

Les événements extrêmes et le changement climatique

Robert Vautard LSCE/IPSL
Institut Pierre-Simon Laplace

<http://www.ipsl.fr/>

Quel est le mandat du GIEC?

Evaluer l'information scientifique, technique et socio-économique pertinente :

- pour comprendre les bases scientifiques des risques du changement climatique dû à l'influence humaine
- ses impacts potentiels
- les options d'adaptation et d'atténuation

Exhaustivité
Objectivité
Transparence
Rigueur et robustesse

Quel est le mandat du GIEC?

Evaluer l'information scientifique, technique et socio-économique pertinente :

- pour comprendre les bases scientifiques des risques du changement climatique dû à l'influence humaine
- ses impacts potentiels
- les options d'adaptation et d'atténuation

**Une évaluation
pertinente pour éclairer les choix politiques,
pas de recommandations**

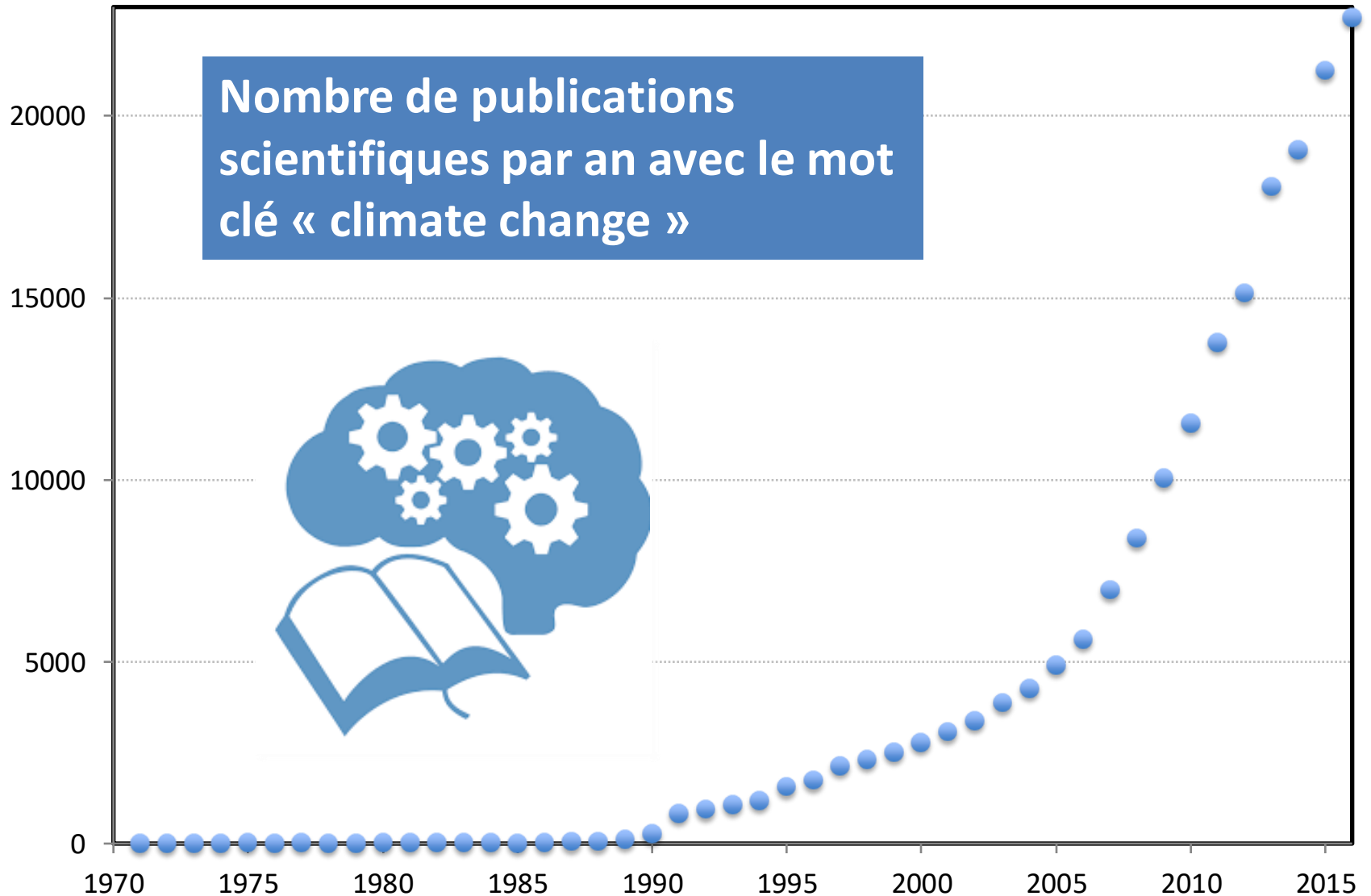
Quel est le mandat du GIEC?

Evaluer l'information scientifique, technique et socio-économique pertinente :

- pour comprendre les bases scientifiques des risques du changement climatique dû à l'influence humaine
- ses impacts potentiels
- les options d'adaptation et d'atténuation

Le GIEC ne fait pas de recherche mais stimule la production de connaissances nouvelles et la maturation des connaissances scientifiques

Travail de plus en plus difficile!

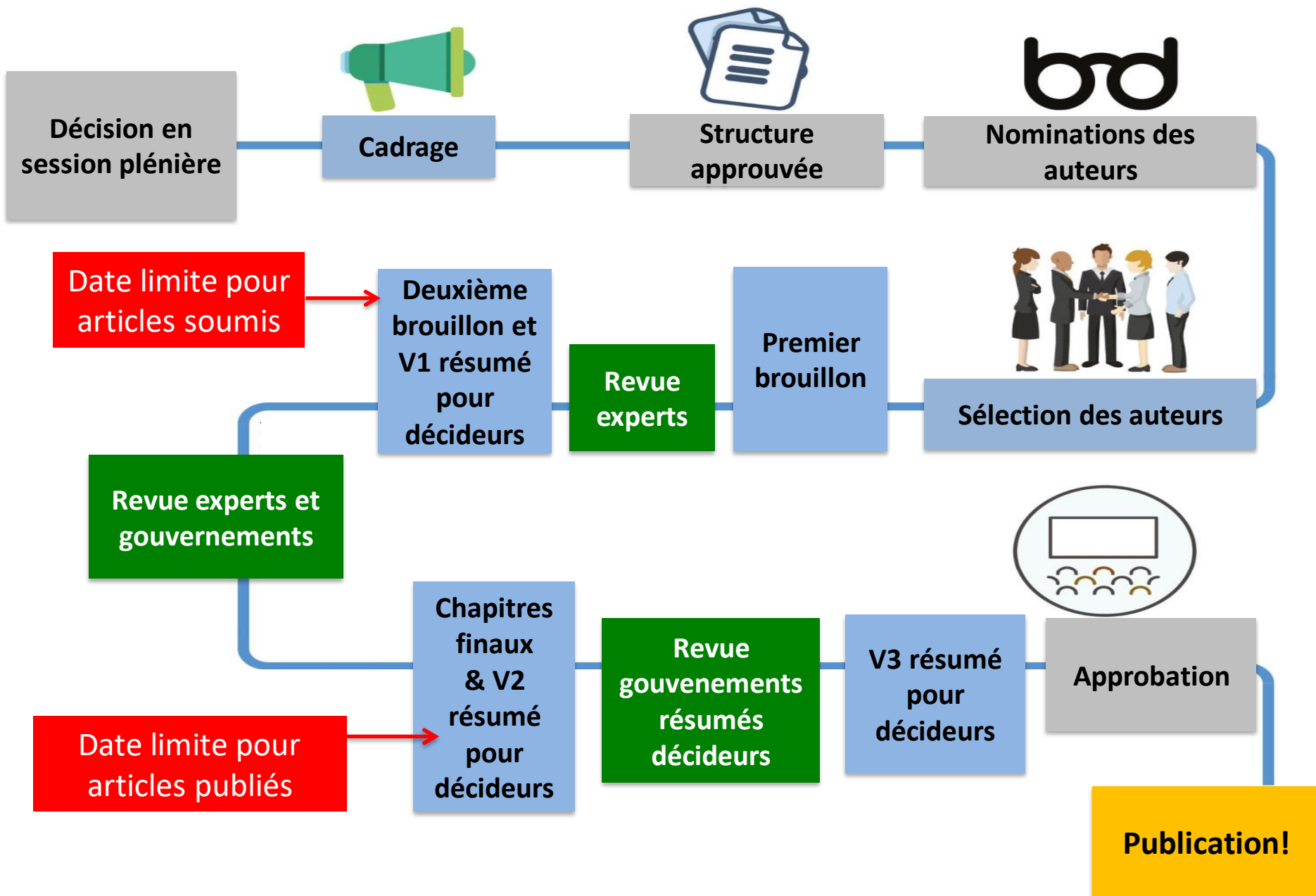




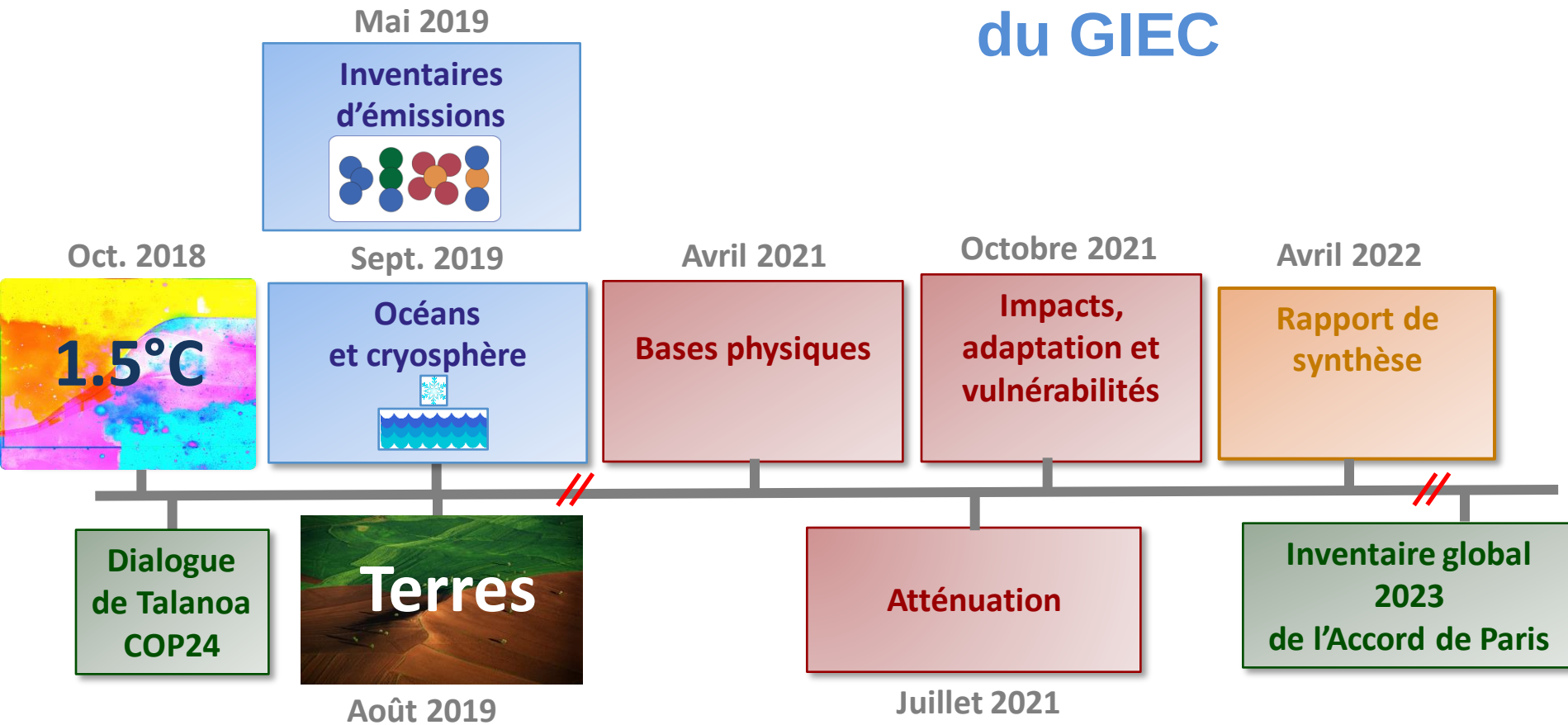
Co-construction:
Un consensus, entre
scientifiques, et avec
les gouvernements

<https://enb.iisd.org/climate/ipcc50/>

Etapes de préparation des rapports



Le 6ème cycle d'évaluation du GIEC



www.ipcc.ch
[@IPCC_CH](https://twitter.com/IPCC_CH)

WGI-AR6

Summary for Policy Makers

Technical Summary

Chapter 1: Framing, context, methods

Chapter 2: Changing state of the climate

Chapter 3: Human influence on the climate

Chapter 4: Future global climate: scenario-based projections and near-term information

Chapter 5: Global carbon and other biogeochemical cycles and feedbacks

Chapter 6: Short-lived climate forcers

Chapter 7: The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity

Chapter 8: Water cycle changes

Chapter 9: Ocean, cryosphere, and sea level change

Chapter 10: Linking global to regional climate change

Chapter 11: Weather and climate extreme events in a changing climate

Chapter 12: Climate change information for regional impact and for risk assessment

ANNEXES

Regional AtlasCross Working Group

Glossary Technical Annexes

List of Acronyms

List of Contributors, List of Reviewers, INDEX

2018

IPCC AR6 WGI SCHEDULE (19 July 2018)

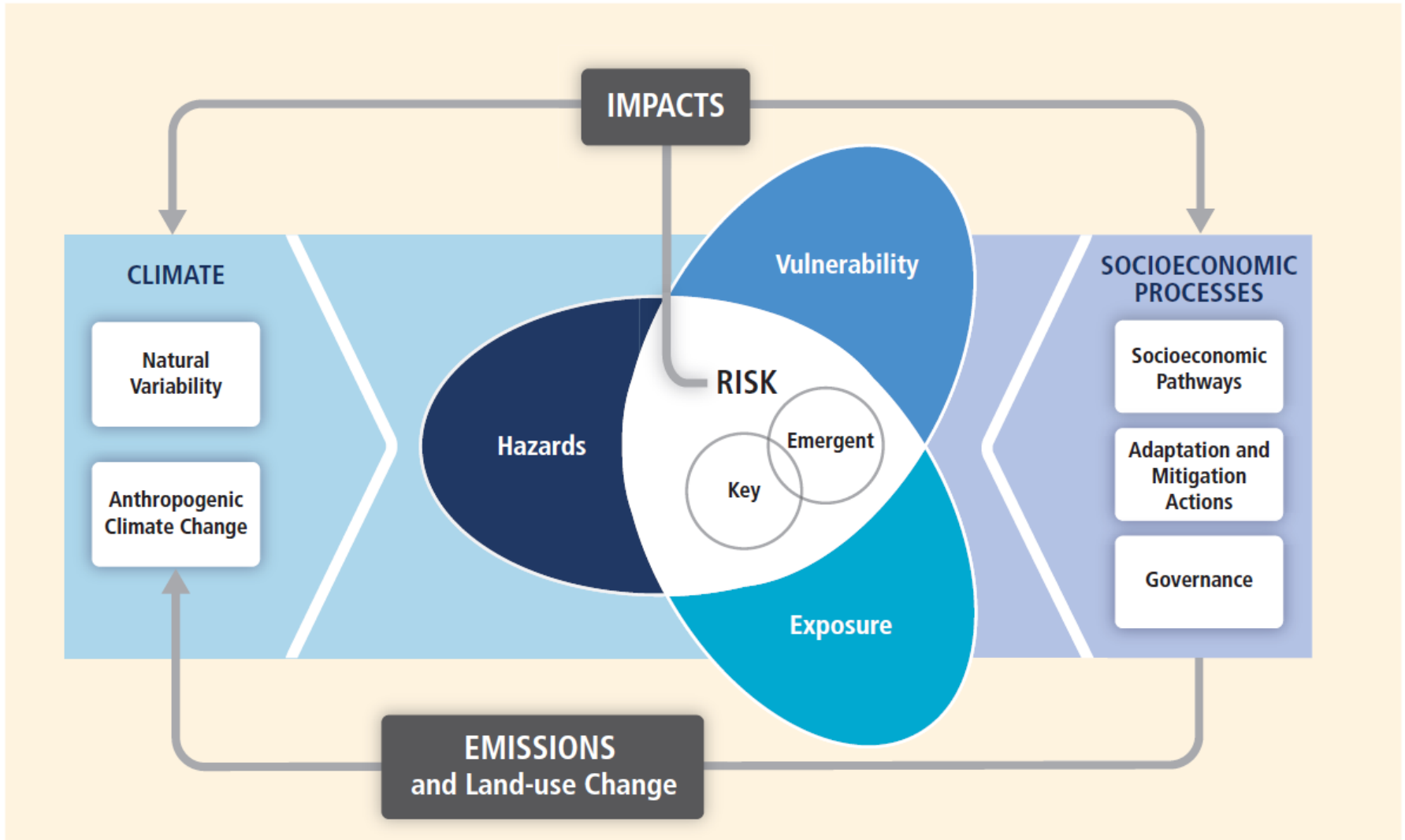
JUNE	25-29 June First Lead Author Meeting (LAM1)
OCT	14 October Submission of the Internal Draft to the TSU 15-28 October TSU compile Internal Draft 29 October - 25 November Internal Review of the Internal Draft
DEC	3 December TSU sends compiled Review Comments to CLAs
JAN	7-12 January Second Lead Author Meeting (LAM2)
APRIL	7 April Submission of the First Order Draft (FOD) to TSU 8-21 April TSU compiles FOD 29 April - 23 June Expert Review of FOD
JULY	1 July TSU sends compiled Review Comments to CLAs
AUG	26-31 August Third Lead Author Meeting (LAM3)
OCT	7 October Comment responses & RE First interim report due to TSU
DEC	31 December <i>Literature submission cut off</i>
JAN	12 January Submission of the Second Order Draft (SOD) to TSU 13-26 January TSU compile SOD
MAR	2 March - 26 April Expert and Government Review of the SOD and of the FOD of the Summary for Policy Makers (SPM)
MAY	4 May TSU send compiled Review Comments to CLAs
JUNE	1-6 June Fourth Lead Author Meeting (LAM4) 29 June RE second Interim report due to TSU
JULY	27 July SOD Review Comments response due to TSU
SEPT	30 September <i>Literature acceptance cut off</i>
OCT	18 October Submission of the Final Draft (FGD) to TSU 19 October - 1 November TSU compiles FGD
DEC	7 December - 31 January Final Government Distribution
FEB	8 February TSU send compiled Review Comments to SPM Drafting Team
APR	12-16 April IPCC 54 - Approval Session

2019

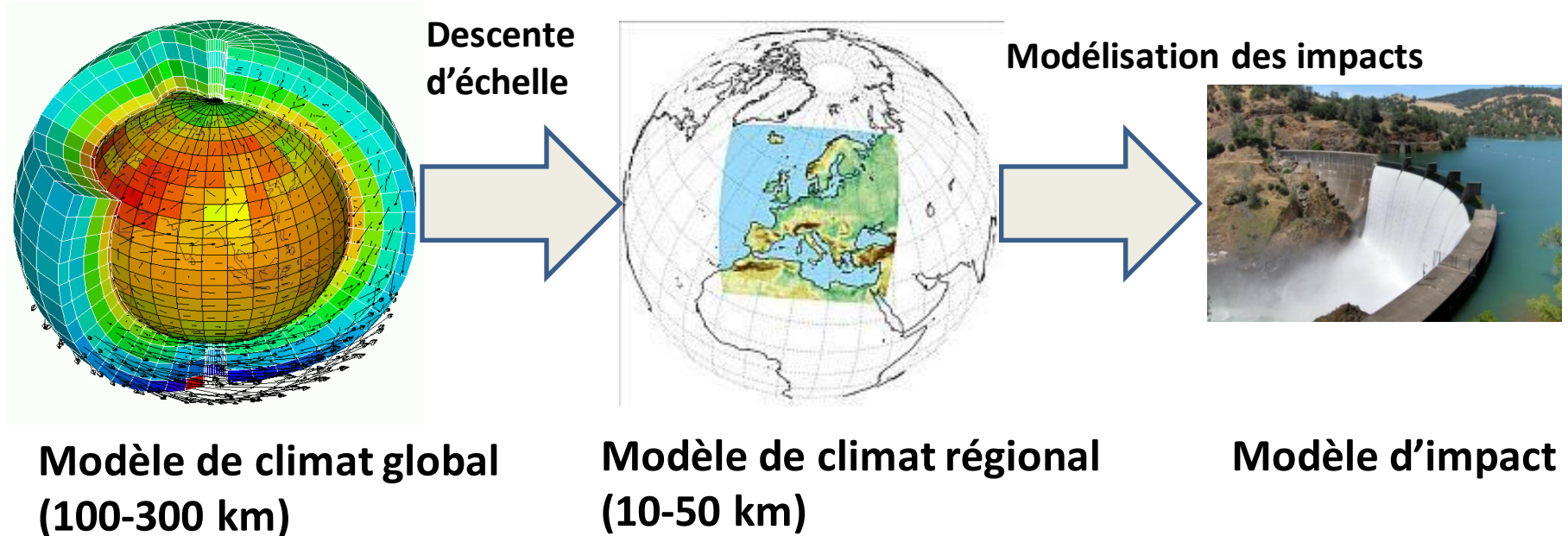
2020

2021

Le cadre des risques



Utilisation d'observations, de modèles et méthodes statistiques



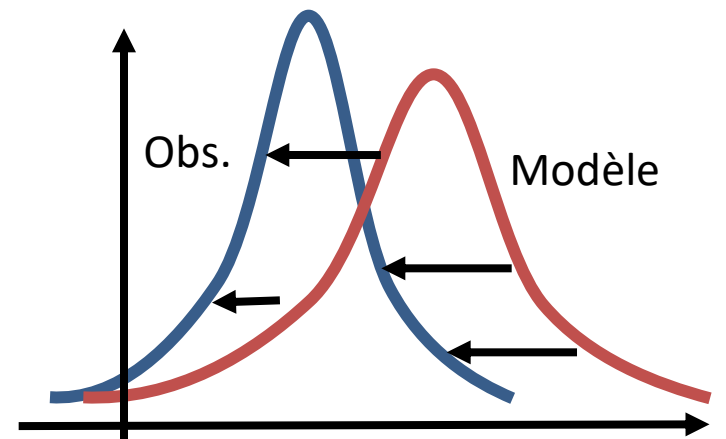
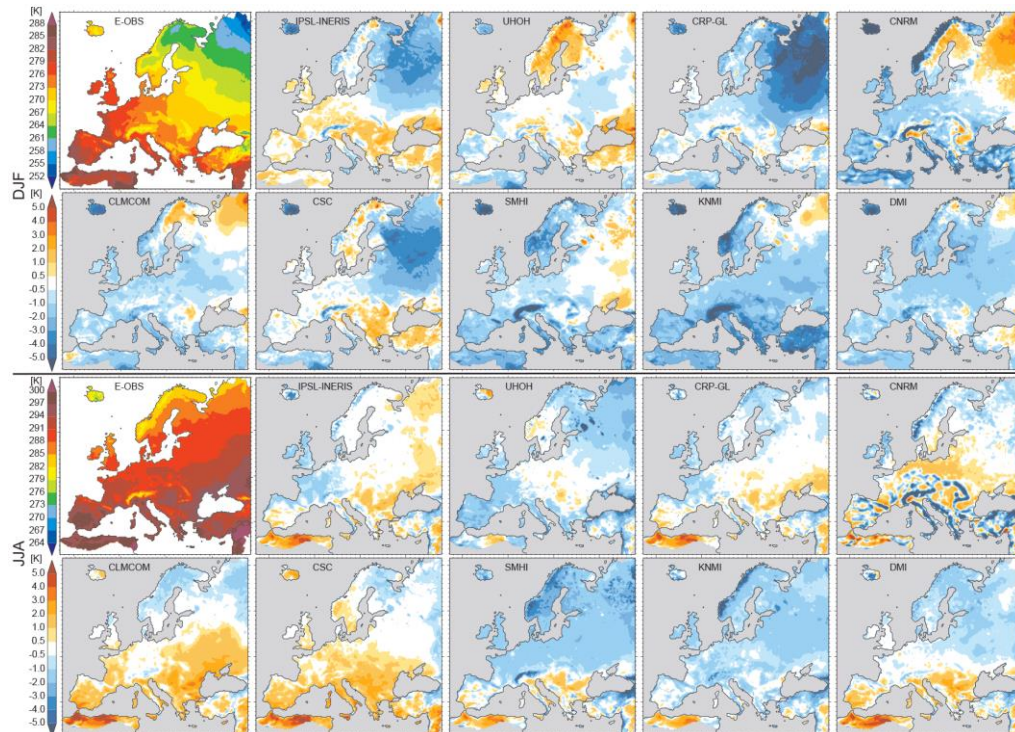
Utiliser toujours de multiples modèles pour statistiques fiables

→ CMIP5: 30-40 modèles

→ EURO-CORDEX : ~35 modèles (résolution=12 km)

Evaluation des modèles

Evaluation des incertitudes, ajustement des biais:
méthodes statistiques en développement

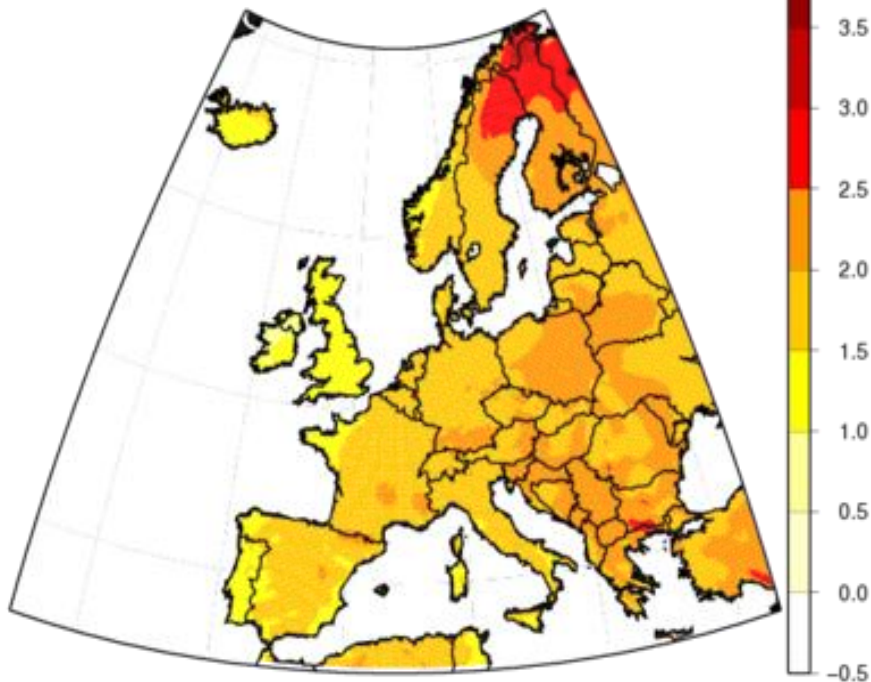


Méthode des quantiles (exemple)

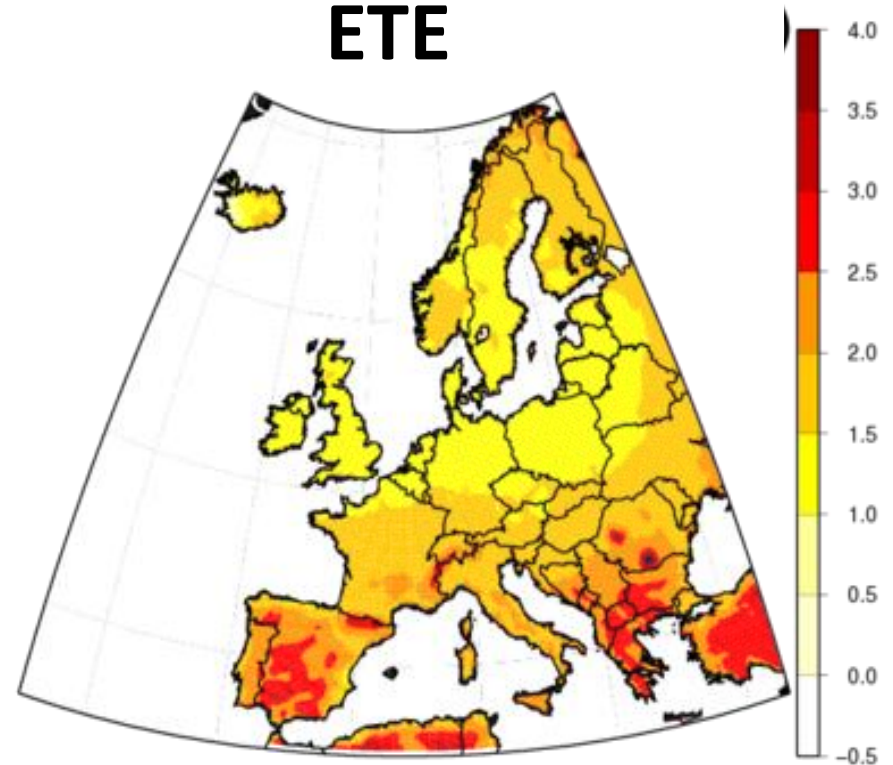
Biais de température des modèles euro-cordex

Changements de température en Europe pour +2°C de réchauffement global

HIVER

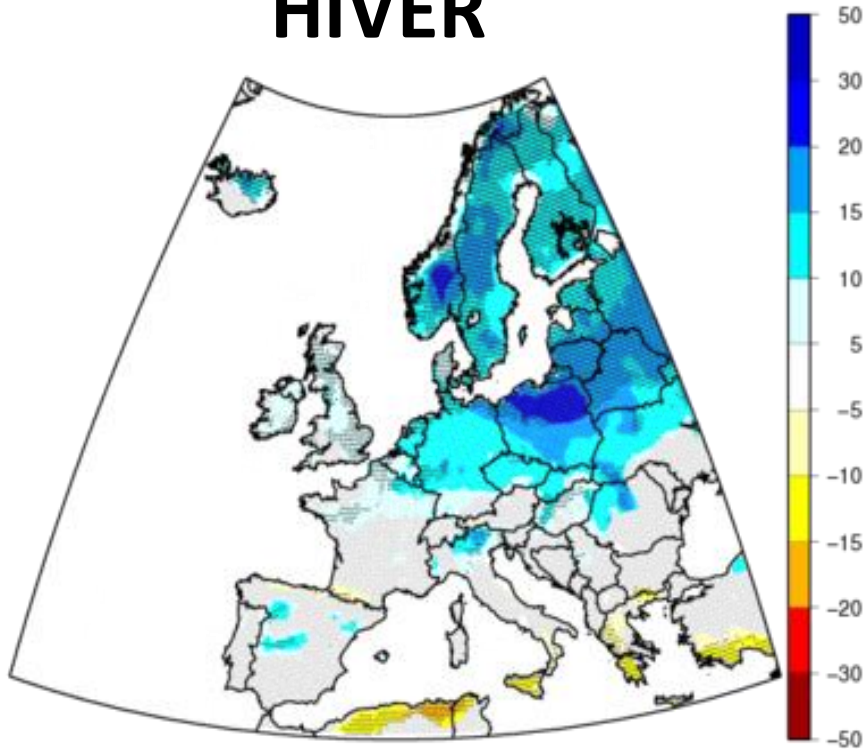


ETE

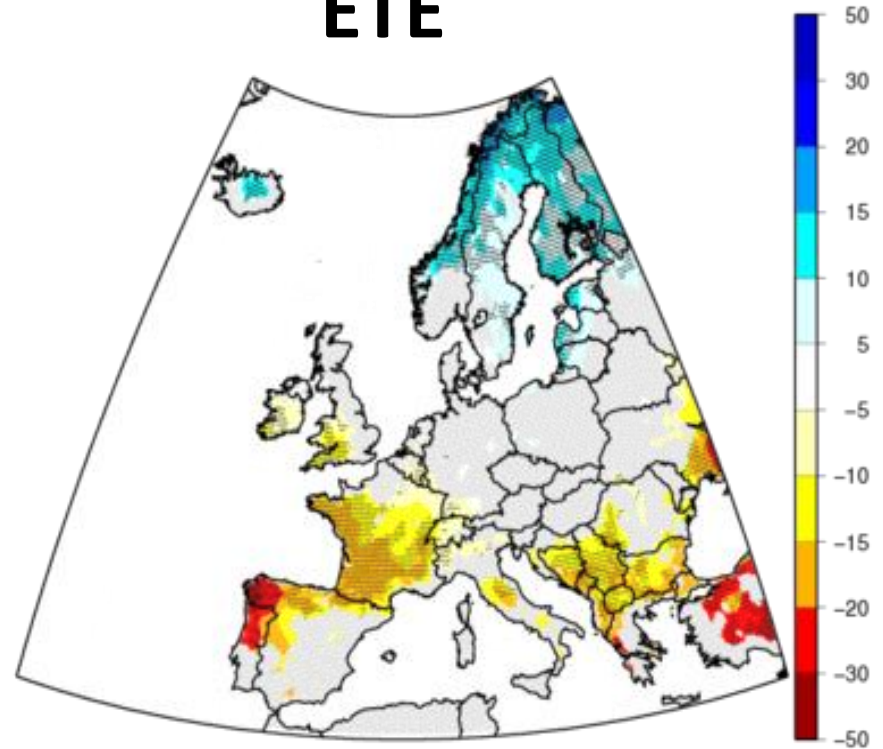


Changements de Précipitations en Europe pour +2°C de réchauffement global

HIVER



ETE

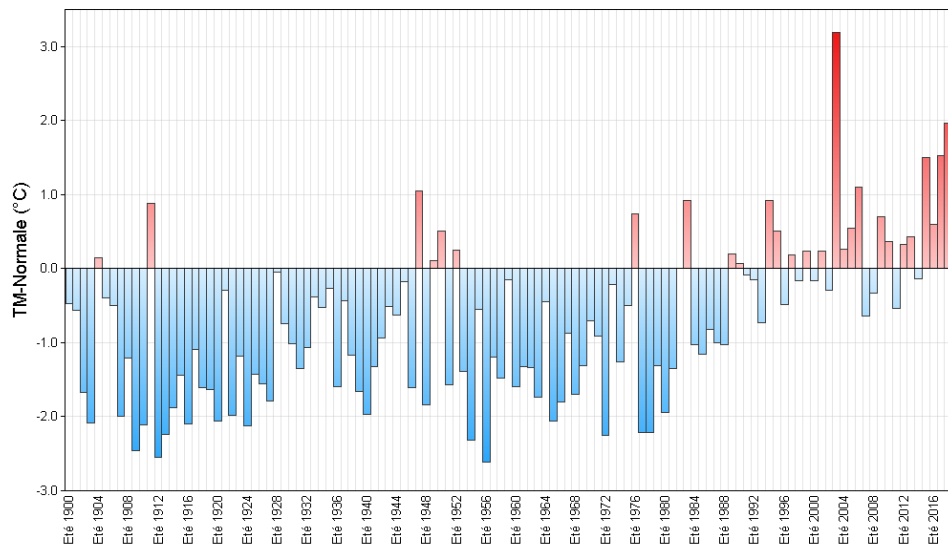


Les étés de plus en plus chauds Cela va très vite

Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de l'indicateur
de température moyenne

Zone climatique : France

Été 1900 à 2019



□ Ecart à la normale saisonnière

Quelle probabilité de retrouver
une "été moyen" de votre
enfance (vos 10 ans), ou plus
froid, en France métropolitaine?

Si vous avez:

25 ans:

moins de 1 chance sur 4

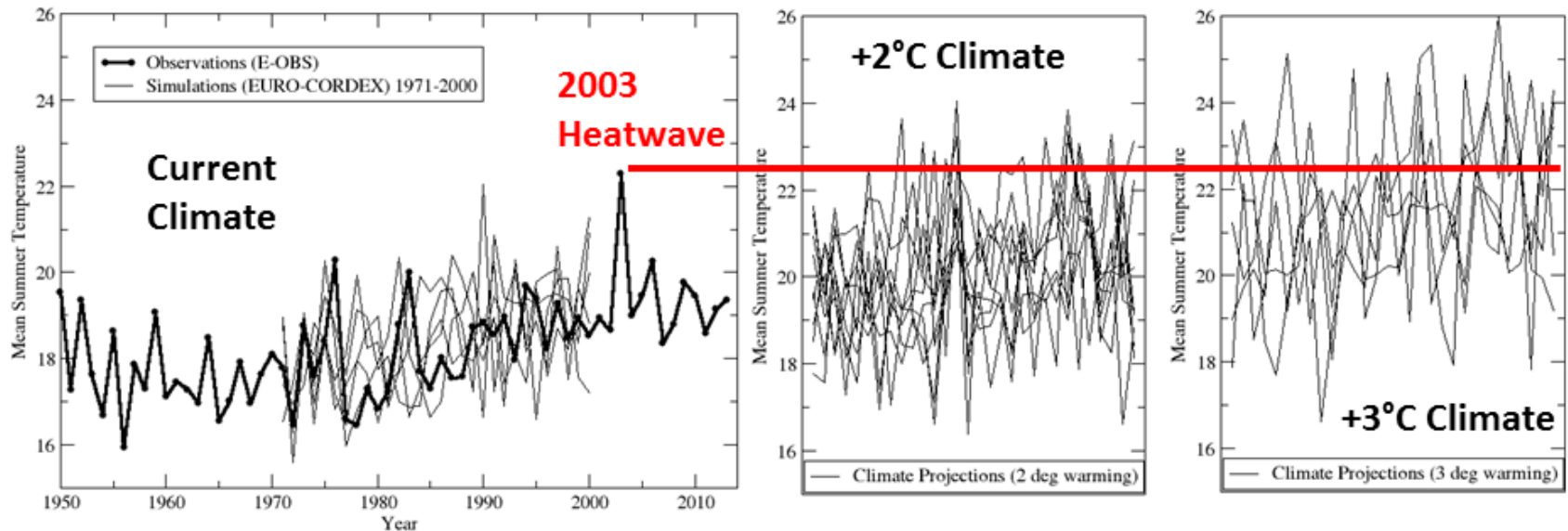
45 ans:

moins de 3%

55 ans:

moins de 2% (en fait ~0.3%)

Etés comme 2003: 25% pour 3C, 6% pour 2C

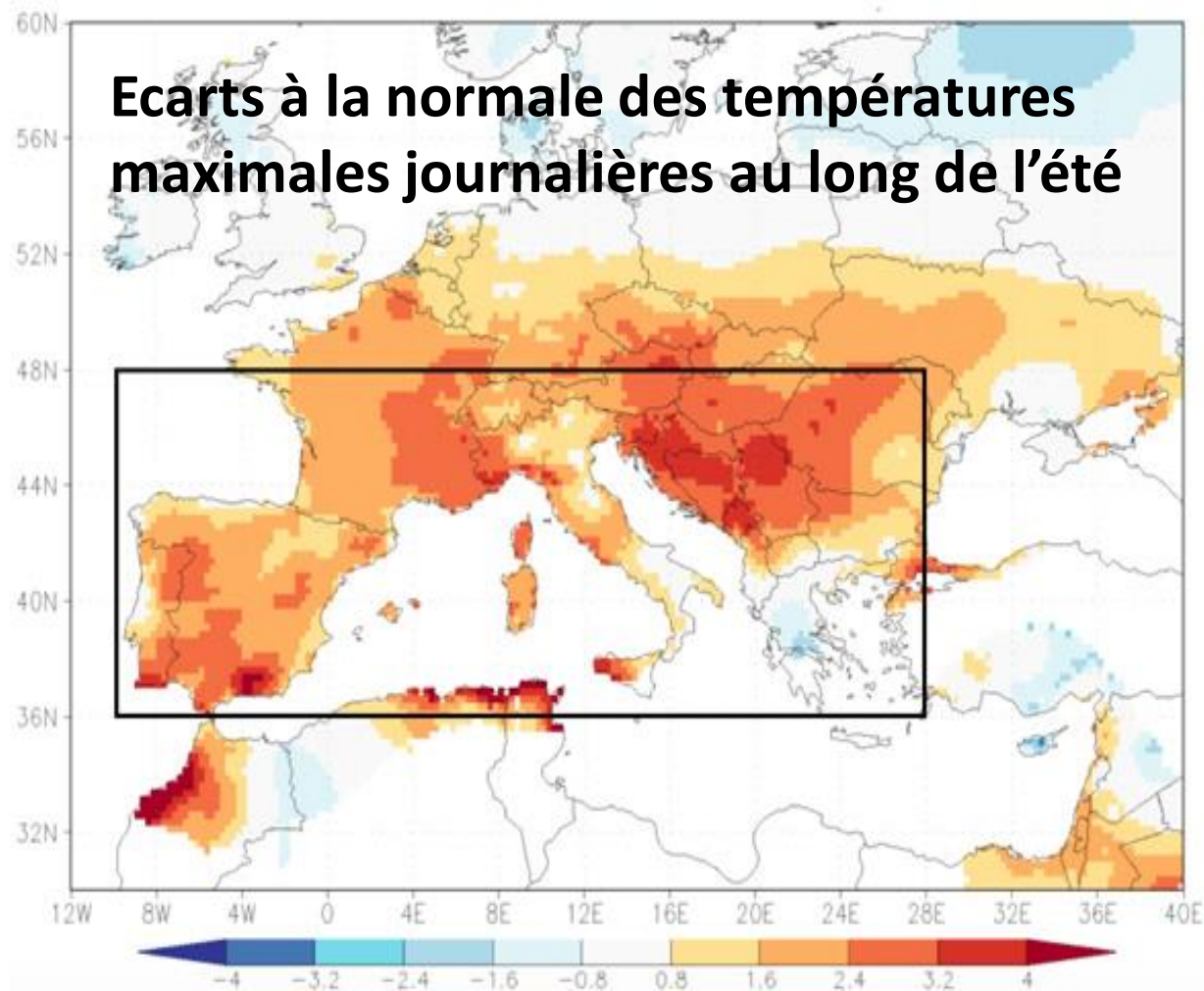


Temperatures moyennes d'été près de Paris pour +2C and +3C

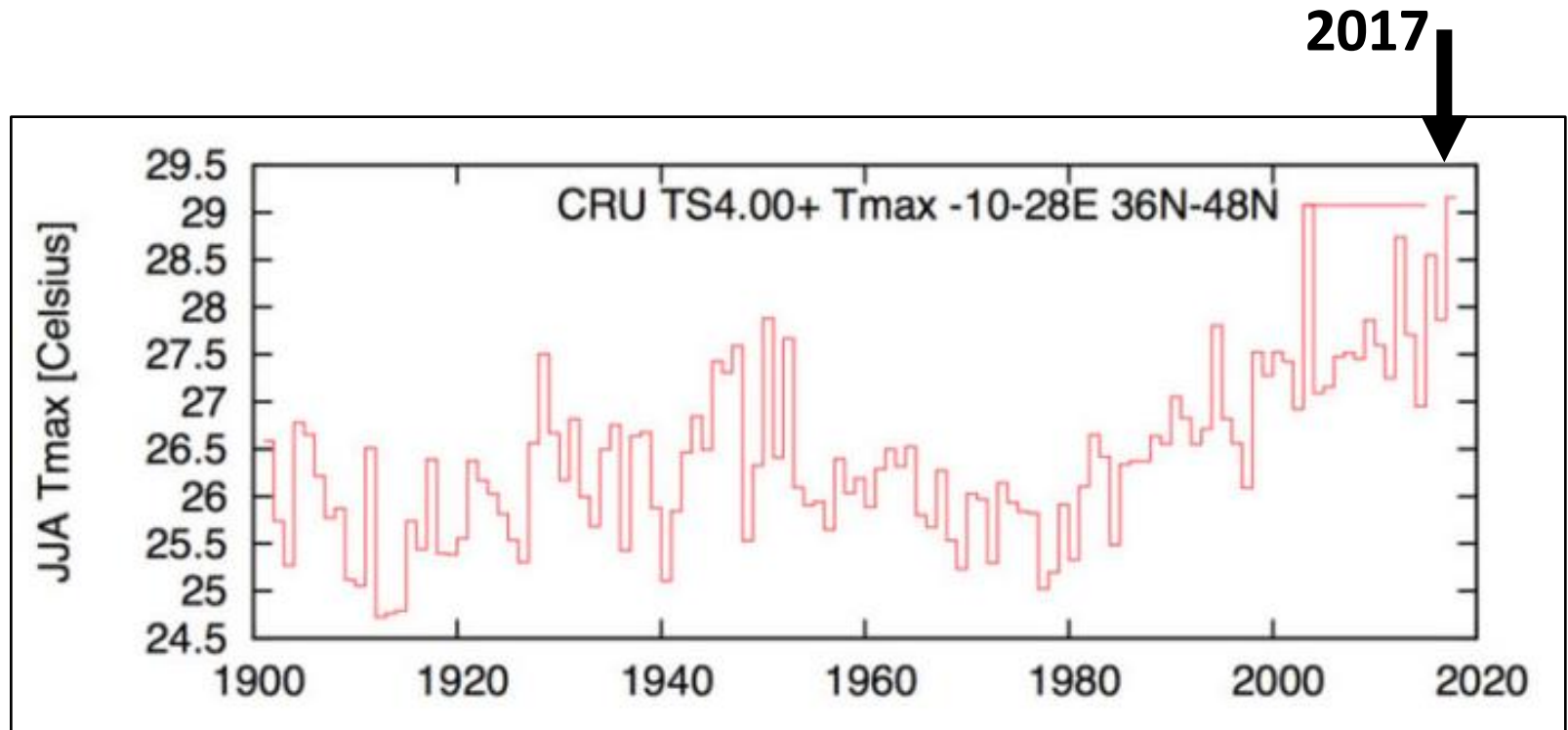
Estimer les changements de probabilité des événements extrêmes

Les observations passées ne peuvent plus être prises comme base d'estimation des périodes de retour
→ Combiner avec les projections climatiques

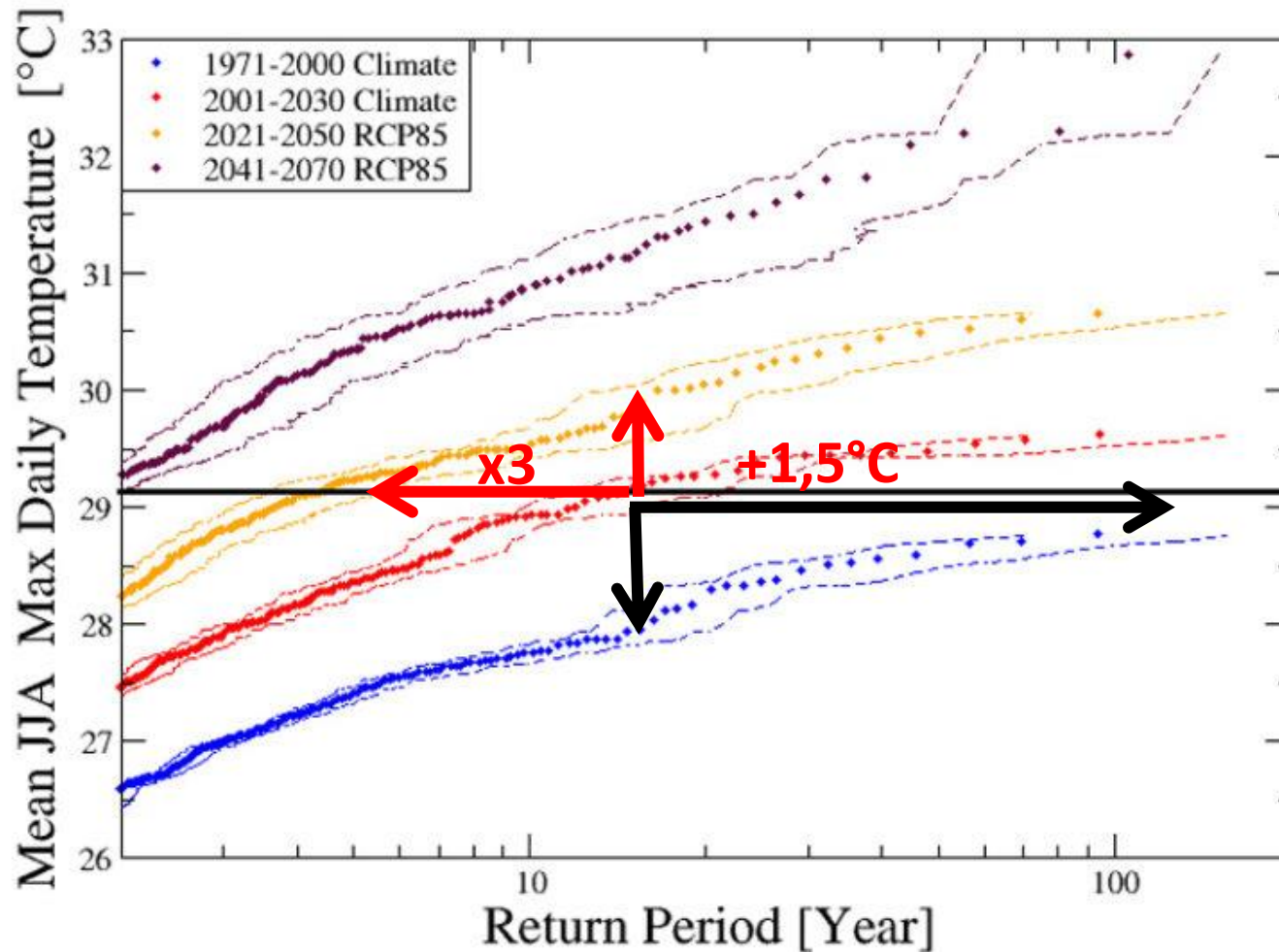
Exemple d'extrême: vague de chaleur de l'été 2017 → Sécheresse



Evolution de la moyenne des températures estivales (Tmax) Sur la zone Méditerranéenne

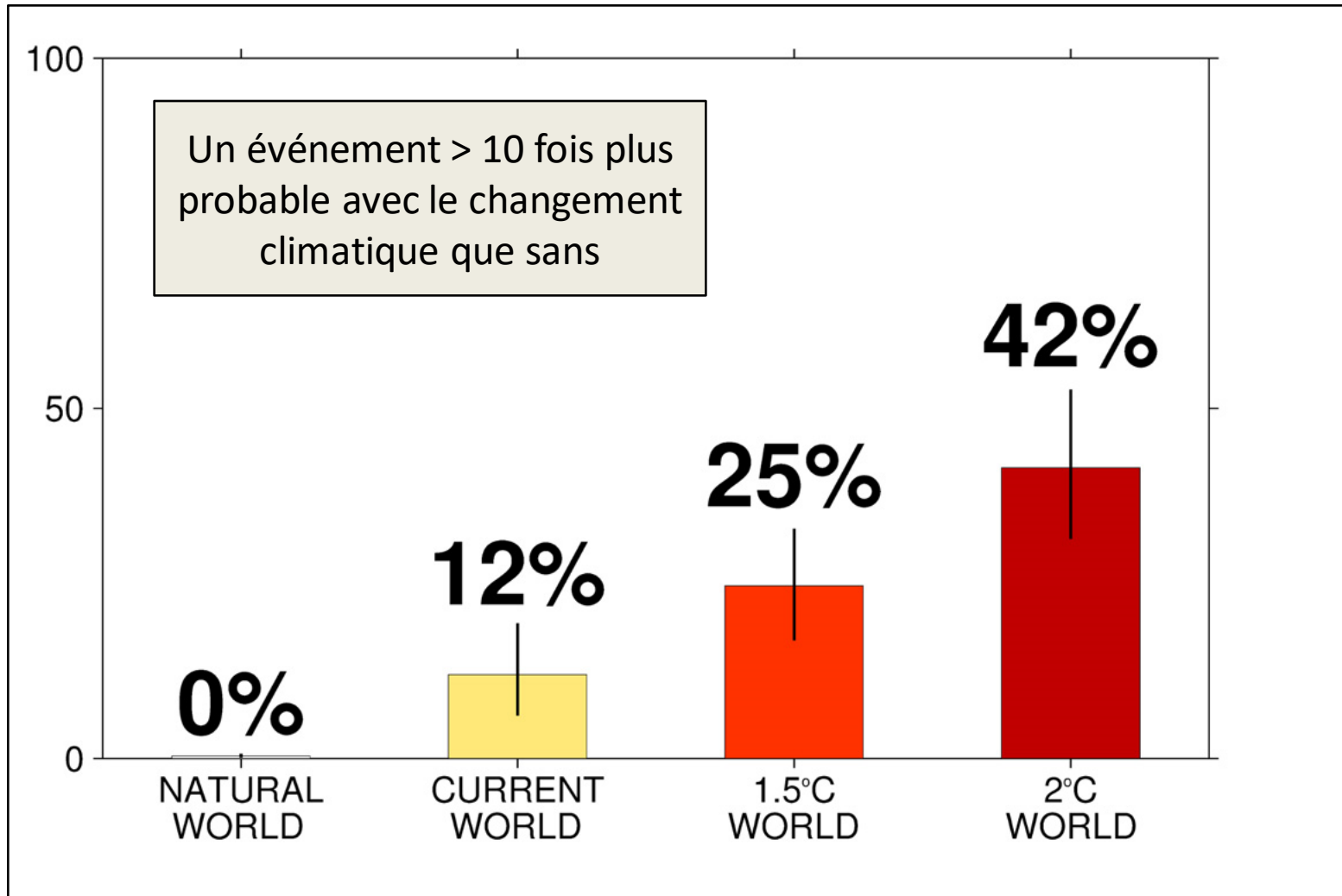


Modèles EURO-CORDEX (11 modèles ici, aujourd'hui 55 modèles disponibles)

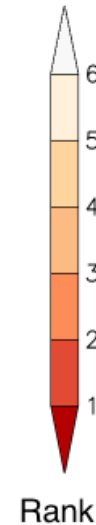
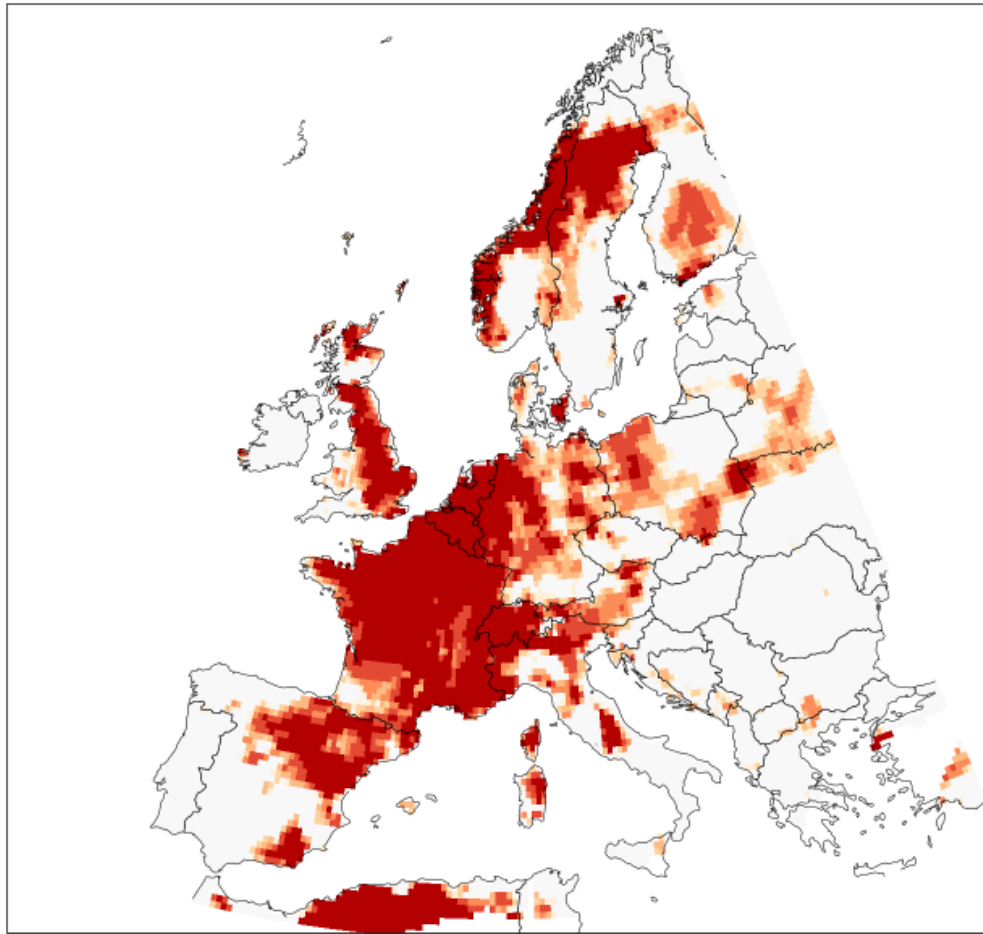


Température
observée 2017

Probabilité d'avoir un été comme 2017 en Europe du Sud (en %)



Les vagues de chaleur de l'été 2019



46,0°C vers
Nîmes fin juin
2019

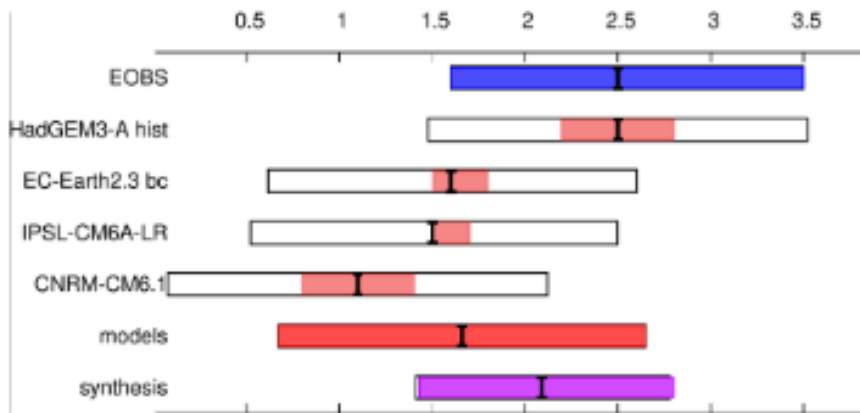
43,6°C mesurés
en région
parisienne fin
juillet

Classement des températures les plus élevées de l'été

En juillet, une vague de chaleur extrêmement peu probable sans le changement climatique

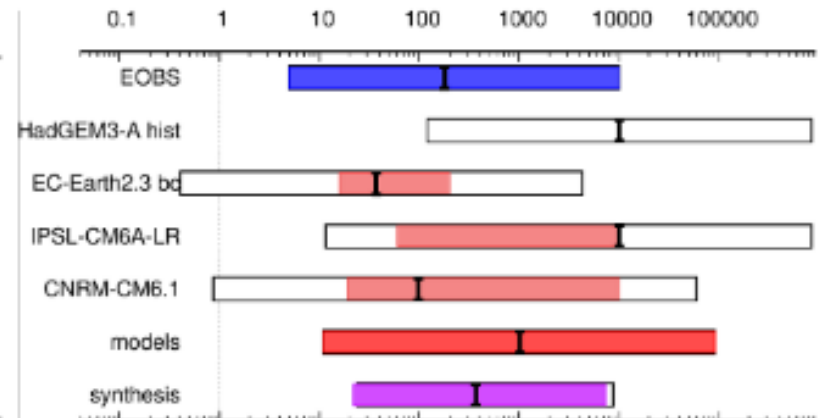
Indicateur = max annuel de la moyenne sur 3 jours sur la France

Intensité



**+1,5° à +3°C
plus intenses**

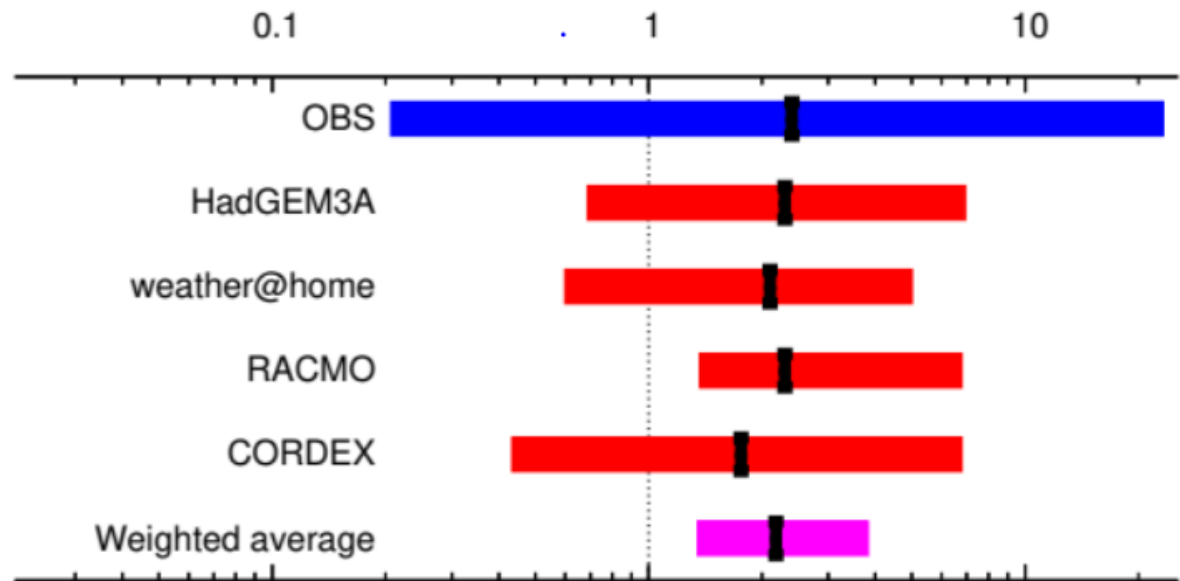
Probabilité



**x10 à x10000
plus probable**

Pluies ayant généré les crues de la Seine en mai 2016

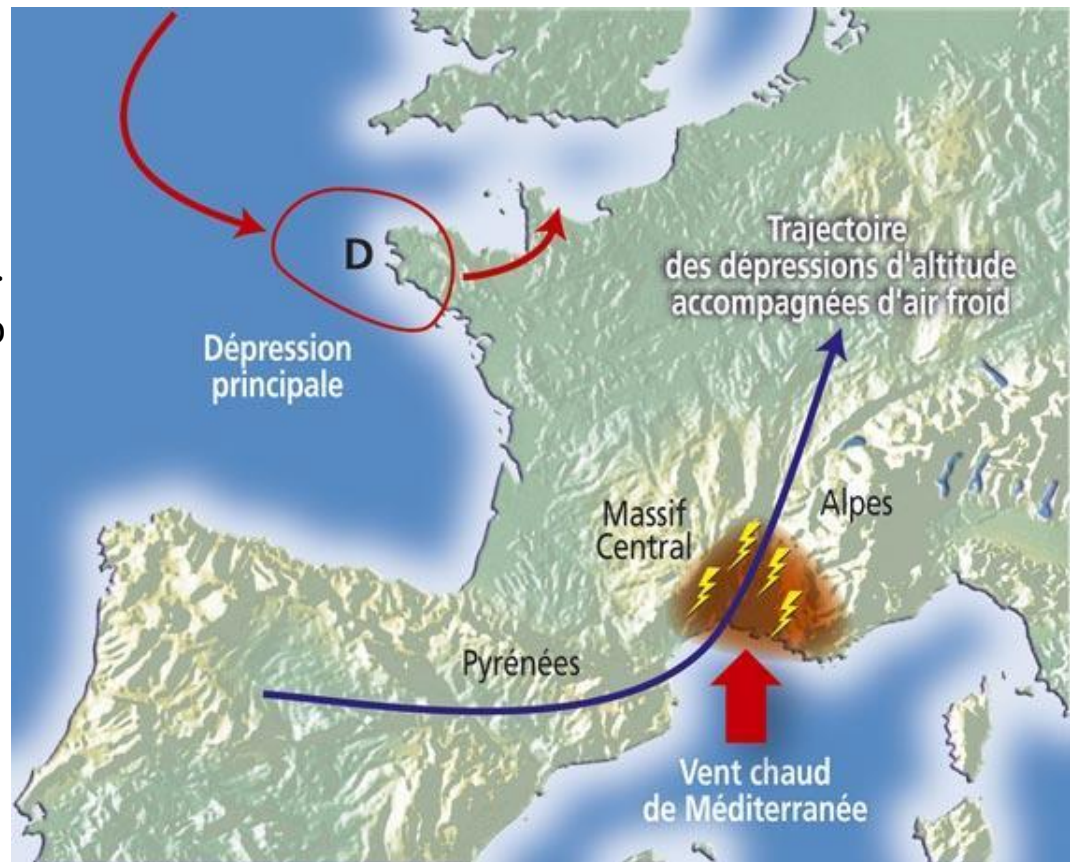
2x plus probables



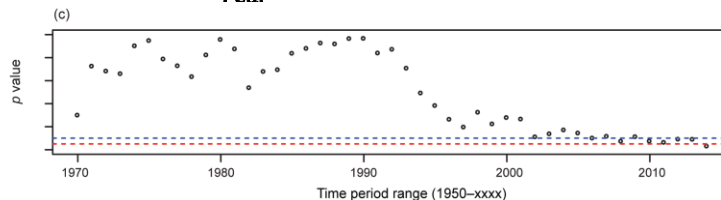
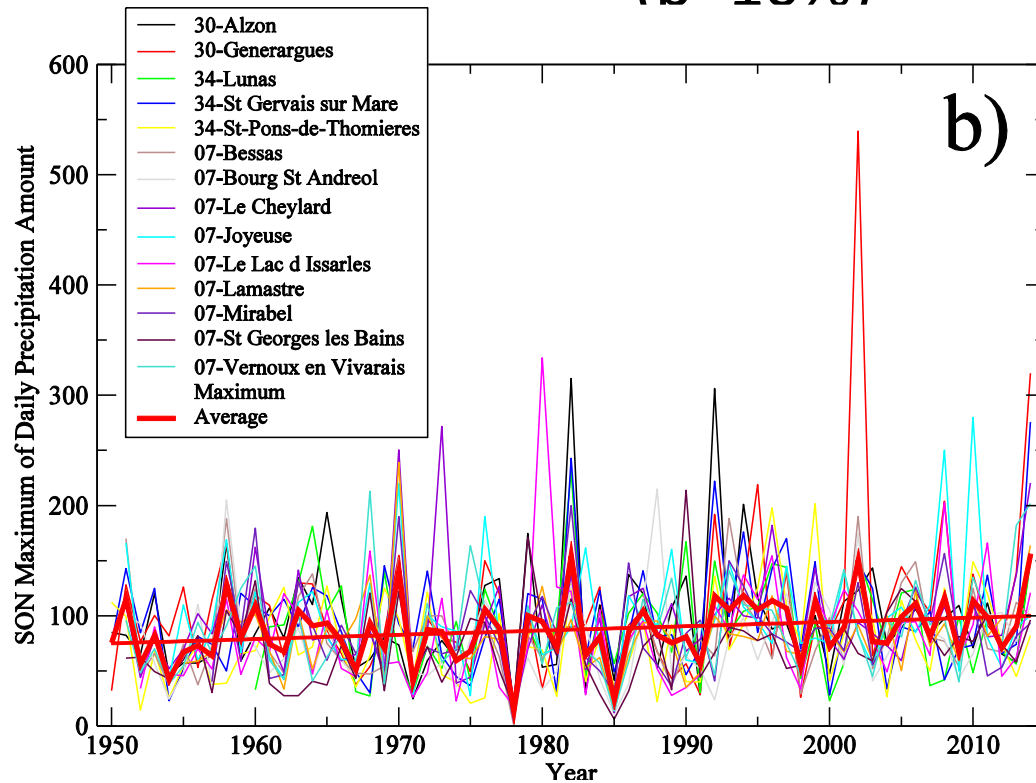
29-30-31 May 2016
~18 mm/day average
over the Seine catchment

The « Cévennes events »

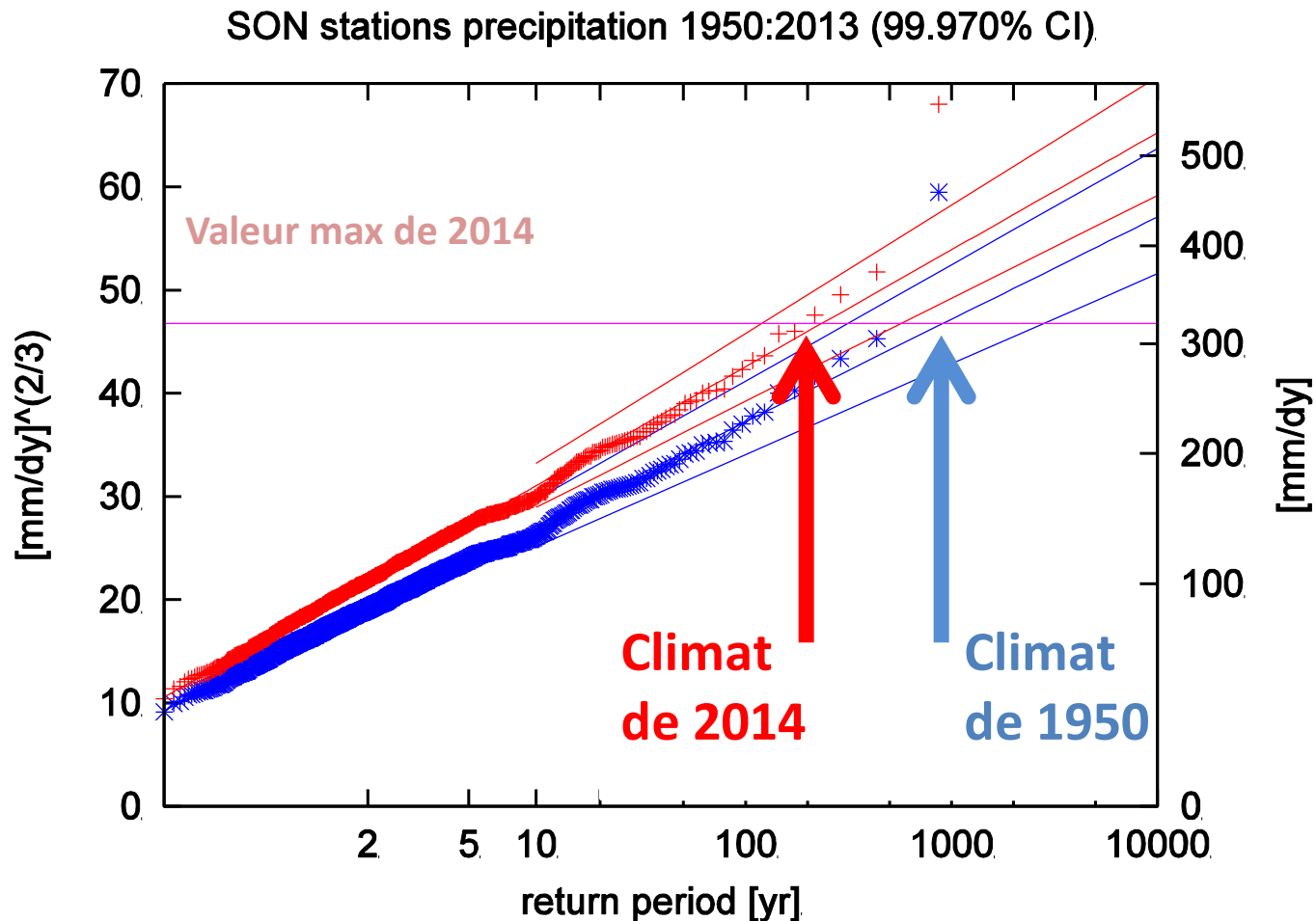
- In late summer/fall
- Moist southerlies
- Violent thunderstorms leading to ~hourly amounts > 100mm, daily >300mm, up to ~1000 mm
- Flash floods



Maxima d'automne sur 14 stations cévenoles: une tendance à la hausse émergente ($p \sim 10\%$)

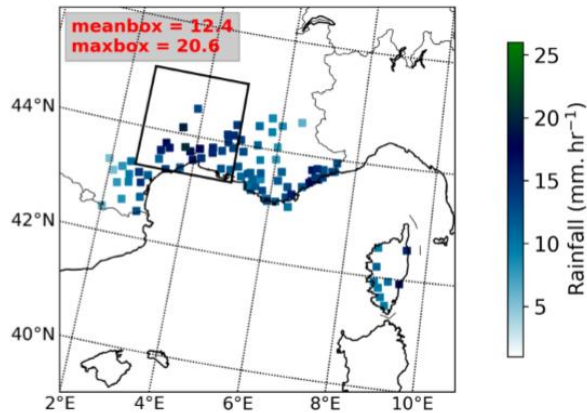


Estimation: probabilité 3x plus forte en 2014 qu'en 1950 (facteur 1.3 à 12) Intensité +20%



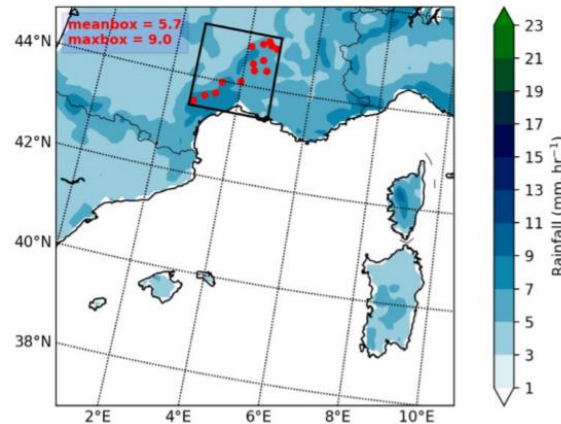
De nouveaux modèles résolvant les nuages d'orages → pluies horaires

Rx3hour - Station Observation - 1982-2018 - SON



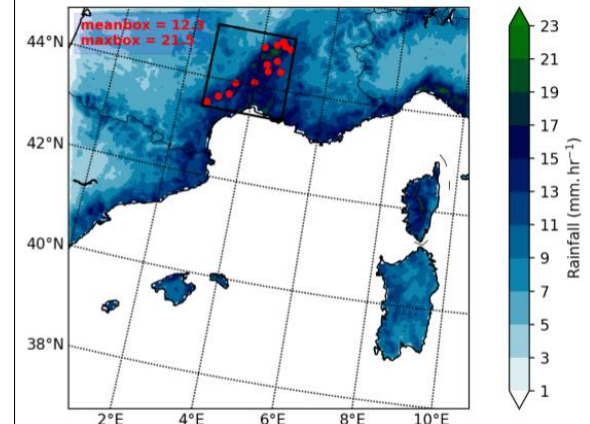
Observations

Rx3hour-d01-HADGEM-2001-2030-SON



12 km resolution

Rx3hour-d02-HADGEM-2001-2030-SON



3 km resolution

Simulations sur 2x 30 ans

Thèse de Linh Luu (en cours)

Les pluies courtes évoluent plus vite que les lois thermodynamiques

Scaling of Daily Maximum 3-hour Rainfall (99.0th) and mean 2m temperature in SON
simu: 2001-2030; Observ: 1982-2018

Loi de Clausius-Clapeyron:

+7% / 1°C

Ici, le double

**On peut s'attendre à une
croissance plus rapide des
pluies courtes**

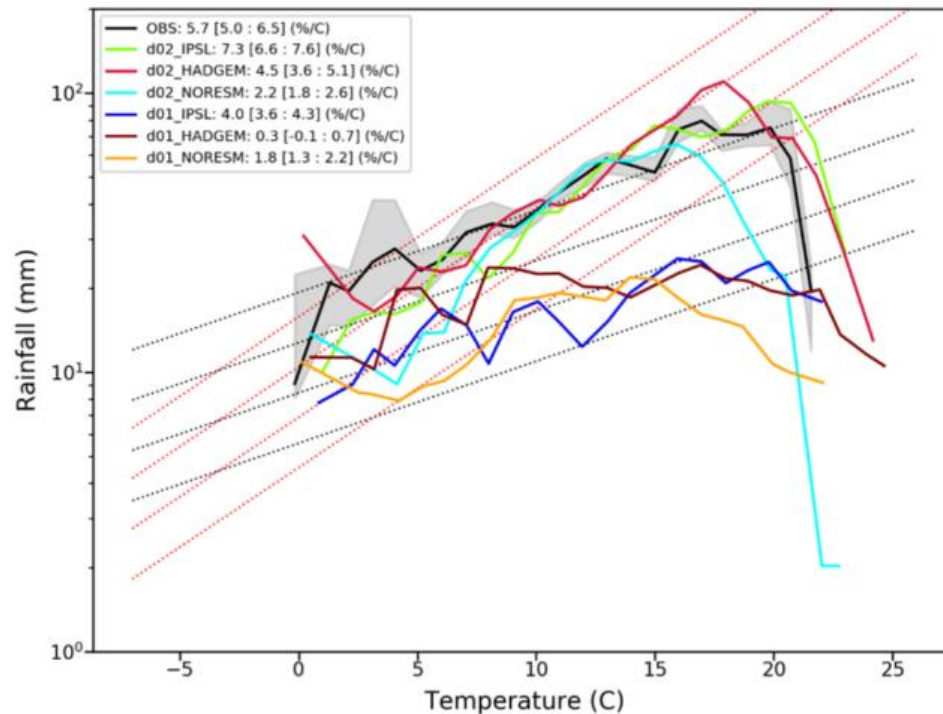


Figure 4. Extreme daily maximum 3-hour precipitation as a function of daily temperature at 2m from simulations (2001-2030) and observations (1982-2018); the

Cures: attention, la pluie n'est pas le
seul facteur, la gestion des cours
d'eau aussi!

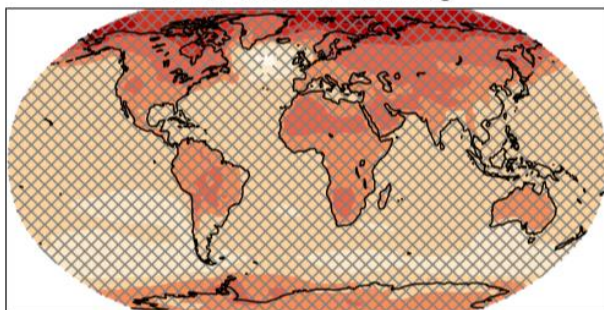
Conclusions

- Le climat a déjà changé, avec des probabilités d'extrêmes déjà très altérées
- Les projections climatiques peuvent être utilisées pour les calculs de risques futurs en combinaison avec des observations passées, mais un examen des biais des modèles est nécessaire

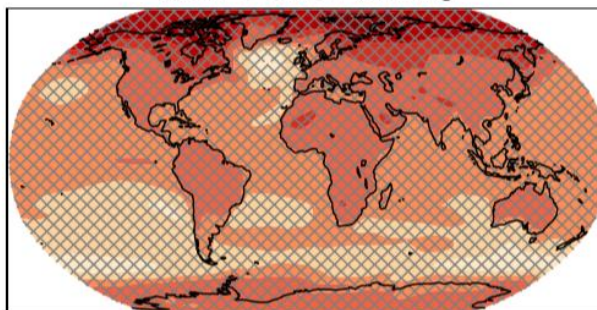
Merci de votre écoute

Echelle globale

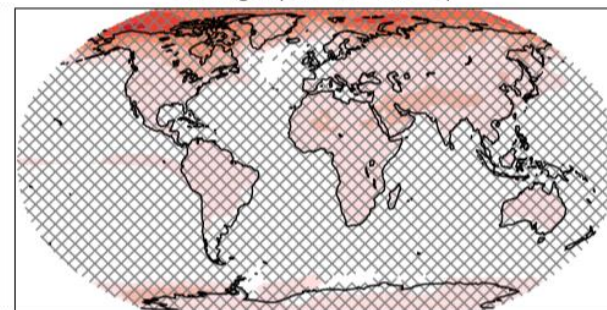
Mean temperature change
at 1.5°C GMST warming



Mean temperature change
at 2.0°C GMST warming



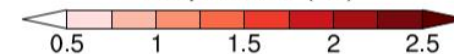
Difference in mean temperature
change (2.0°C - 1.5°C)



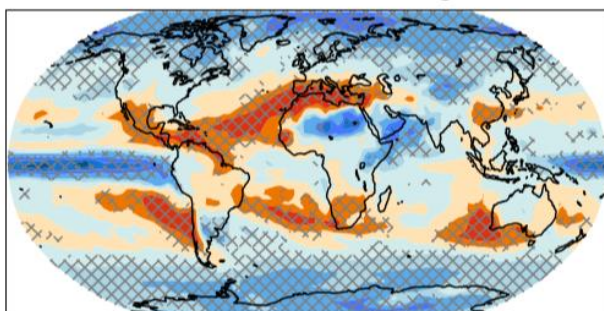
Temperature (°C)



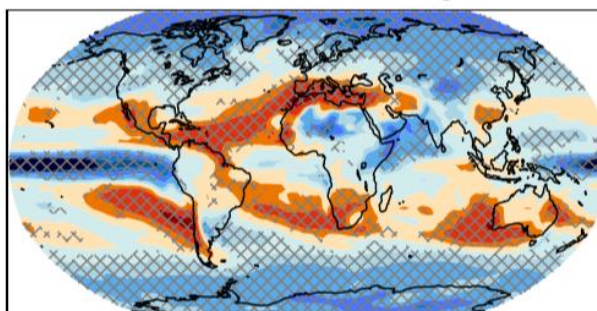
Temperature (°C)



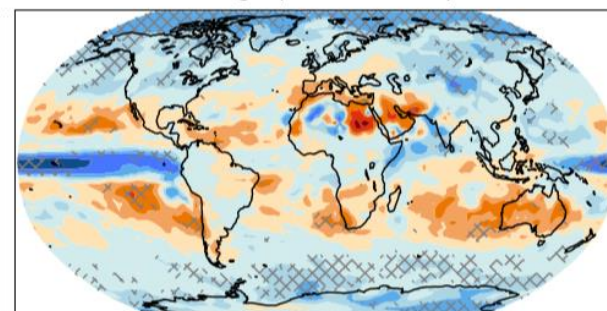
Mean precipitation change
at 1.5°C GMST warming



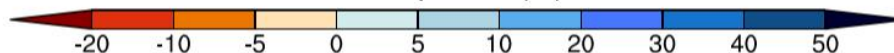
Mean precipitation change
at 2.0°C GMST warming



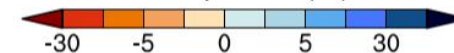
Difference in mean precipitation
change (2.0°C - 1.5°C)



Precipitation (%)

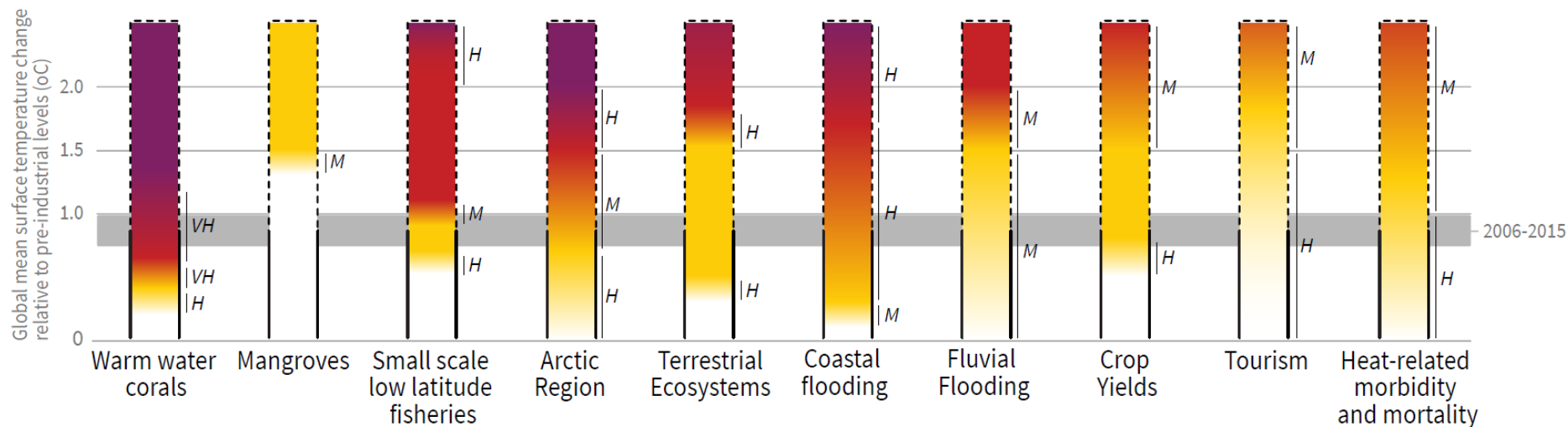


Precipitation (%)



Une multitude d'impacts seraient moins forts ou évités

Impacts and risks for selected natural, managed and human systems

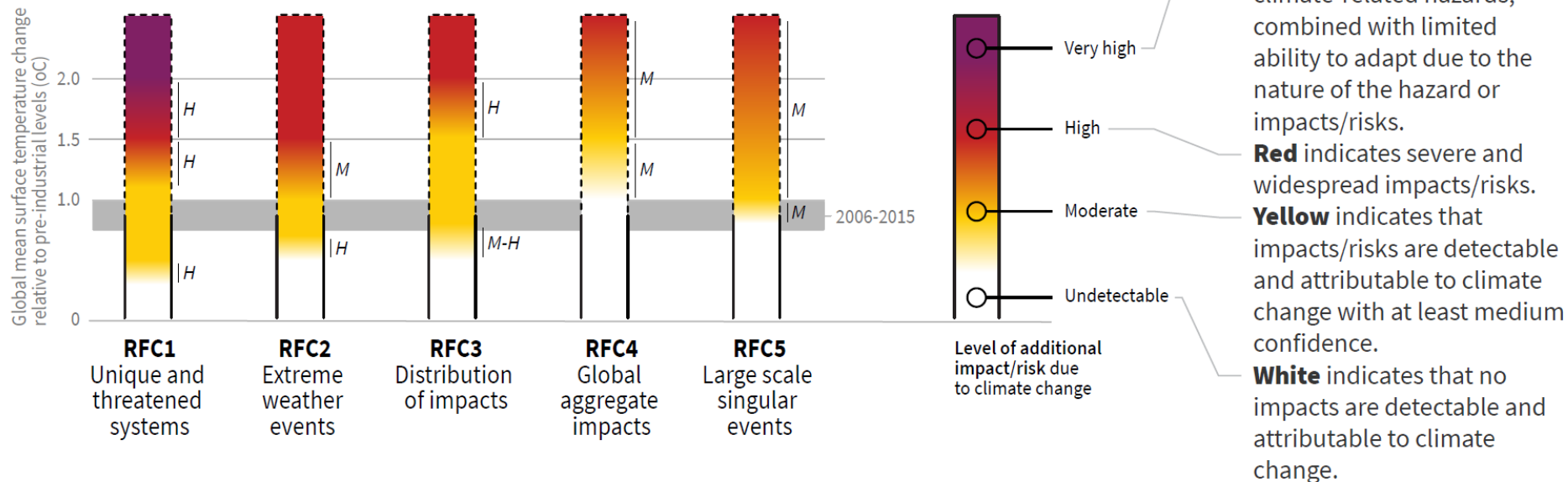


→ Travail très important et novateur sur les impacts et le détail entre 1.5 et 2 degrés

Les risques majeurs

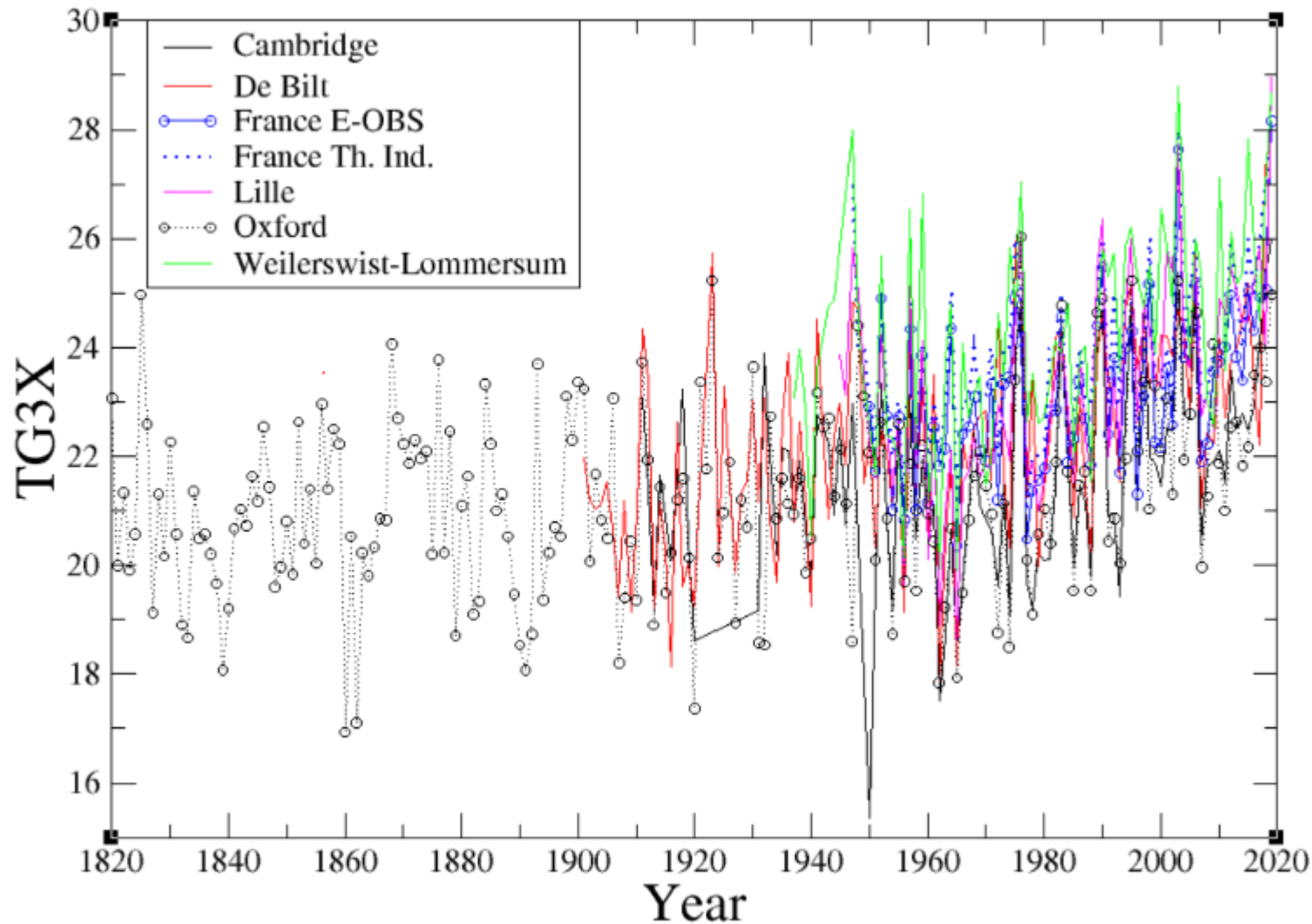
Five Reasons For Concern (RFCs) illustrate the impacts and risks of different levels of global warming for people, economies and ecosystems across sectors and regions.

Impacts and risks associated with the Reasons for Concern (RFCs)



→ Adaptation beaucoup plus difficile à 2 degrés, dépendant des secteurs

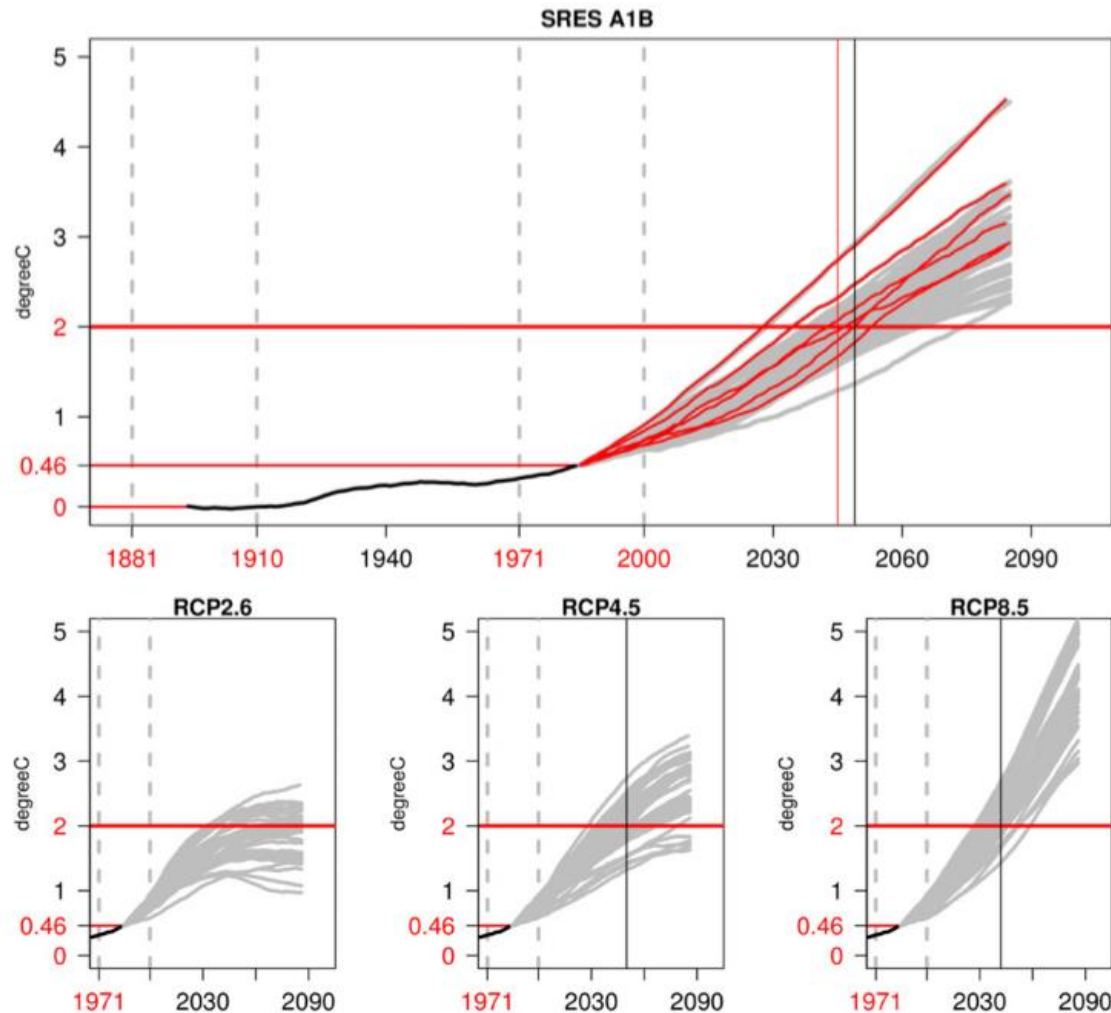
Des températures les plus extrêmes 1,5 à 3 degrés plus chaudes



Recherche de la période dans chaque simulation (transitoire)

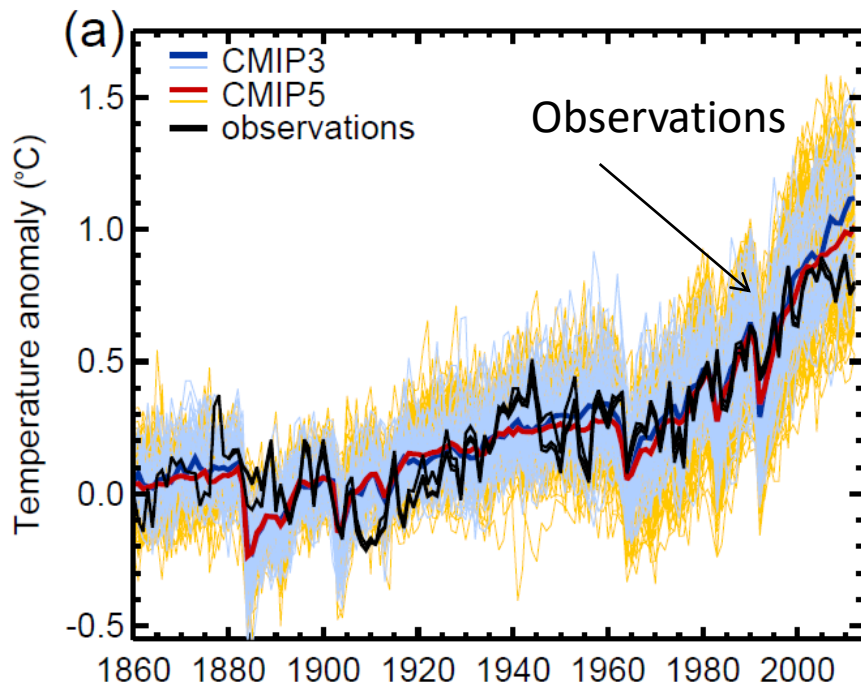
Environ. Res. Lett. 9 (2014) 034006

R Vautard *et al*

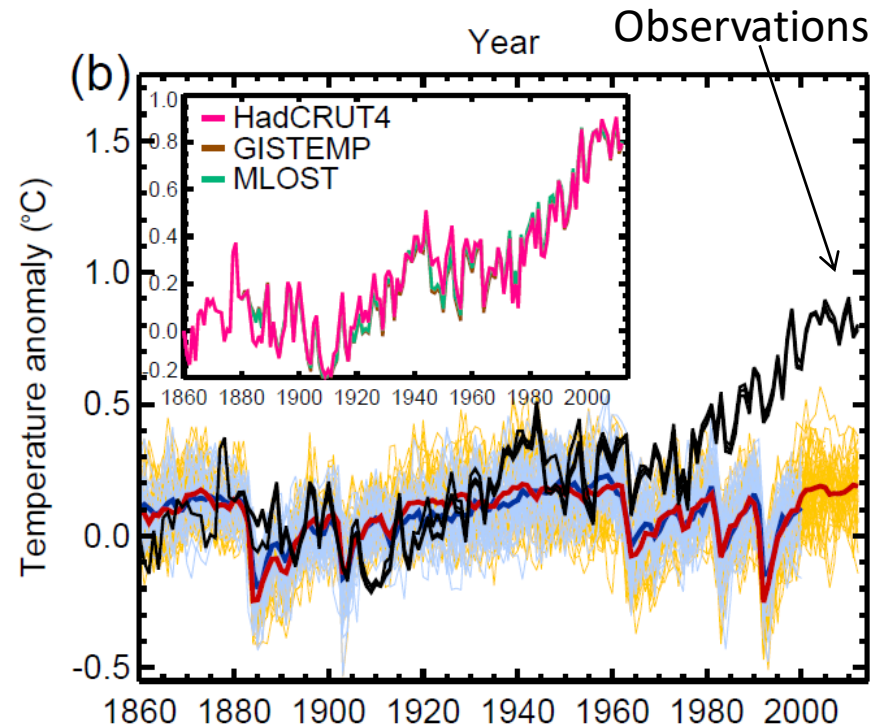


La température a déjà augmenté d'un demi degré dans les 50 dernières années

Simulations avec influence humaine

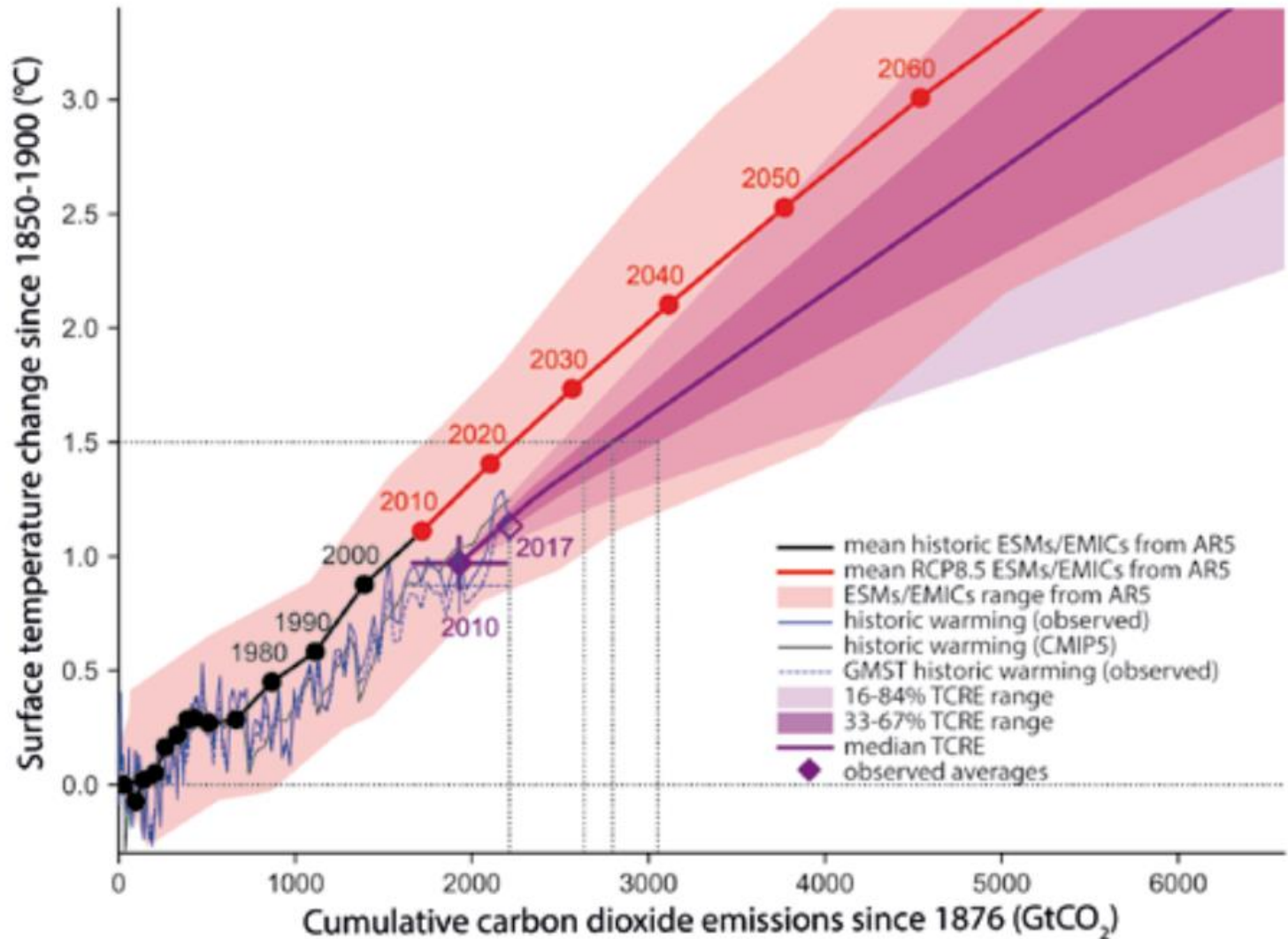


Simulations sans influence humaine



Attribution de la tendance au changement climatique

Le bilan carbone pour 1.5 degrés



Le « rapport à 1.5° »

This report responds to the invitation for IPCC ‘... to provide a Special Report in 2018 on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways’ contained in the Decision of the 21st Conference of Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change to adopt the Paris Agreement.¹

[REPORT HOME](#) [SUMMARY FOR POLICYMAKERS](#) [TABLE OF CONTENTS](#)

SPECIAL REPORT

Global Warming of 1.5 °C

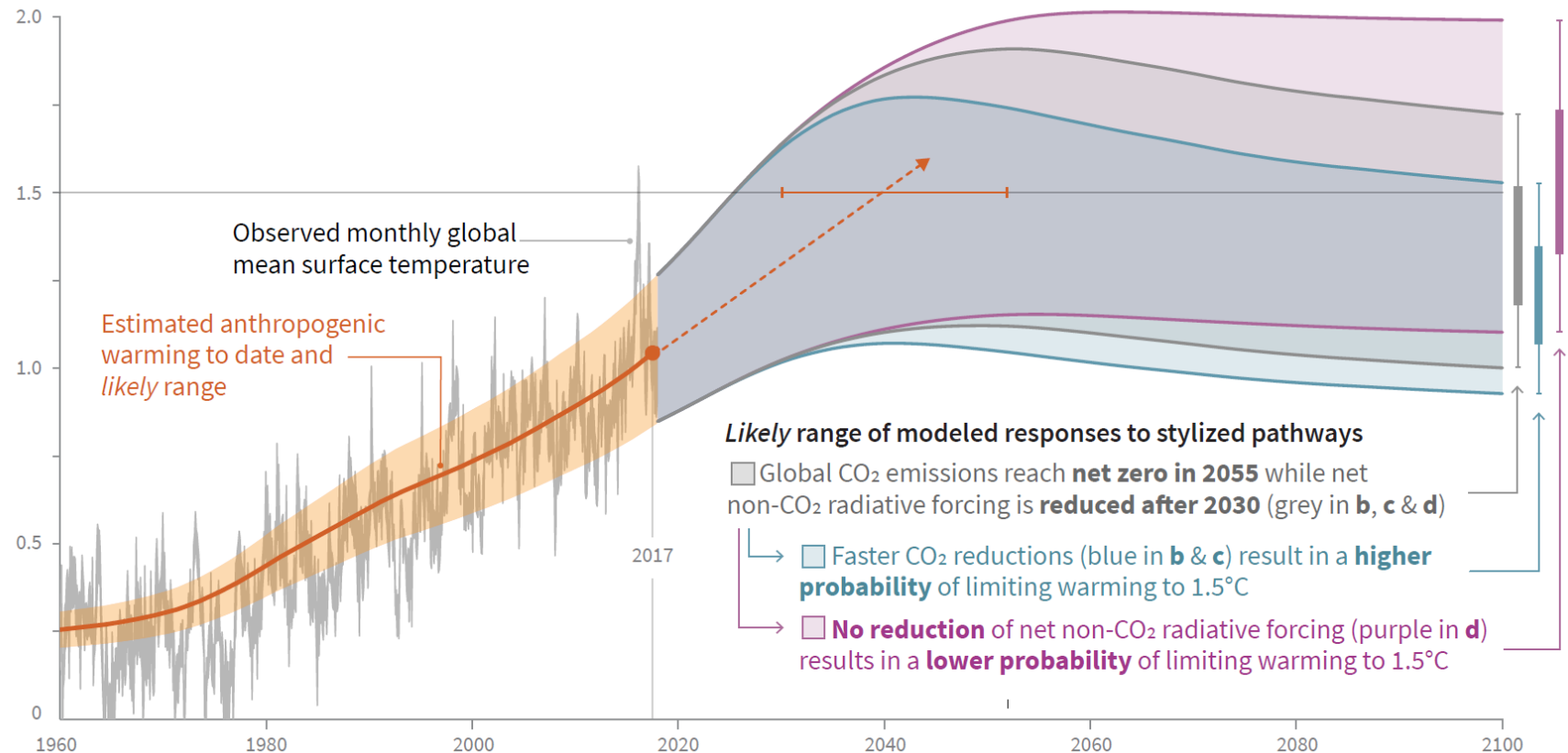
An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

- S Summary for Policymakers
- 1 Chapter 1 Framing and Context
- 2 Chapter 2 - Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development
- 3 Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human systems
- 4 Strengthening and Implementing the Global Response
- 5 Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities
- G Glossary

La question du « 1.5 »

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

Global warming relative to 1850-1900 (°C)



Echelles de temps et scenarios

Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development

Chapter 2

