique de Vostok (1987)

- Confirmation du rôle des changements d'insolation
- Lien entre effet de serre et climat (amplificateur)

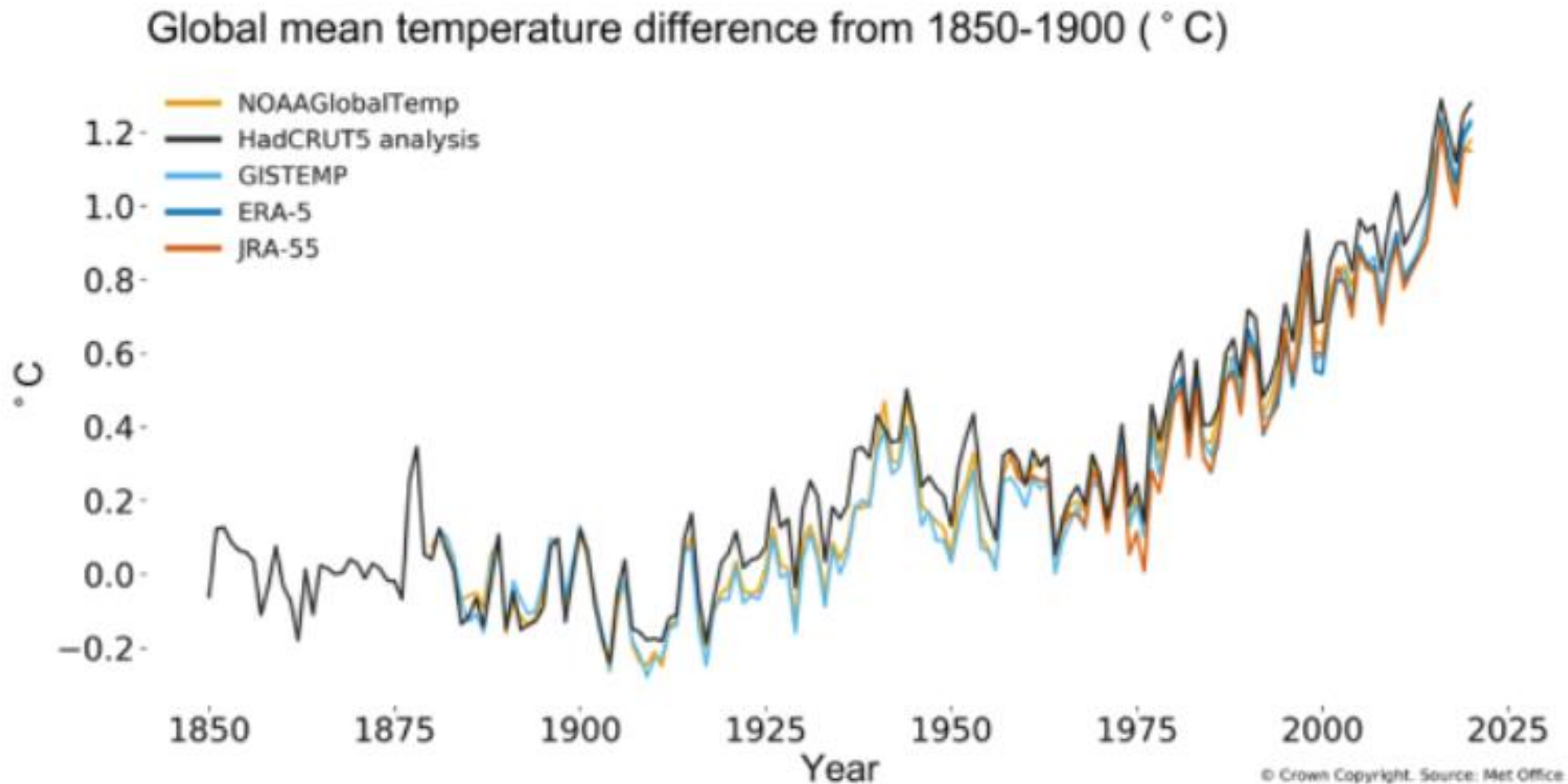
Création du GIEC / IPCC : 1988 (OMM, PNUE)

- **Etablir un diagnostic vis à vis du rôle potentiel des activités humaines sur le climat**
- **Le GIEC évalue les informations disponibles sur la science, les conséquences et les aspects socio-économiques ainsi que les options d'atténuation et d'adaptation à cette évolution (3 groupes)**
- **Le GIEC ne fait pas de recommandations ; son objectif est de fournir aux décideurs politiques les éléments pour qu'ils puissent prendre des décisions**
- **Cinq rapports complets : 1990, 1995, 2001, 2007, 2013/2014**
- **Rapport 1990 : + 3°C avant 2100 ; niveau de la mer + 65 cm**
- **Rapports spéciaux et rapports techniques ; 6^{ème} cycle**

Calendrier



- **Expertise collective**
- **Processus de révision**
- **Adoption par les gouvernements**



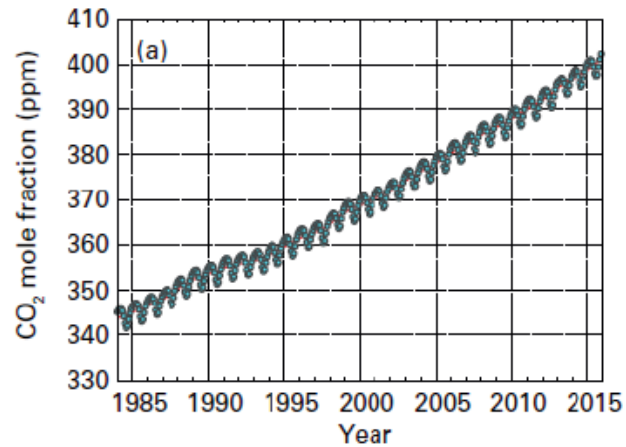
2016 a été une année record avec un événement El Nino très marqué

2019, 2020 : années aussi chaudes mais sans El Nino, aussi 2021

Les 7 dernières années auront été les 7 années les plus chaudes depuis 150 ans

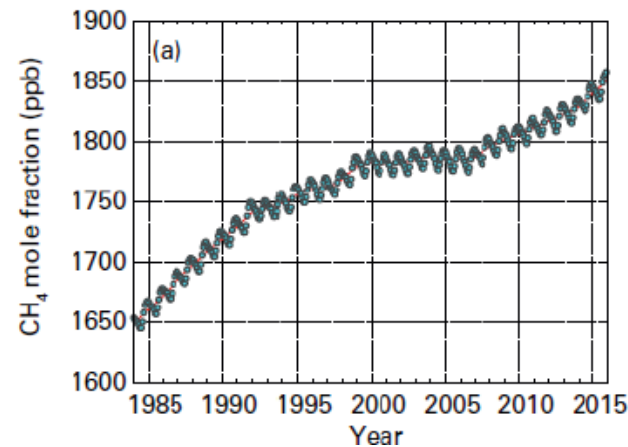
Les 20 années les plus chaudes : il suffit de remonter à 1998

Les activités humaines modifient la composition de l'atmosphère en gaz à effet de serre



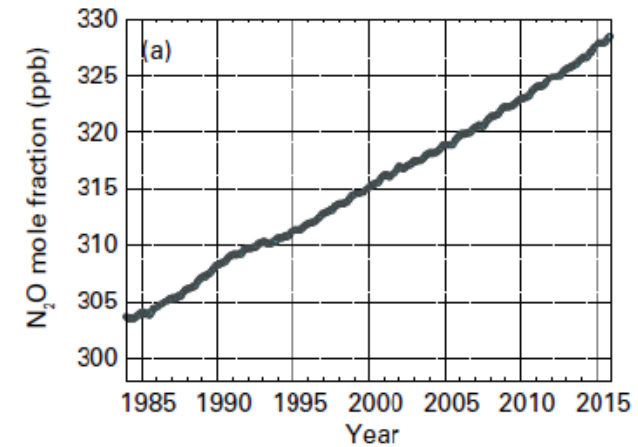
Gaz carbonique : CO₂ + 40 %

En 2019 : 410 ppm



Méthane : CH₄ * 2,6

1866 ppb



Protoxyde d'azote : N₂O + 20 %

332 ppm

Près de 75 % des émissions de GES sont dues au CO₂ (combustibles fossiles pour environ 90 %). Le méthane (CH₄) contribue pour 14 % (rizières, décharges, ruminants...) et le N₂O pour 8 % (engrais, fumiers, fossiles...).

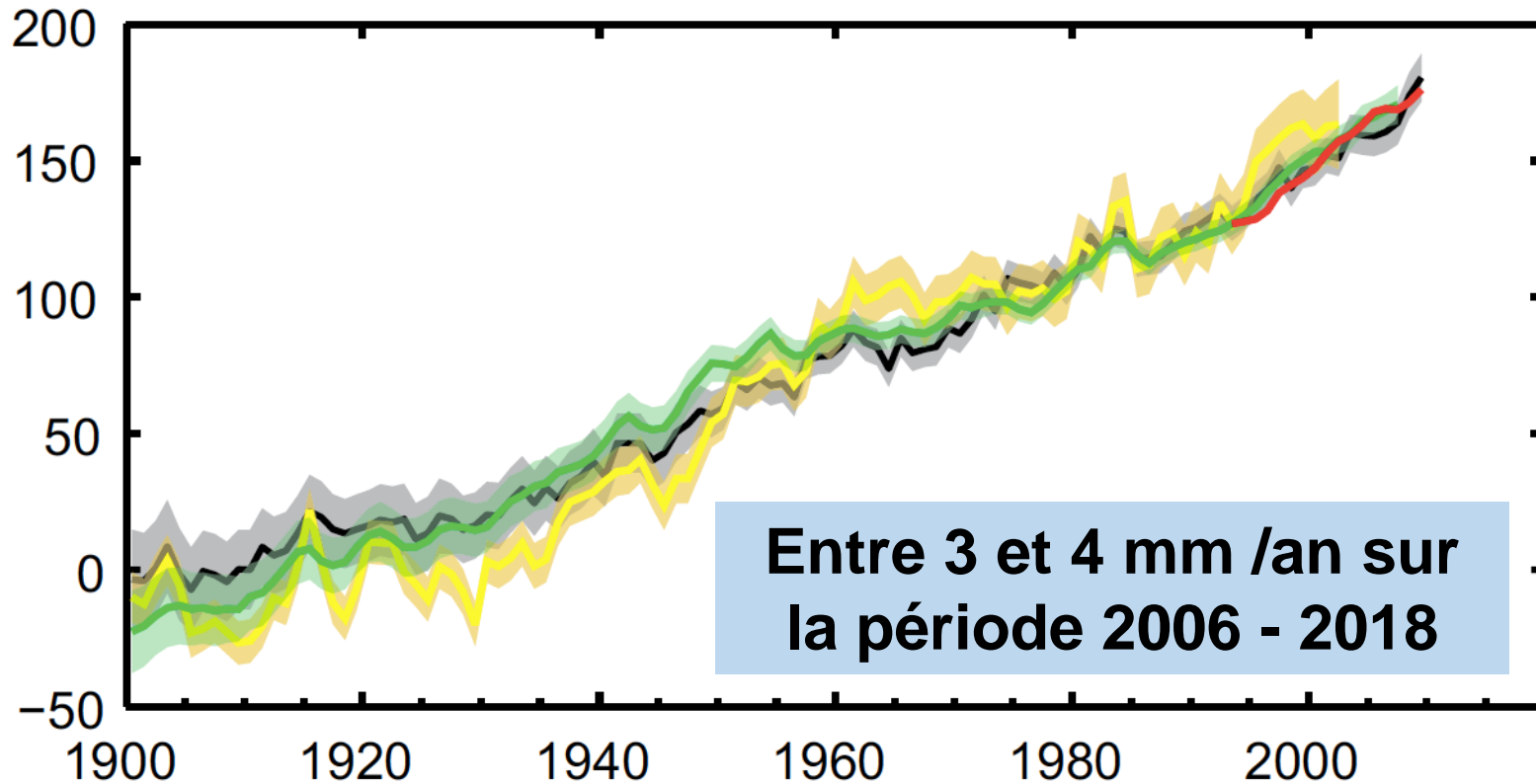
En 1970 : 27 Milliards de tonnes d'équivalent CO₂ ; En 2019 : 57

Depuis le début de l'ère industrielle, la quantité d'énergie disponible pour « chauffer » les composantes du système climatique a augmenté de 1 % (2,3 W/m²).

Ce chiffre tient compte de l'augmentation de l'effet de serre (3 W/m²) et de l'effet de refroidissement des aérosols (environ 0,7 W/m²).

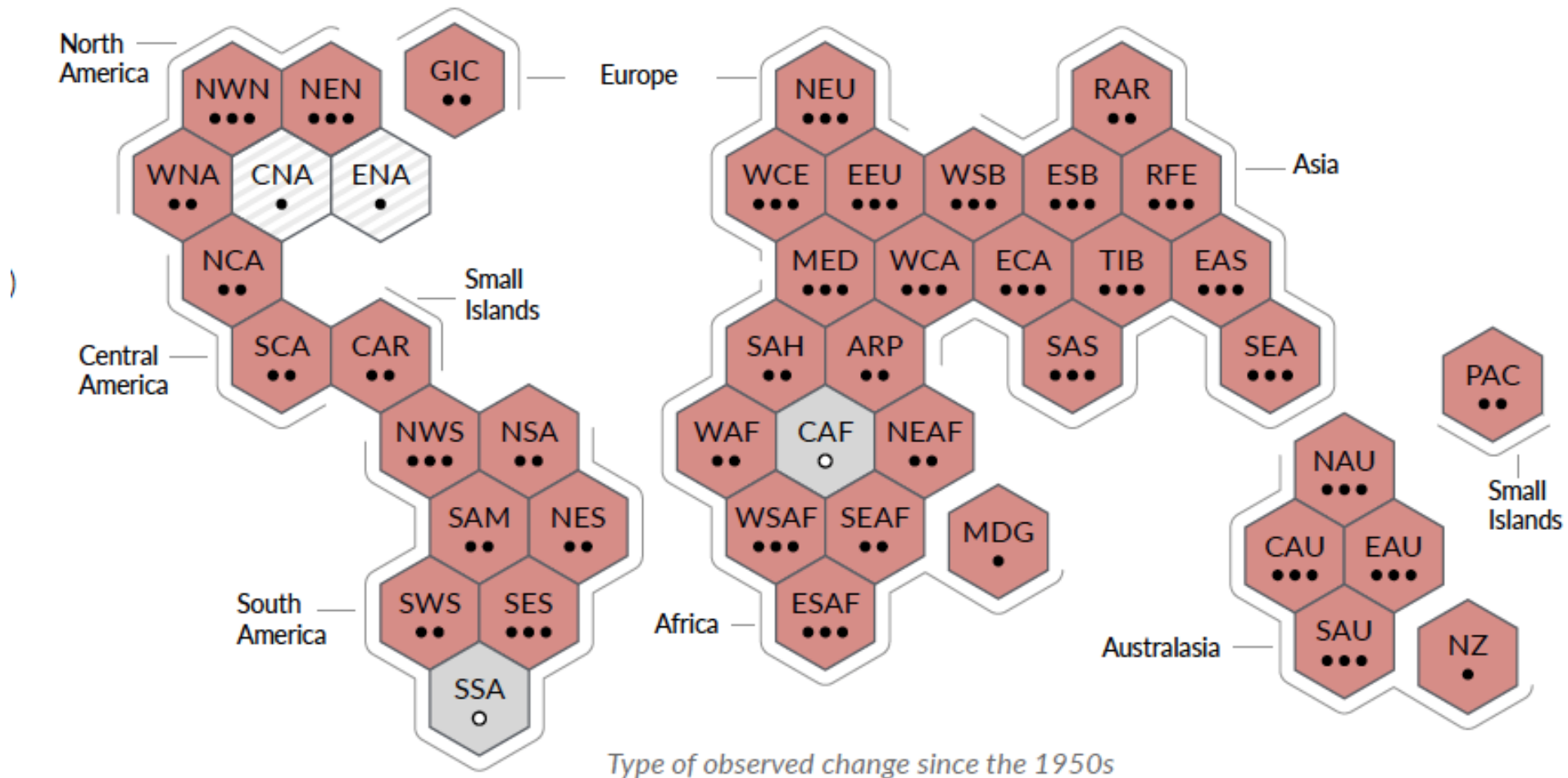
Atmosphère : 1%, **océan : 93 %**, glaces : 3 %, surfaces continentales : 3 %

Évolution du niveau moyen des mers



Il est certain que les activités humaines sont à l'origine du réchauffement de l'atmosphère, des continents et des océans
Entièrement explicable par nos activités (1.09 /1.07°C)
Attribution : niveau de la mer, extrêmes

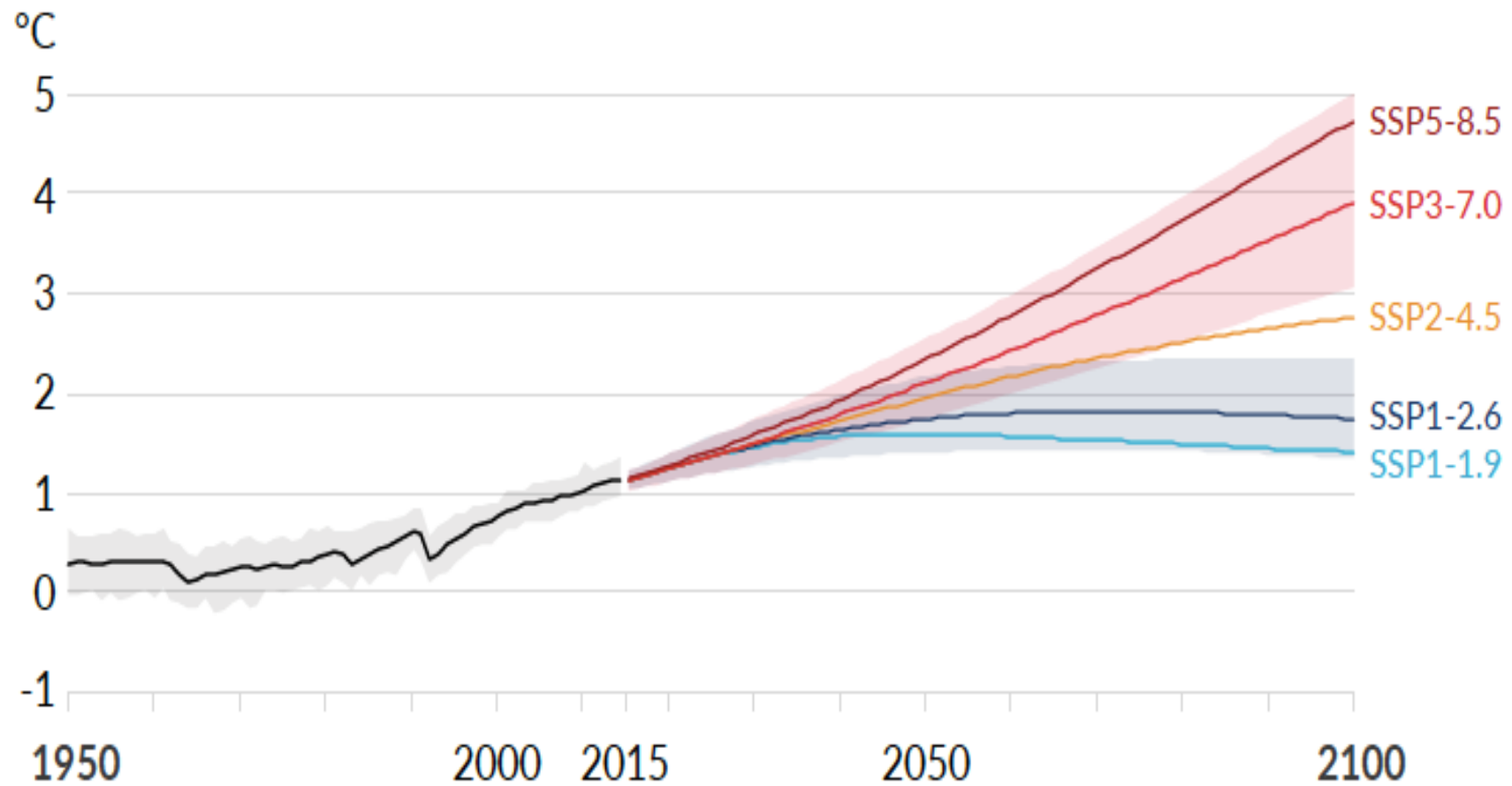
a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



Autour de la Méditerranée et en Europe de l'Ouest, les canicules ont augmenté et cela est dû aux activités humaines (niveau de confiance élevé)

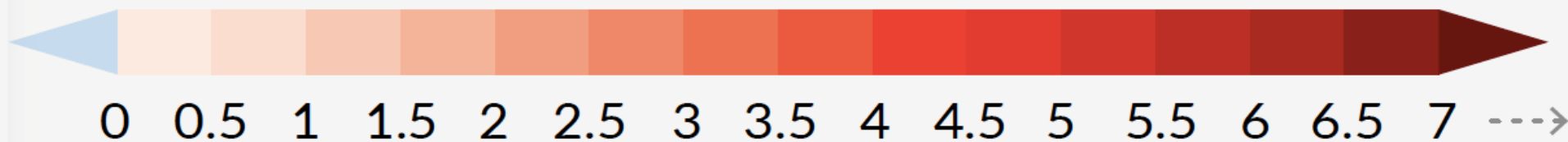
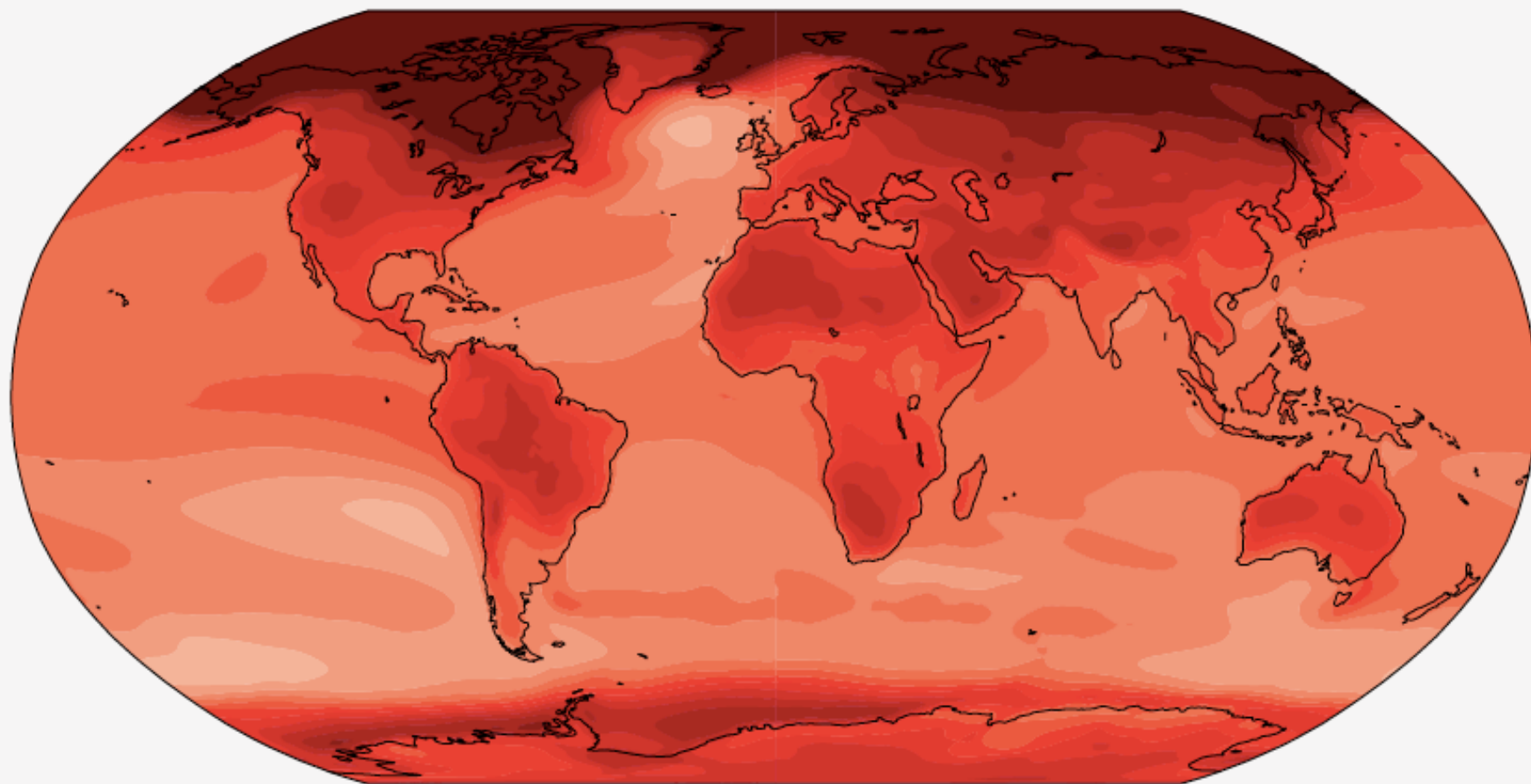
Phénomène et évolution anticipée	Probabilité d'autres changements	
	Début du XXI ^e siècle	Fin du XXI ^e siècle
Journées et nuits froides moins froides et/ou moins nombreuses sur la plupart des terres émergées	<i>Probable</i> {11.3}	<i>Quasiment certain</i> {12.4} <i>Quasiment certain</i> <i>Quasiment certain</i>
Journées et nuits chaudes plus chaudes et/ou plus fréquentes sur la plupart des terres émergées	<i>Probable</i> {11.3}	<i>Quasiment certain</i> {12.4} <i>Quasiment certain</i> <i>Quasiment certain</i>
Périodes/vagues de chaleur plus fréquentes et/ou plus longues sur la plupart des terres émergées	Pas d'évaluation formelle ^b {11.3}	<i>Très probable</i> {12.4} <i>Très probable</i> <i>Très probable</i>
Épisodes de précipitations abondantes. Augmentation de la fréquence, de l'intensité et/ou du nombre des épisodes de précipitations abondantes	<i>Probable</i> sur de nombreuses terres émergées {11.3}	<i>Très probable</i> sur la plupart des terres émergées des latitudes moyennes et sur les régions tropicales humides {12.4} <i>Probable</i> sur de nombreuses régions <i>Très probable sur la plupart des terres émergées</i>
Augmentation de l'intensité et/ou de la durée des sécheresses	<i>Degré de confiance faible</i> ^a {11.3}	<i>Probable</i> (<i>degré de confiance moyen</i>) à une échelle régionale et mondiale ^b {12.4} <i>Degré de confiance moyen</i> dans certaines régions <i>Probable</i> ^c
Augmentation de l'activité des cyclones tropicaux intenses	<i>Degré de confiance faible</i> {11.3}	<i>Plus probable qu'improbable</i> dans le Pacifique Nord-Ouest et l'Atlantique Nord {14.6} <i>Plus probable qu'improbable</i> dans certains bassins <i>Probable</i>
Incidence ou amplitude accrue d'une très haute élévation du niveau des mers	<i>Probable</i> ^l {13.7}	<i>Très probable</i> ^l {13.7} <i>Très probable</i> ^m <i>Probable</i>

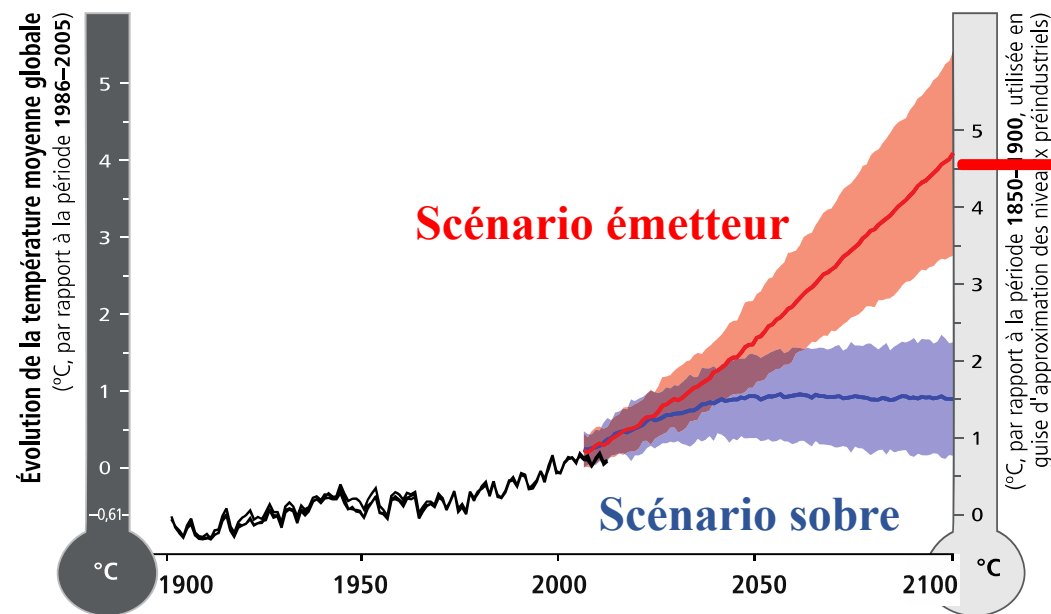
a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



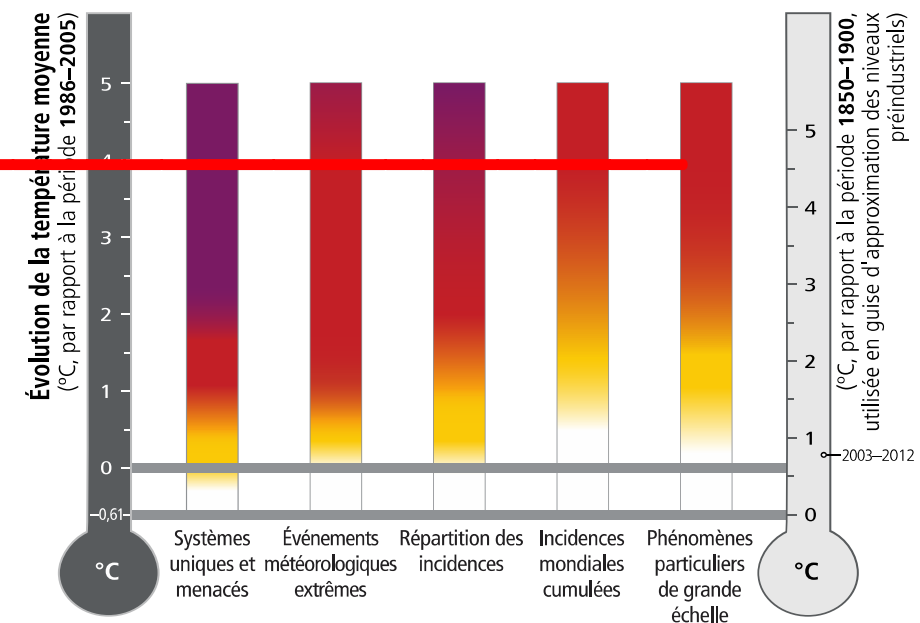
SSP	2.6	4.5	8.5
AR5	1.6	2.4	4.3
AR6	1.8	2.7	4.4

Simulated change at 4 °C global warming





— Observée
 RCP 8,5 (scénario à émissions élevées)
 Chevauchement
 RCP 2,6 (scénario d'atténuation à émissions faibles)



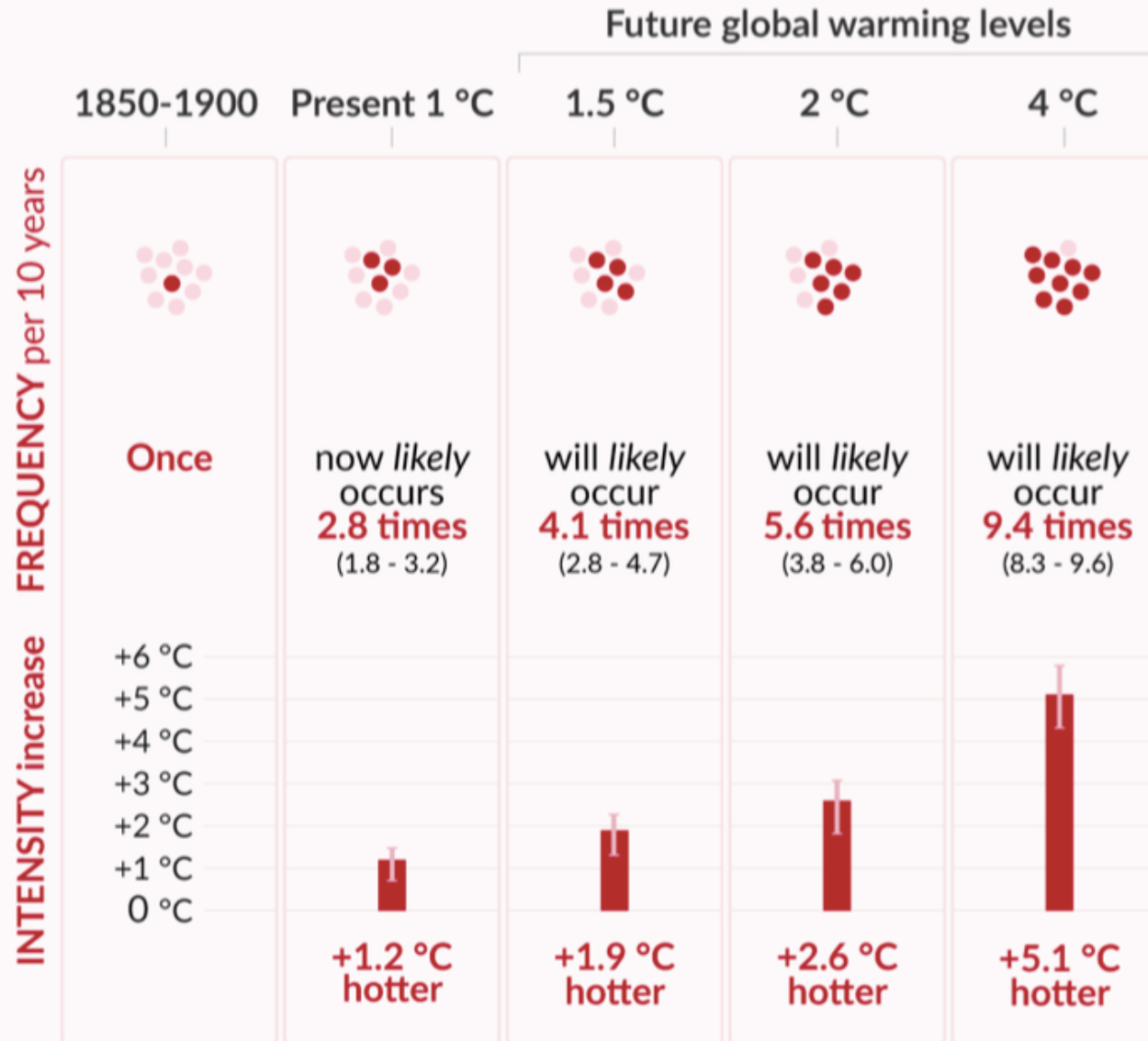
Degré de risque supplémentaire dû au changement climatique

Indétectable Moyen Élevé Très élevé

- Acidification de l'océan, récifs coralliens
 - Extrêmes : Sécheresses, inondations, canicules, cyclones
 - Phénomènes irréversibles : niveau de la mer, dégel du permafrost
 - Biodiversité, écosystèmes, pollution, santé
 - Populations : Réfugiés, ressources en eau, alimentation, sécurité
- Risques d'accroissement des inégalités**

10-year event

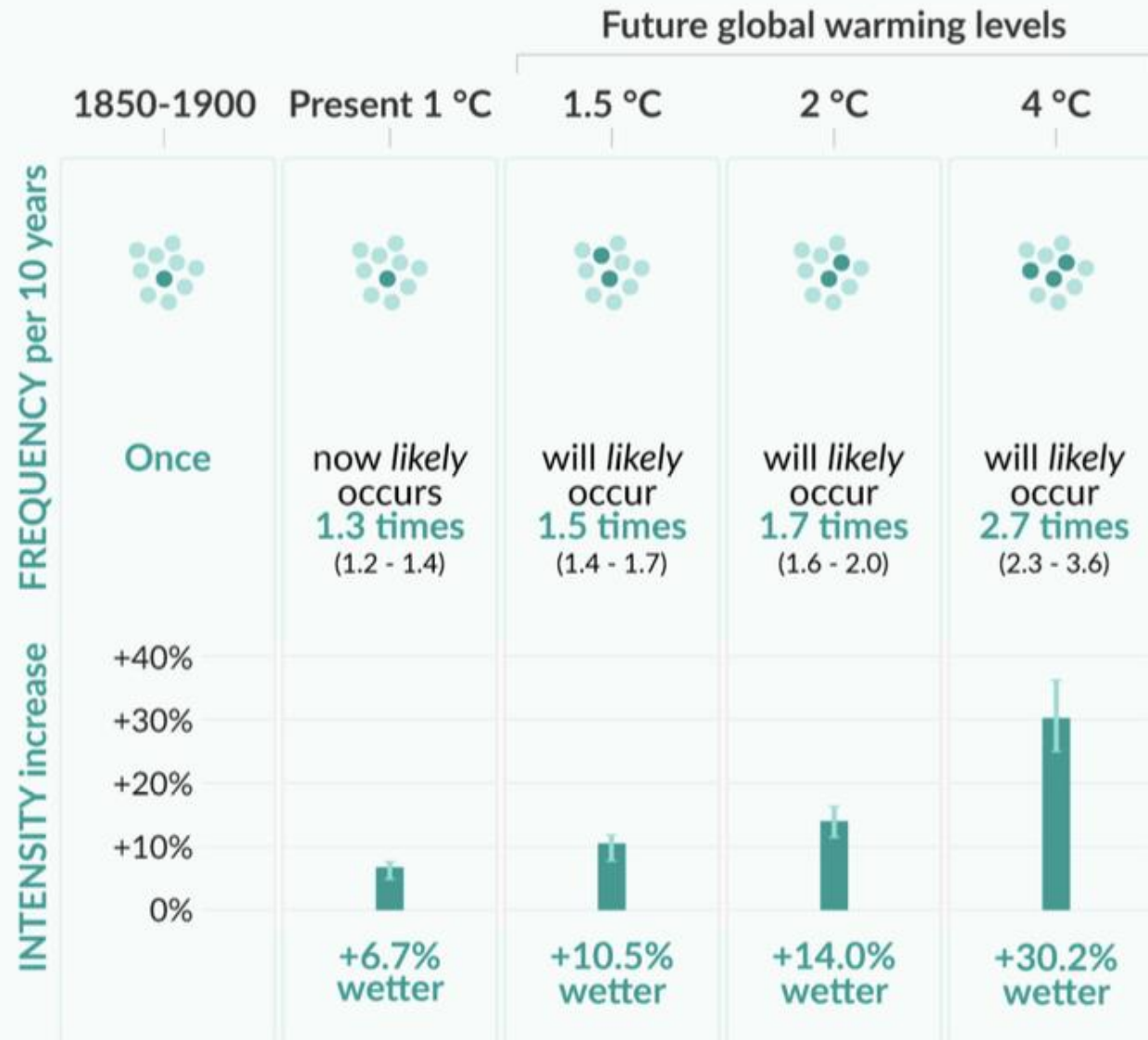
Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred **once in 10 years** on average in a climate without human influence



Vagues de chaleur

10-year event

Frequency and increase in intensity of heavy 1-day precipitation event that occurred **once in 10 years** on average in a climate without human influence



Pluies torrentielles

2021, 4e année la plus coûteuse au niveau mondial

Rien que pour l'année 2021, le coût des catastrophes naturelles au niveau mondial a été évalué à 250 milliards de dollars, selon Swiss Re. Une hausse de 24 % par rapport à l'année précédente. La facture pour les assureurs est, elle, évaluée à 105 milliards de dollars, en hausse de 17 % par rapport à l'année précédente, indique le réassureur suisse dans un communiqué. 2021 est ainsi la quatrième année la plus coûteuse pour les compagnies d'assurances depuis 1970 pour couvrir les frais engendrés par des catastrophes naturelles, précise-t-il.

La catastrophe naturelle la plus coûteuse pour les assureurs en 2021 a été la tempête Ida, qui a notamment entraîné des inondations à New York, pour laquelle la facture pour les assureurs est estimée aux alentours de 30 à 32 milliards de dollars. En Europe, ce sont les inondations de juillet en Allemagne et en Belgique qui ont été les plus coûteuses, entraînant une facture de 13 milliards de dollars pour les assureurs et 40 milliards de dollars de pertes économiques.

LE COÛT DES CATASTROPHES CLIMATIQUES EN FRANCE POURRAIT DOUBLER D'ICI 2050

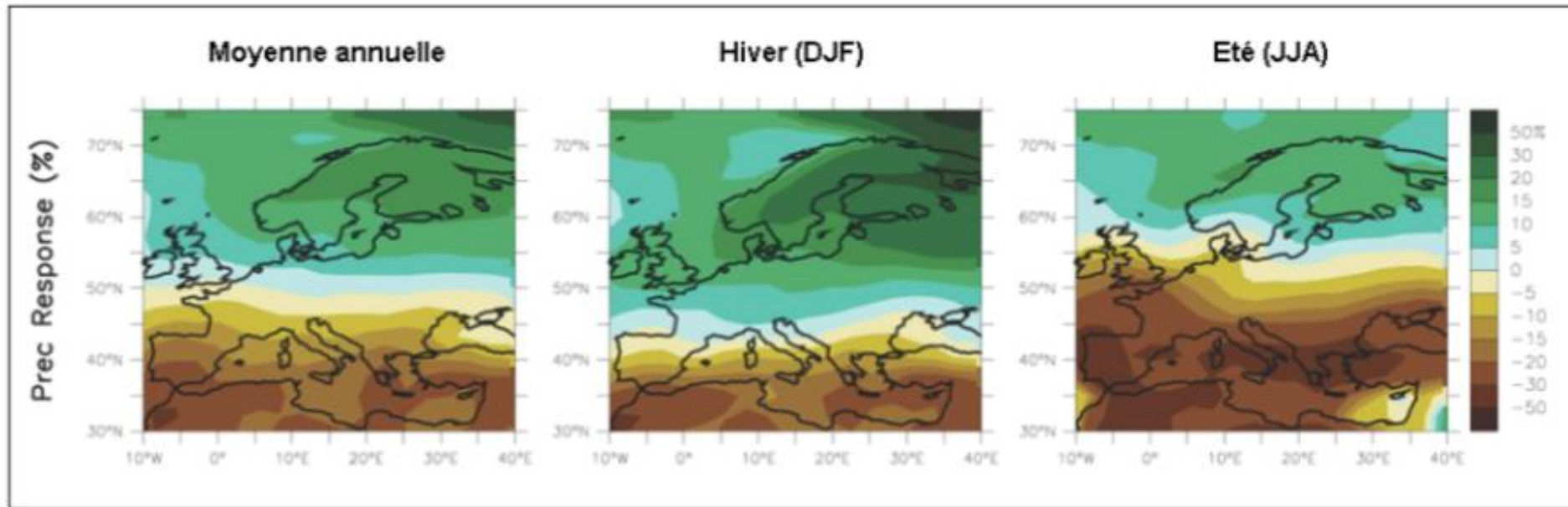


Figure 4. Évolution des précipitations en Méditerranée et en Europe en 2080-2099 comparées à la période 1980-1999, suivant un scénario d'émissions A1B (Source : IPCC, 2007b)

- Moins de précipitations en été
Mais aussi plus d'évaporation
- Ressources en eau
 - Agriculture
 - Réfugiés climatiques
 - Feux de forêt

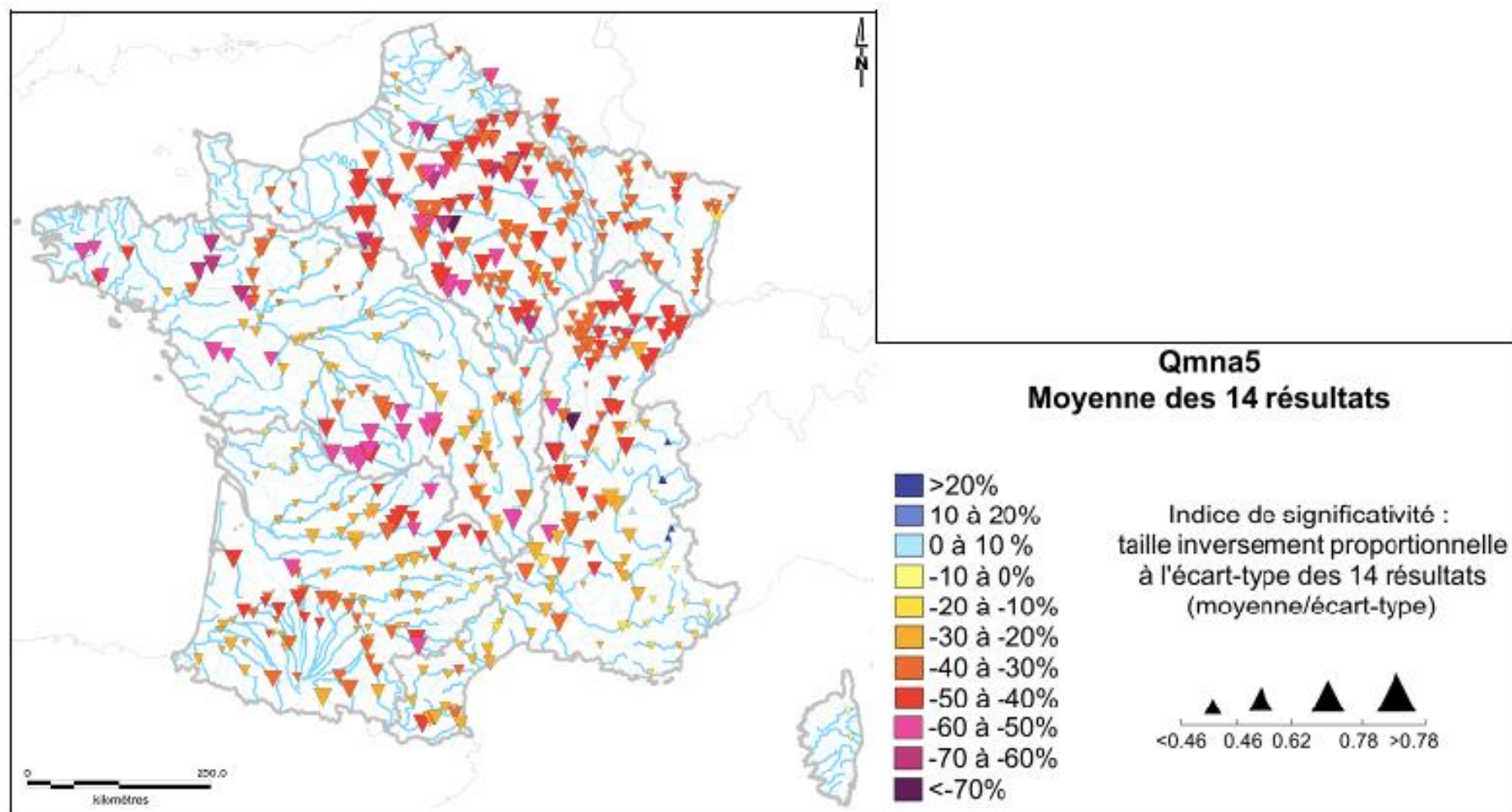
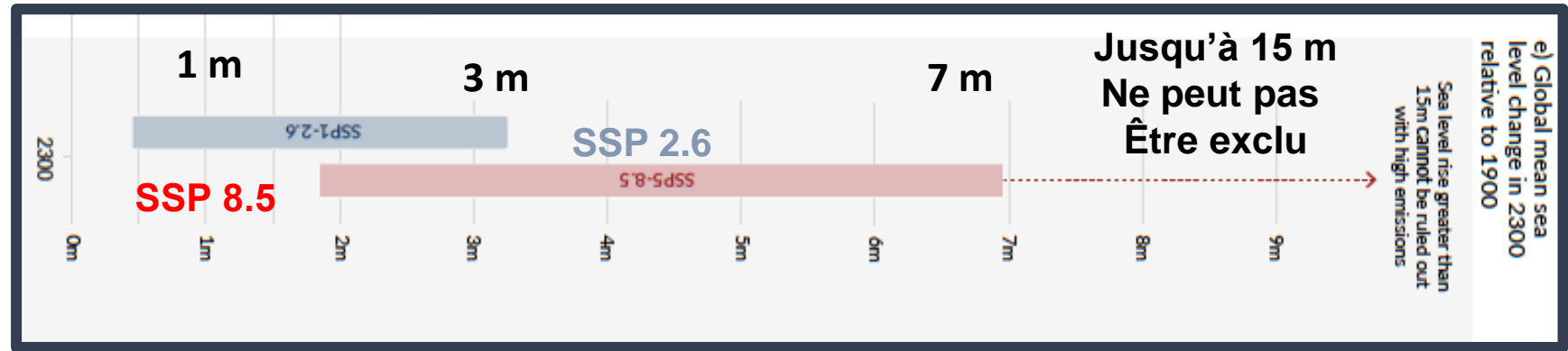


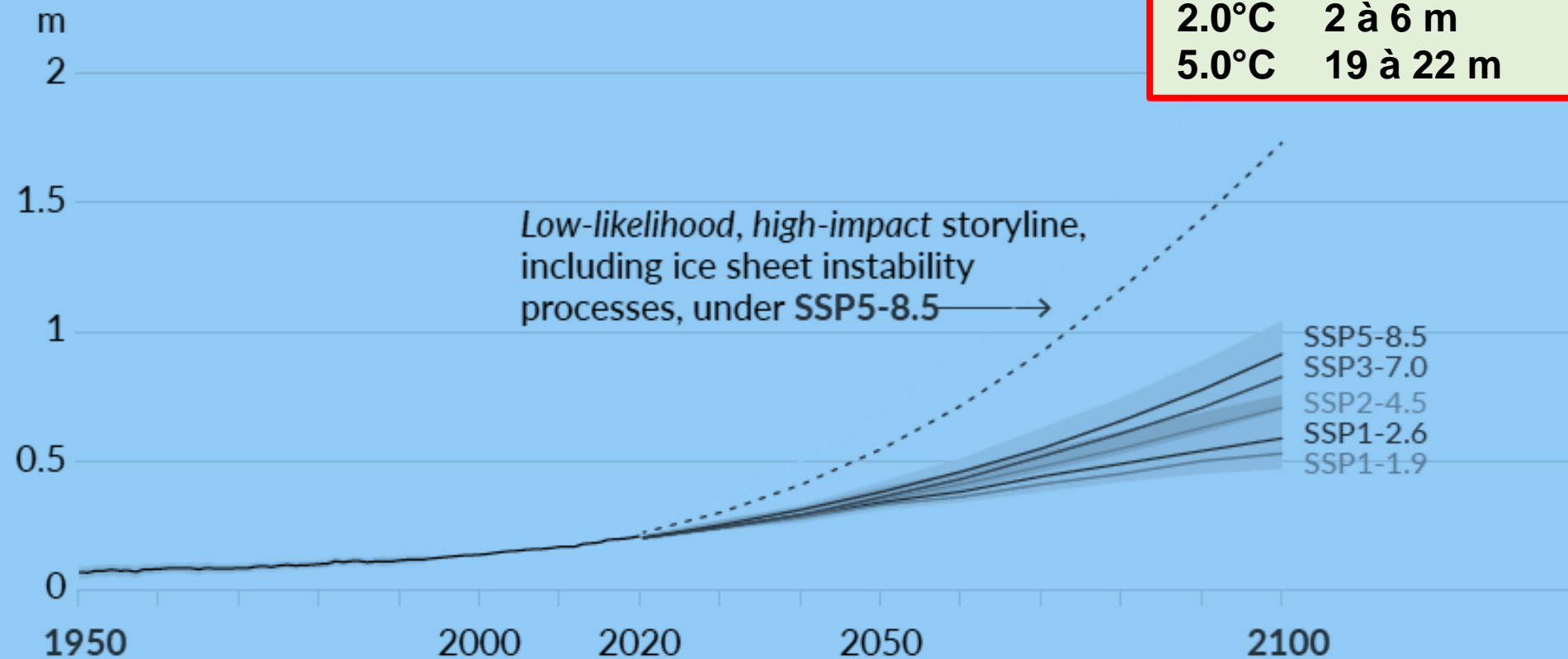
Figure 2 : Evolutions relatives possibles (en %) du QMNA5 entre 1961-90 et 2046-65. Résultats moyens établis sur 14 simulations (2 modèles)

Pour une majorité de cours d'eau, les modèles projettent une accentuation des étiages encore plus marquée.

2300



d) Global mean sea level change relative to 1900



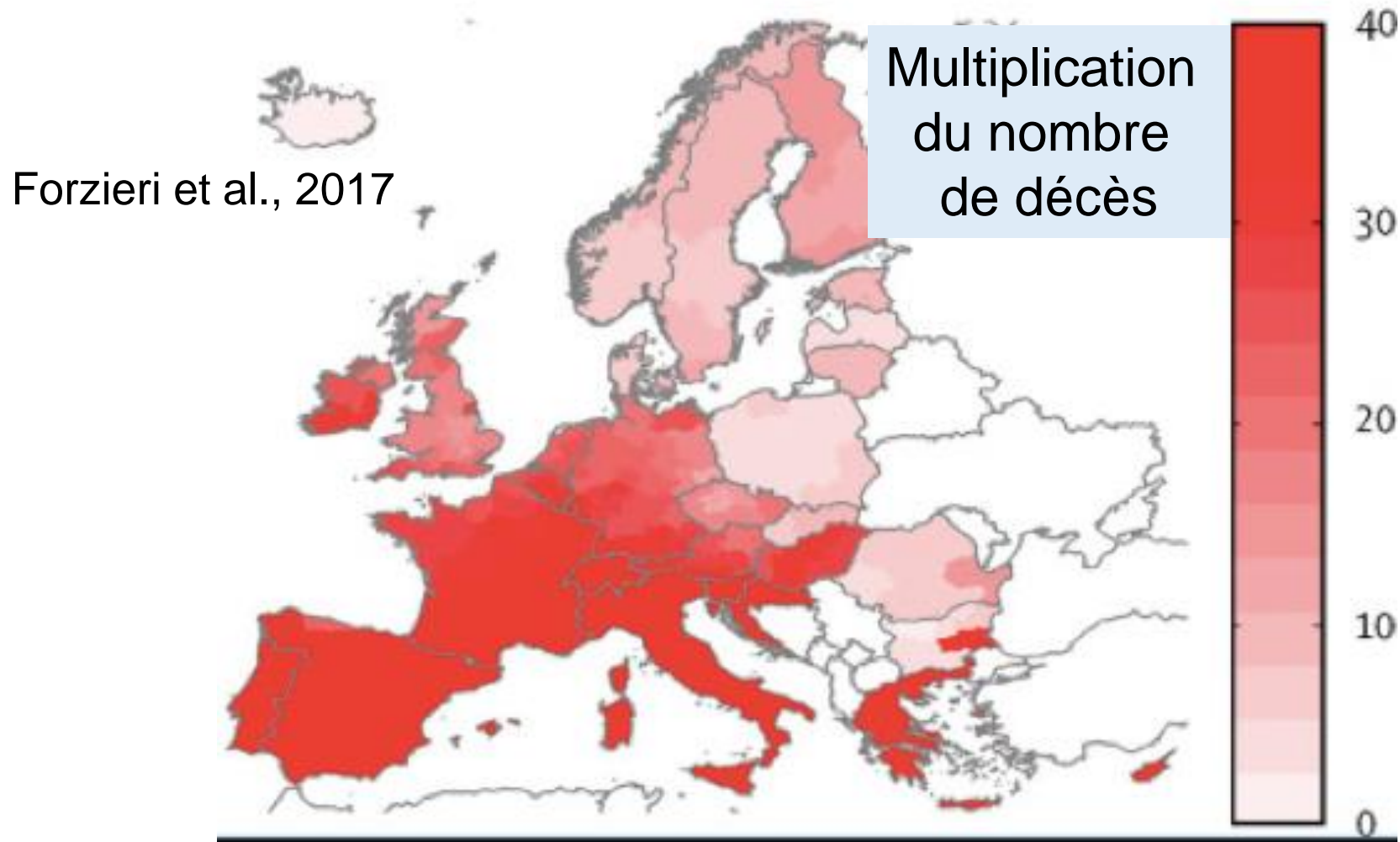
Sur 2000 ans

1.5°C 2 à 3 m

2.0°C 2 à 6 m

5.0°C 19 à 22 m

Ne rien faire n'est pas une solution



**D'ici à 2100, deux Européens sur trois seraient affectés
par des catastrophes climatiques (+ 3°C)**

La Convention Climat (CCNUCC) est mise sur pied, en 1992, lors du Sommet de la Terre de Rio (+ biodiversité et désertification)

Son objectif ultime : stabiliser les concentrations des gaz à effet de serre à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai convenable pour que

- **les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements,**
- **la production alimentaire ne soit pas menacée et**
- **le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable**

La stabilisation requiert que les émissions diminuent

**La Convention Climat se réunit chaque année :
ce sont les Conférences of Parties (COP) : COP 1 à Berlin, COP3 à Kyoto**

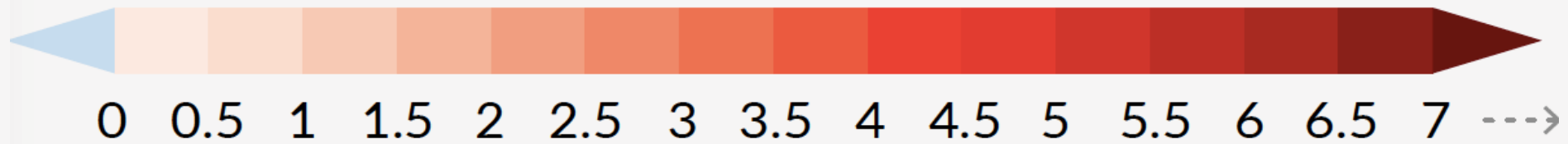
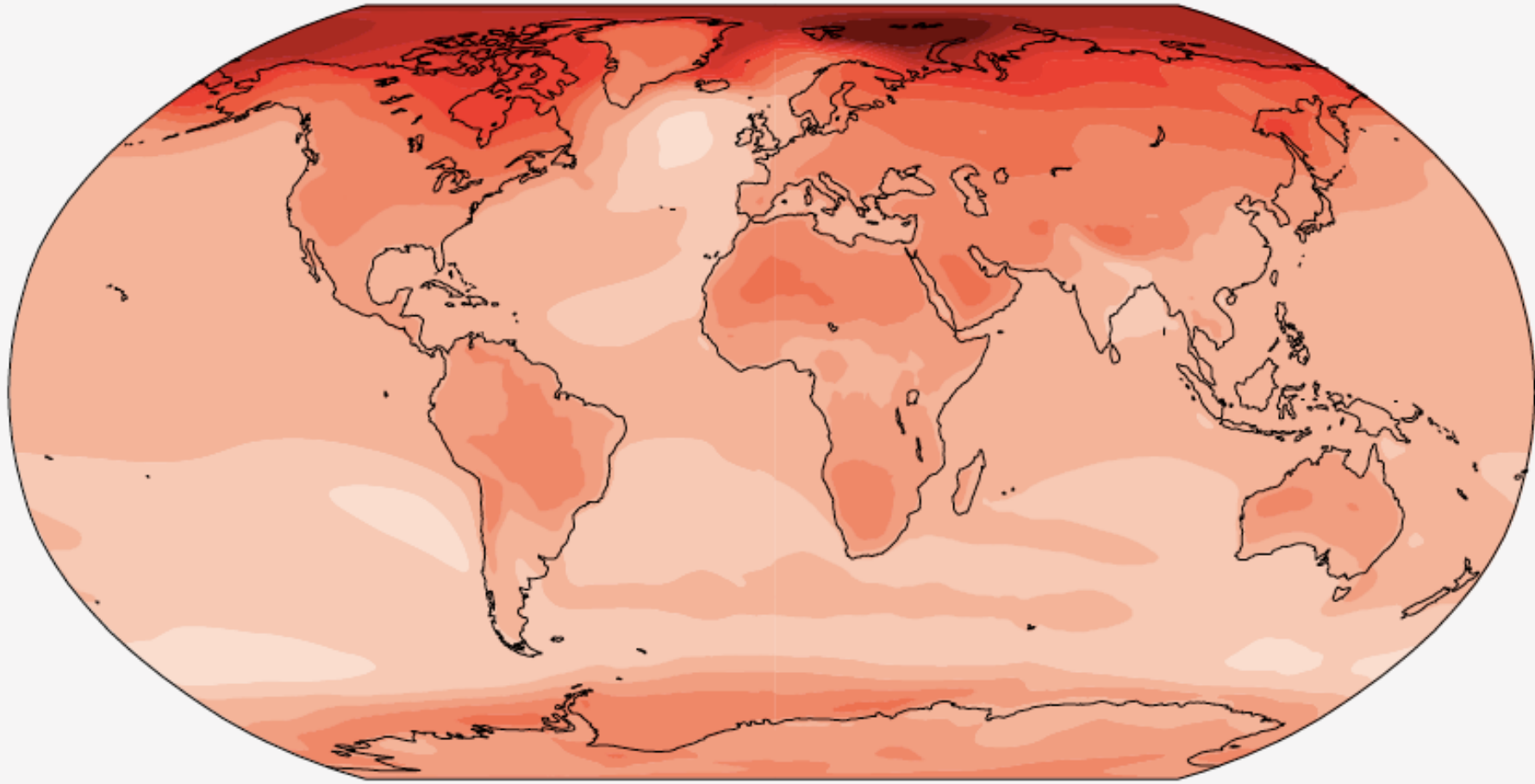
Accord de Paris : Article 2

Le présent Accord, 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 :

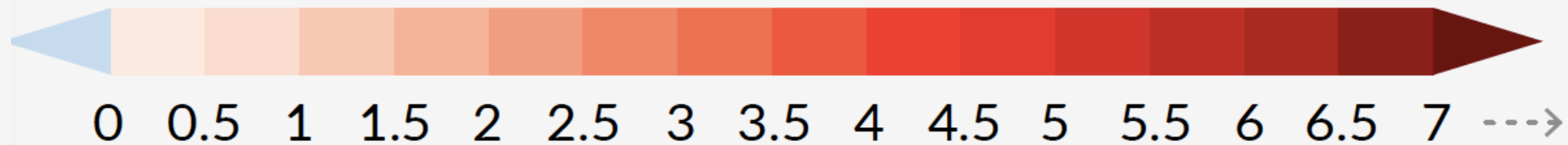
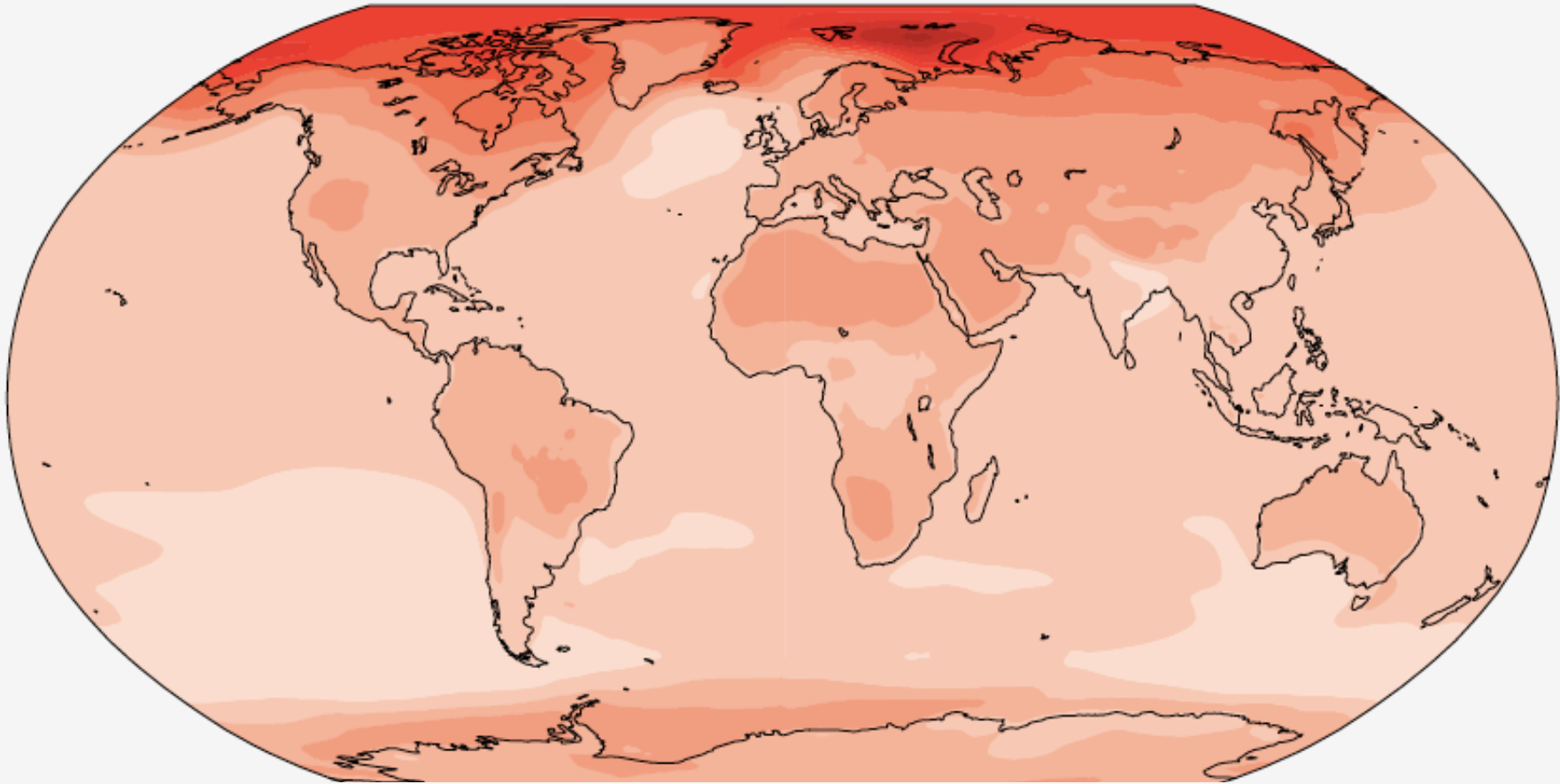
- **Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°C, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques ;**
- **Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire ;**
- **Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques ;**

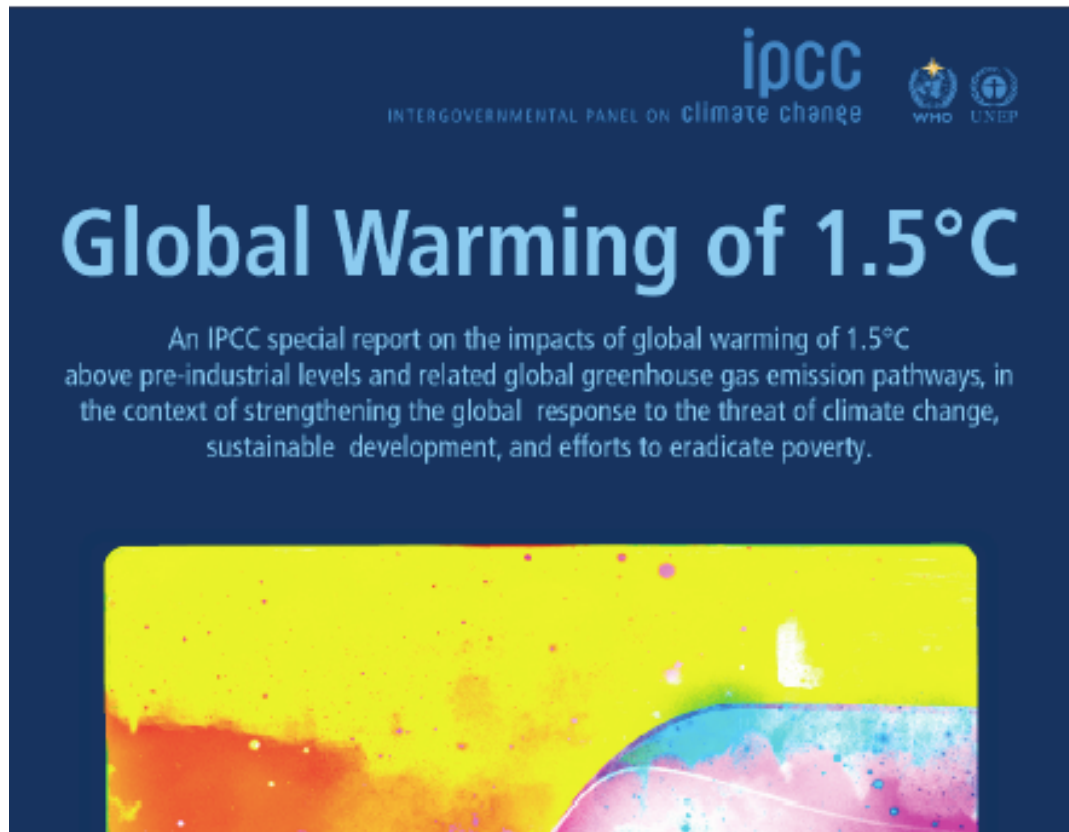
Les engagements pris nous mettent sur une trajectoire 3 / 3.5°C

Simulated change at 2 °C global warming



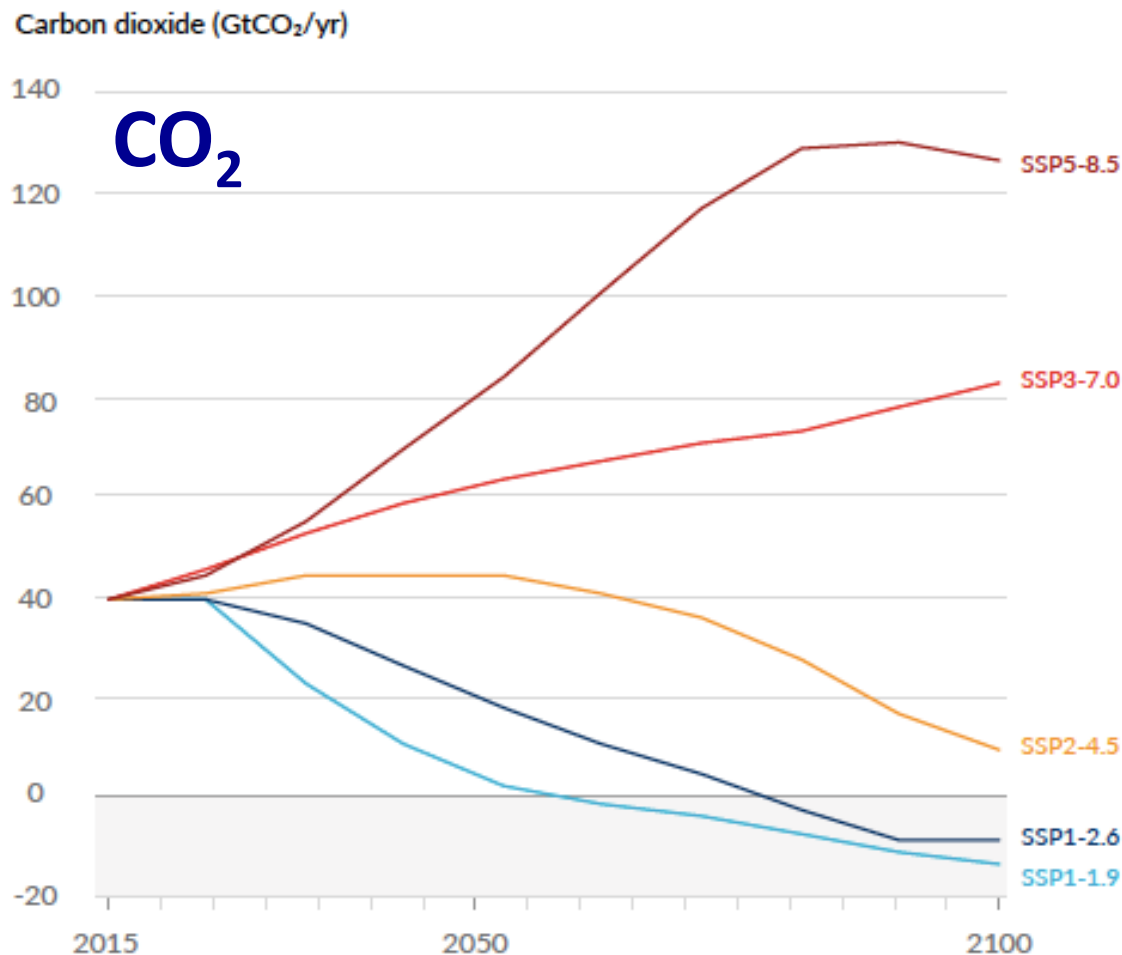
Simulated change at **1.5 °C** global warming





2°C par rapport à 1,5°C (déjà 1°C)

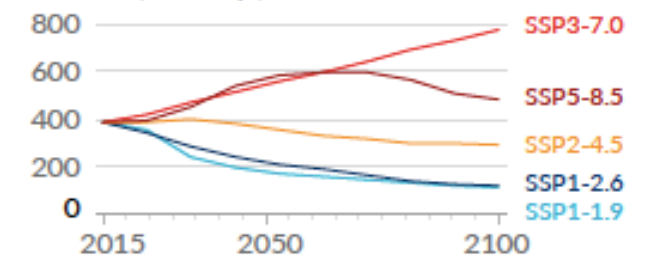
- Événements extrêmes
 - Biodiversité (récifs coralliens)
 - Productivité
 - Niveau de la mer
- Chaque année compte
 - Chaque décision compte



CH₄

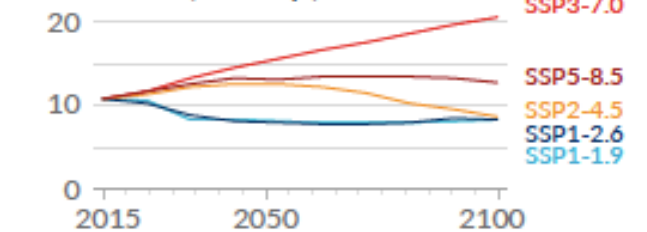
Selected contributors to non-CO₂ GHGs

Methane (MtCH₄/yr)



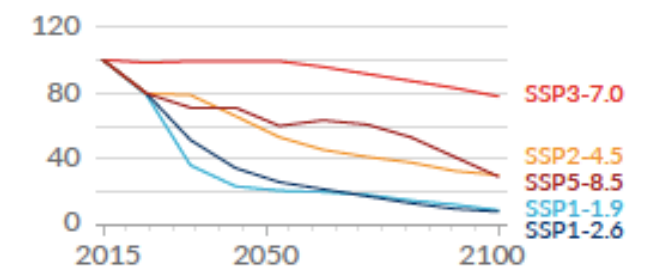
N₂O

Nitrous oxide (MtN₂O/yr)



One air pollutant and contributor to aerosols

Sulfur dioxide (MtSO₂/yr)



Les scénarios les moins émetteurs qui permettent de respecter ces objectifs requièrent une neutralité carbone (en fait zéro CO₂) dès 2050 pour SSP1.9 (compatible 1.5°C) et vers 2075 pour SSP2.6 (compatible 2°C)

Et une diminution des émissions des autres gaz à effet de serre

La COP 26 (Glasgow)

Quelques avancées

mais des résultats décevants

- **Confiance vis à vis du diagnostic du GIEC (1,5°C)**
- **Neutralité carbone en 2050 : plus de 80 pays ont adopté cet objectif ambitieux (US, UE, ...), en 2060 pour la Chine, 2070 pour l'Inde**
- **Accords sectoriels (méthane, transport, fossiles...)**

**Mais d'ici 2030 les émissions vont repartir à la hausse (+14%) ;
trajectoire un peu en-dessous de 3°C**

Absence de solidarité Nord-Sud (100 milliards de dollars)

Contribution par secteurs aux émissions de GES en France



31%

TRANSPORTS



19%

INDUSTRIE



19%

AGRICULTURE



17%

HABITAT



10%

ÉNERGIE



4%

DÉCHETS

Importance de l'échelle régionale

- Impacts
- Solutions
- Adaptation

Loi sur la transition
énergétique pour la
croissance verte (2015)

Loi énergie climat
(2019) - 40% en 2030
Neutralité carbone

**Convention
Citoyenne**
Loi climat-résilience
(2021)

Mix énergétique
Efficacité
Sobriété
Solidarité
Investissements
Education

La stratégie nationale bas-carbone

Comment viser la neutralité carbone ?

Zéro énergie fossile à horizon 2050

- Biomasse
- Chaleur renouvelable
- Électricité décarbonée : nucléaire, électricité renouvelable

Une forte baisse des consommations d'énergie dans tous les secteurs

- Sobriété
- Efficacité énergétique



Une forte réduction des émissions non liées à l'énergie

- Agriculture
- Procédés industriels

Une augmentation du puits de carbone

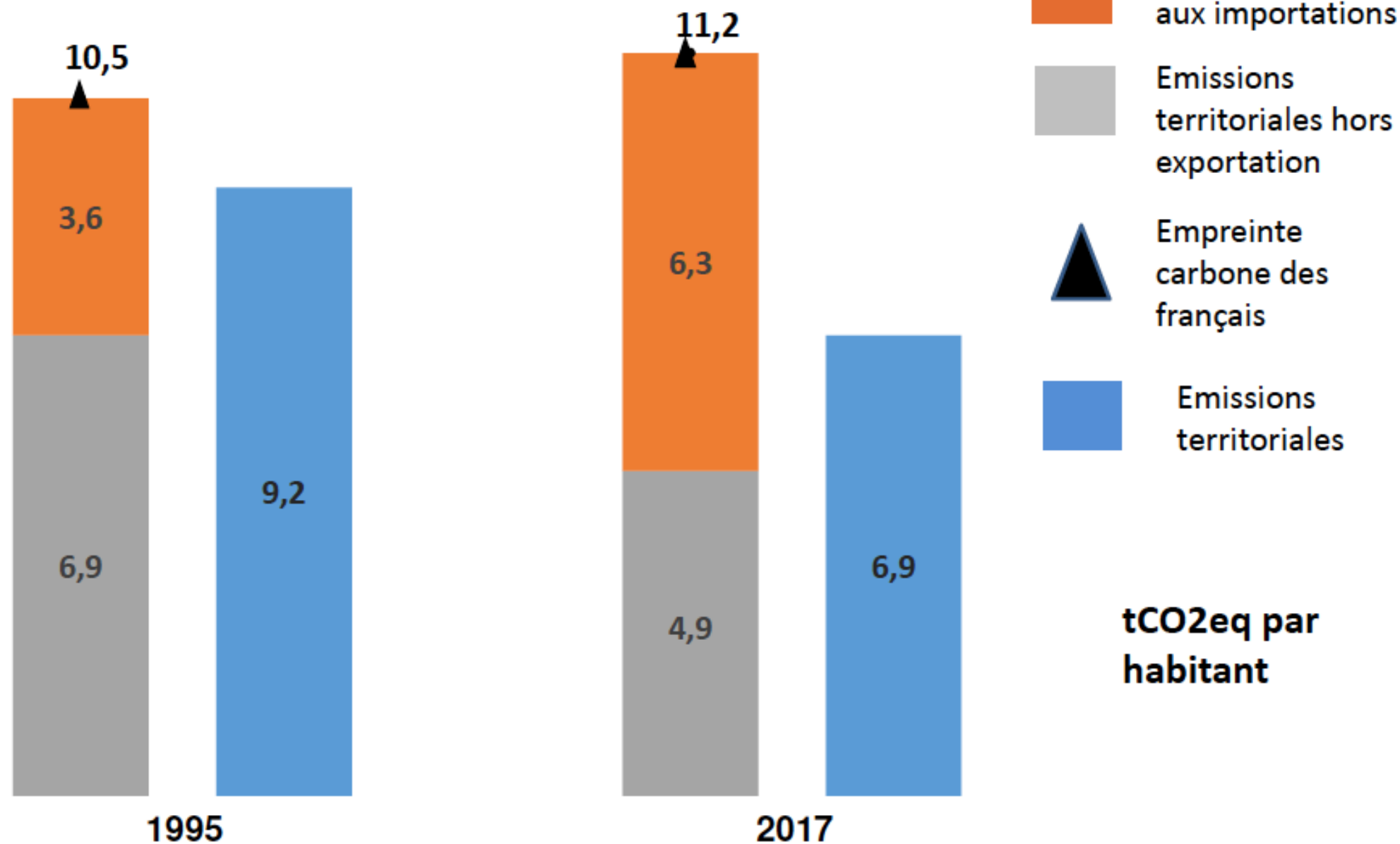
- Forêt
- Produits en bois
- Prairies et sols agricoles
- Capture et stockage

Comment atteindre la neutralité carbone?

	Evolution des émissions de GES (par rapport à 2015)		Résumé des orientations
	2030	2050	
Production d'énergie	-36 %	Zéro émission	Développer les énergies décarbonées
Transports	-31 %	Zéro émission	Décarboner la mobilité
Bâtiments	-53 %	Zéro émission	100 % du parc « bâtiment basse consommation » en moyenne
Agriculture	-20 %	-46 %	Favoriser les pratiques qui diminuent les émissions, comme l'agro-écologie
Déchets	-38 %	-66 %	Prévenir et valoriser les déchets
Industrie	-35 %	-81 %	Développer les filières industrielles sobres en carbone
Forêts et bois		+50 % absorption	Maximiser les puits de carbone et développer la bioéconomie



Où en est-on ? L'empreinte carbone



LES PROPOSITIONS

de la Convention Citoyenne pour le Climat

Livret 1 : Introduction du rapport

Livret 2 : Thématique Consommer

Livret 3 : Thématique Produire et Travailler

Livret 4 : Thématique Se déplacer

Livret 5 : Thématique Se loger

Livret 6 : Thématique Se nourrir

Livret 7 : Constitution

Livret 8 : Financement

Livret 9 : Orientation générale et conclusion de la Convention

Réchauffement climatique, quelles tendances pour quels impacts ?

Les Rendez-vous Climat d'Antea Group



Merci de votre attention



Jean JOUZEL

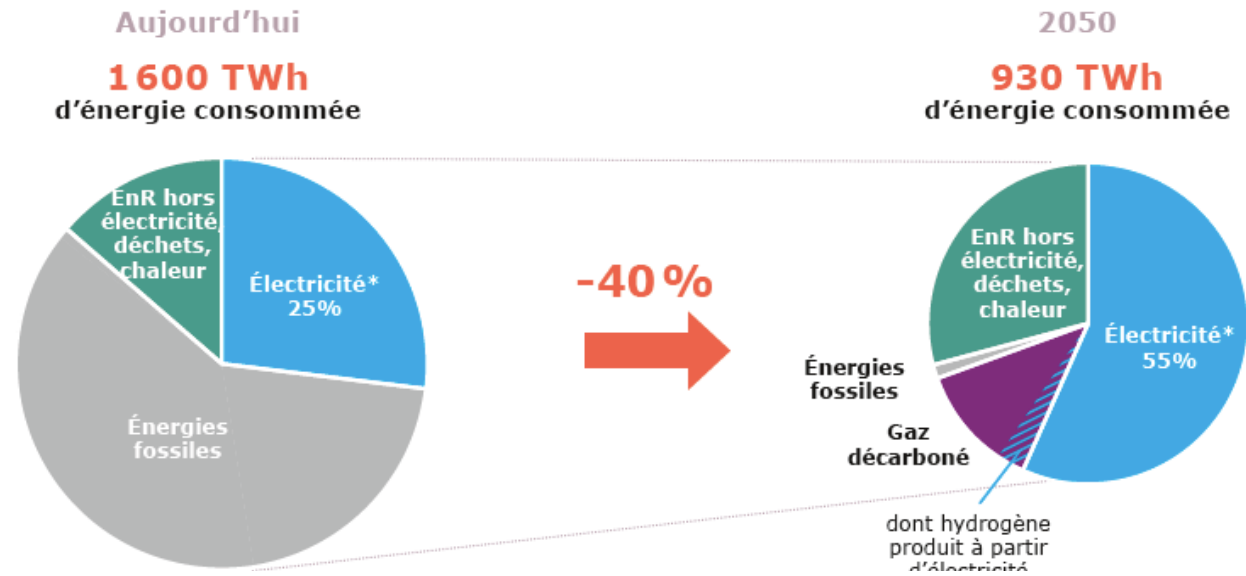
Directeur émérite de recherche au CEA
Laboratoire des Sciences du Climat et de
l'Environnement / Institut Pierre Simon Laplace

Futurs énergétiques 2050

Principaux résultats



Figure 2 Consommation d'énergie finale en France et dans la SNBC



TRANSFORMATION DU MIX

4

Atteindre la neutralité carbone en 2050 est impossible sans un développement significatif des énergies renouvelables

5

Se passer de nouveaux réacteurs nucléaires implique des rythmes de développement des énergies renouvelables plus rapides que ceux des pays européens les plus dynamiques