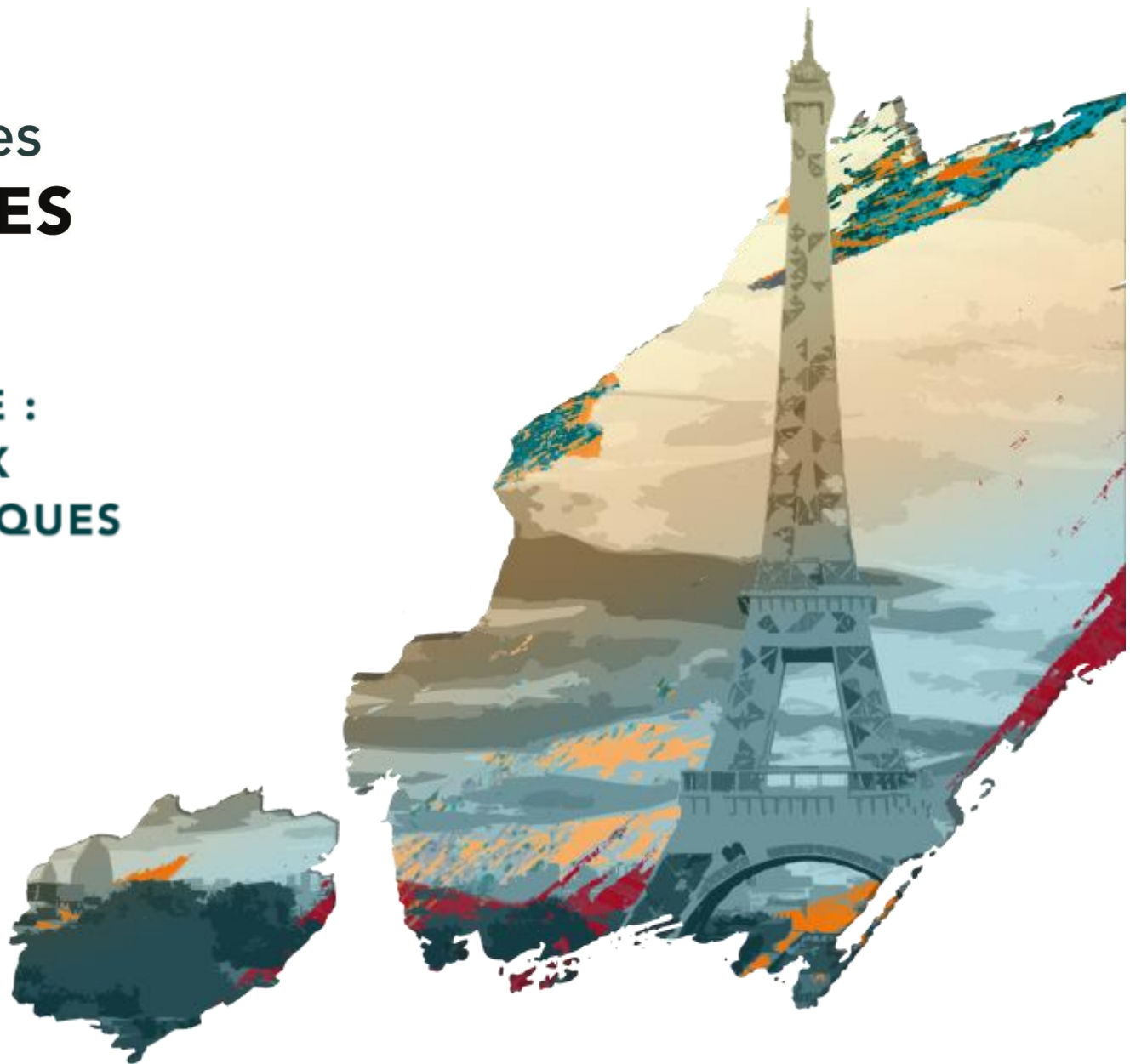


# 18<sup>e</sup> Congrès des **ACTUAIRES**

**ASSURANCE ET FINANCE :  
VENT DEBOUT FACE AUX  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**



**17 JUIN 2019**

# La genèse des chapelets de tempêtes et le changement climatique

*Comment anticiper l'évolution des risques avec le changement climatique ?*



Institut  
**Pierre  
Simon  
Laplace**





**La France est un territoire soumis à de nombreux périls**  
Quelle est l'évolution probable de l'aléa dans les années à venir ?



## **Diminution de l'enneigement en intensité et en durée**

Quid des stations de basse et de moyenne montagne ?

Feux de forêts plus fréquents ?





**Diminution de l'intensité des vagues de froid ?**  
Dans le Massif Central, réduction du nombre de jours de gel  
Et dans les autres régions ?





**Augmentation du nombre de vagues de chaleur**  
Risque principalement urbain (faible albédo de l'asphalte des villes)



## Précipitations plus importantes ?

Augmentation dans le nord-est de la France

Plutôt en baisse dans le sud, mais augmentation dans le sud-est



## **Cyclones méditerranéens (« mediane ») ?**

*A priori pas d'augmentation de la fréquence ou de l'intensité des tempêtes*





**Sécheresses sur récoltes plus fréquentes ou plus intenses ?**



**Sécheresse sur bâtiments (subsidence) plus fréquente ?**  
Indice d'humidité des sols très variable d'une année à l'autre





**Submersions marines plus fréquentes**  
Érosion du trait de côte



Quels sont les modèles climatiques  
utilisés pour obtenir ces prédictions ?

# GIEC : Trois Groupes

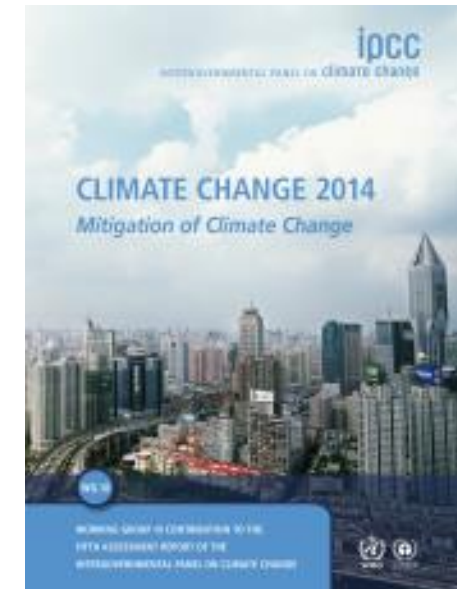
Le GIEC a été établi en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (WMO) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP)



**Groupe 1**  
Science du climat



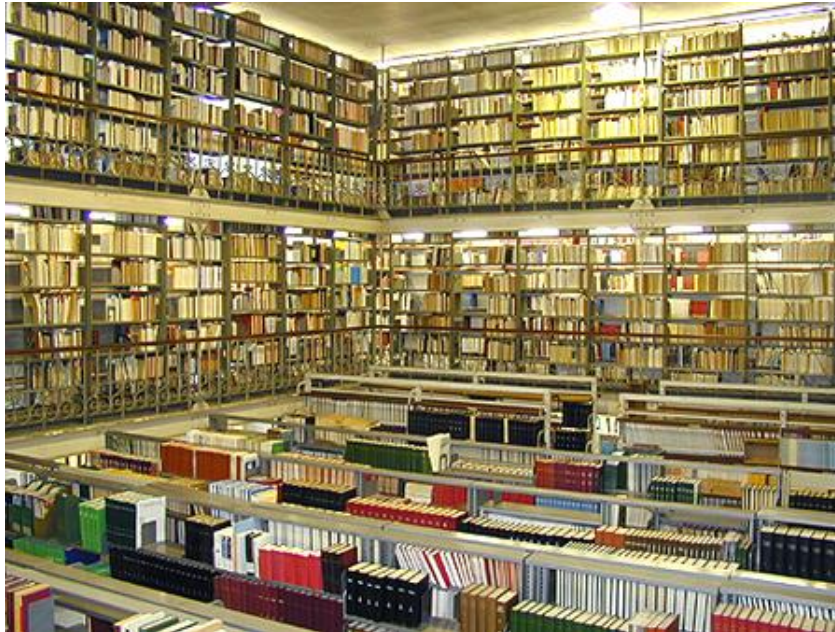
**Groupe 2**  
Impact, adaptation et  
vulnérabilité



**Groupe 3**  
Atténuation du  
changement climatique



# La méthode



Rapport complet (500-1000 pages), résumé pour décideurs

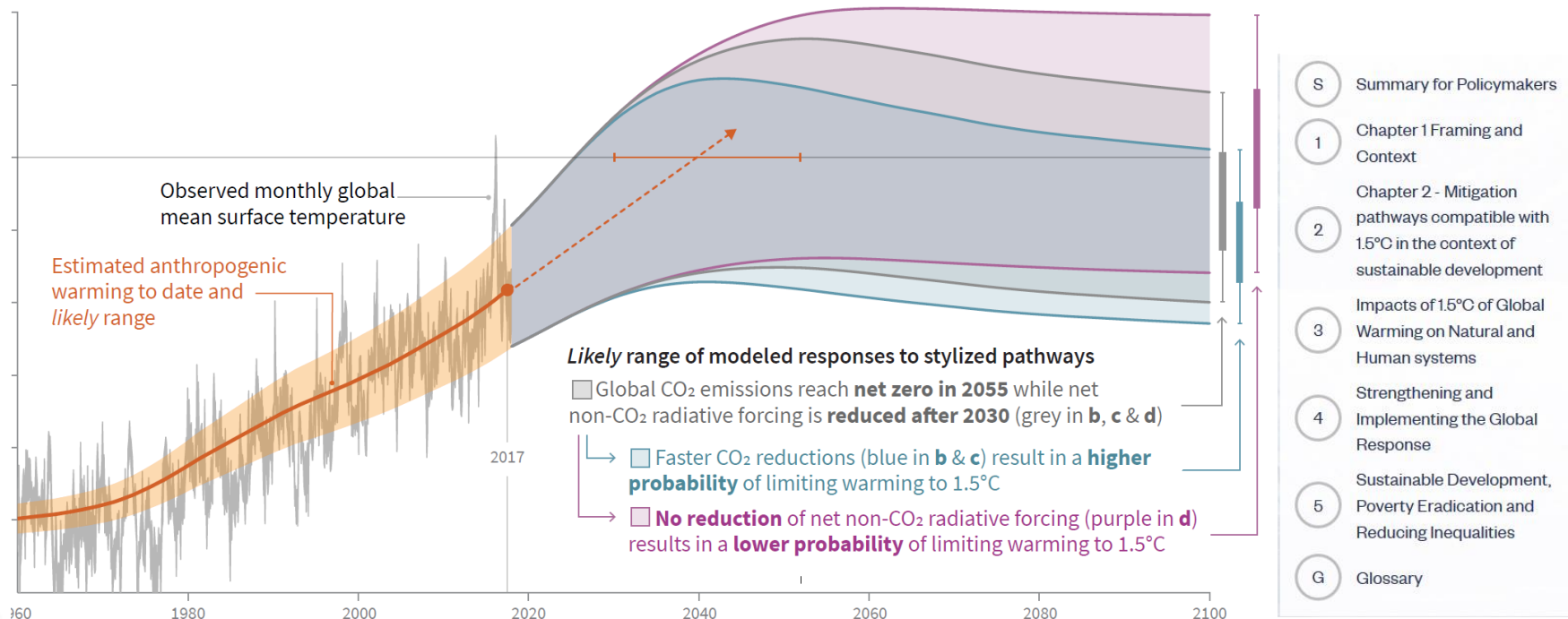
Revue de la littérature scientifique  
Conclusions et synthèse sur le  
changement climatique



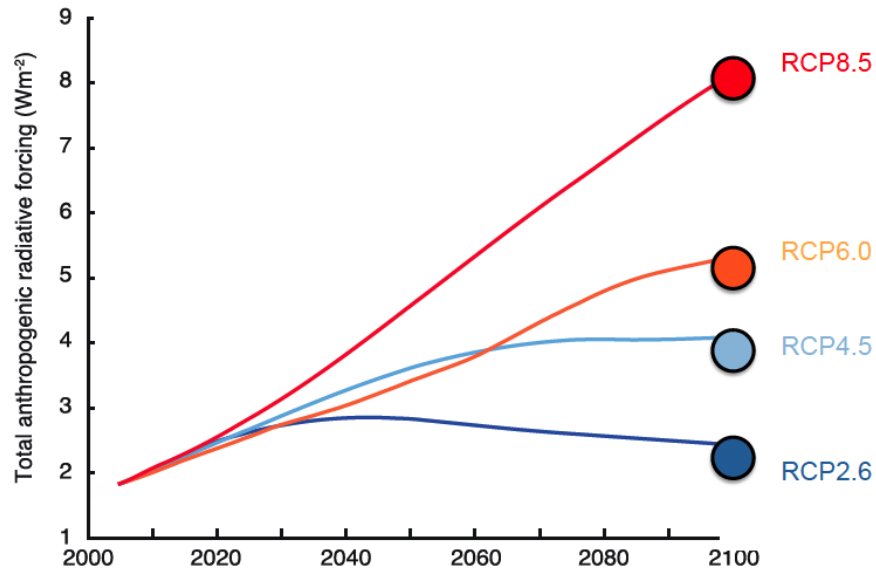
Et la communication grand public qui va avec...

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.<sup>1</sup>

Global warming relative to 1850-1900 (°C)

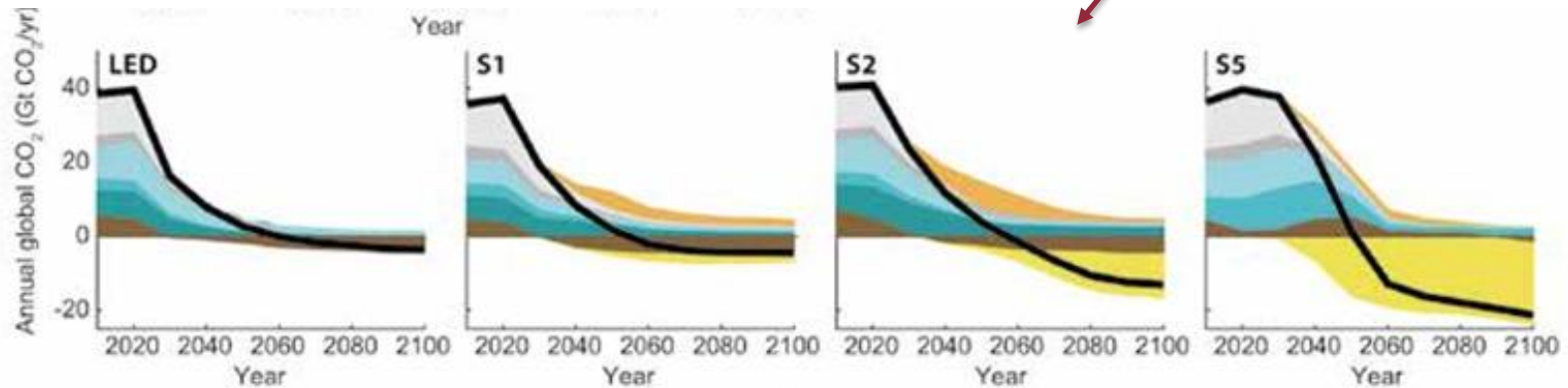


# Les scénarios de changement climatique du GIEC



Scenarios « AR5 »  
(2014)

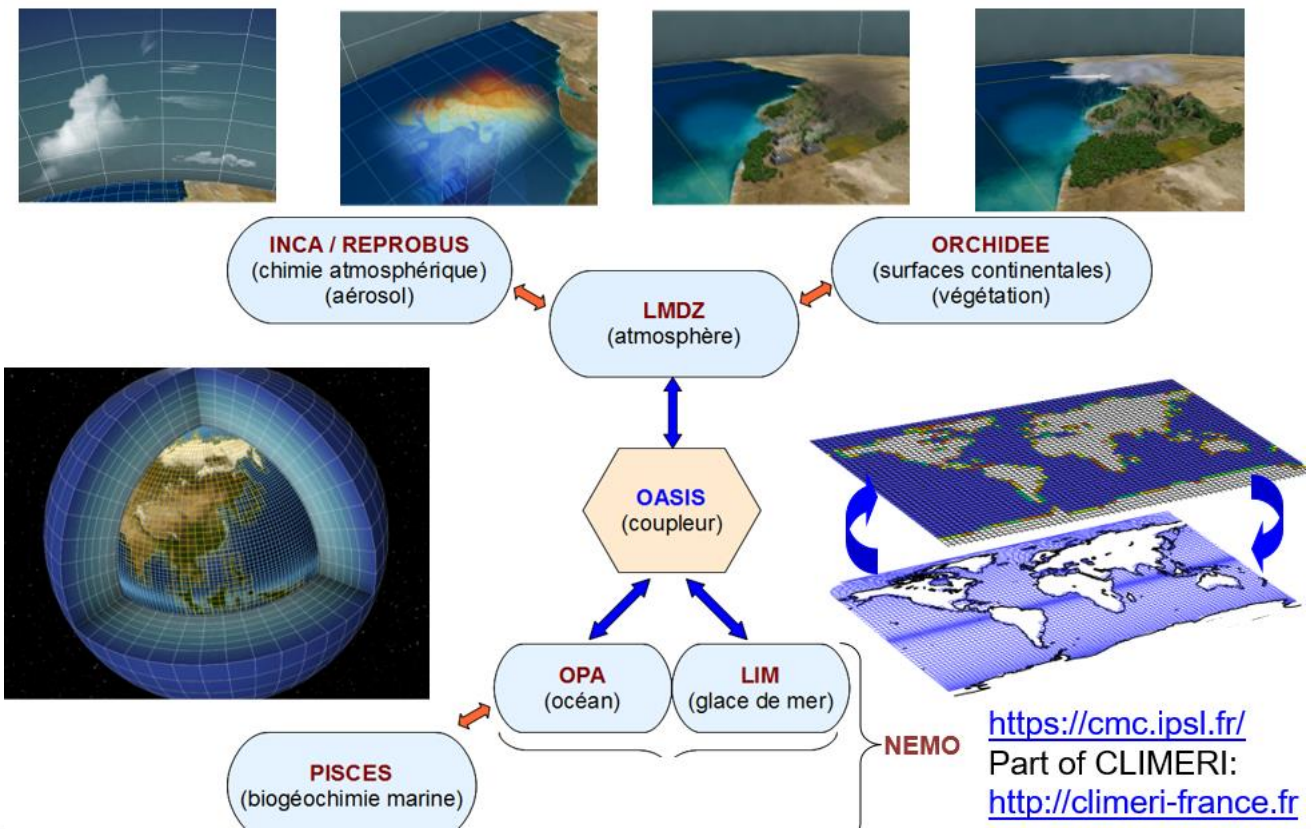
Scenarios pour un réchauffement de  
1,5° C



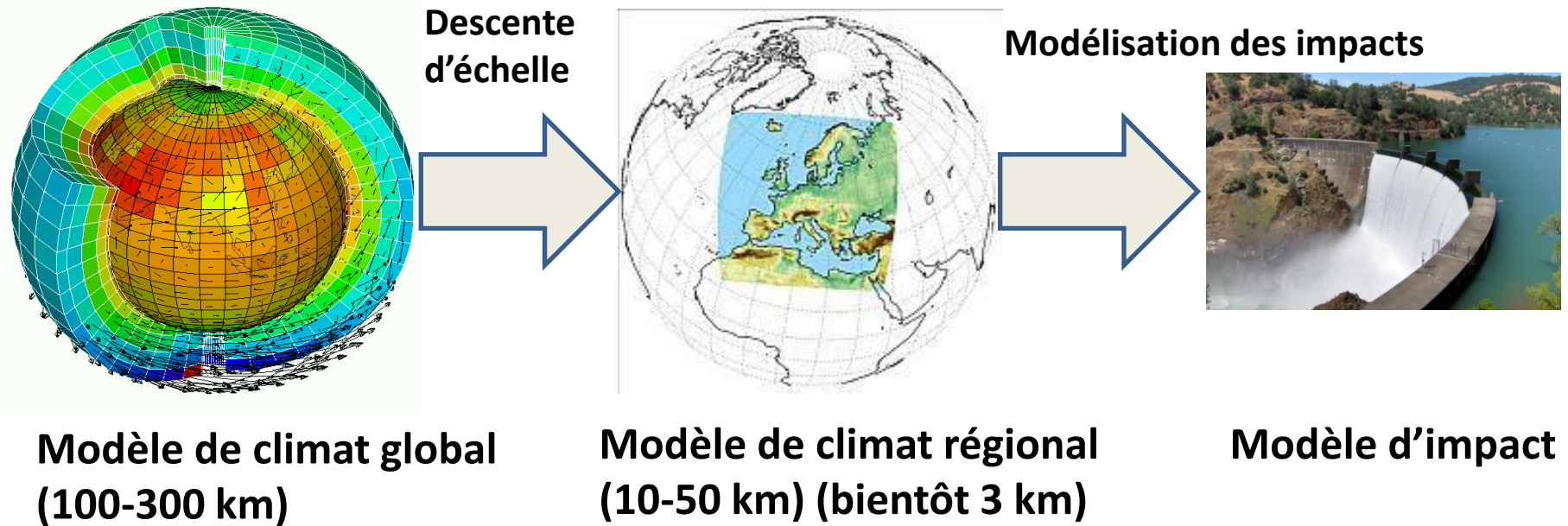


# Qu'est-ce qu'un modèle climatique ? (ex IPSL)

## IPSL Climate Modelling Centre (IPSL-CMC)



# Utilisation d'observations, de modèles et méthodes statistiques



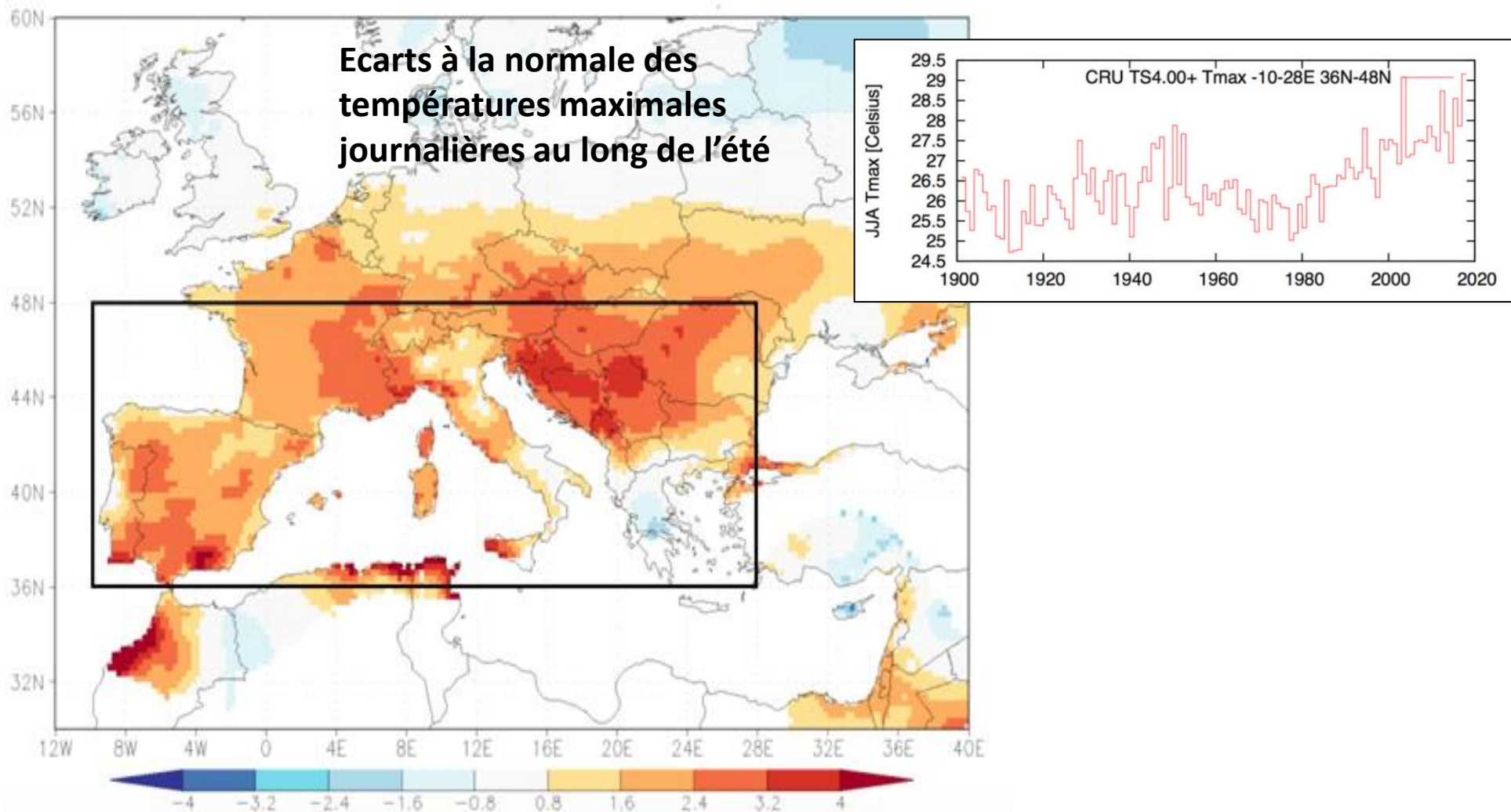
**Utiliser toujours de multiples modèles pour statistiques fiables**

→ CMIP5: 30-40 modèles

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

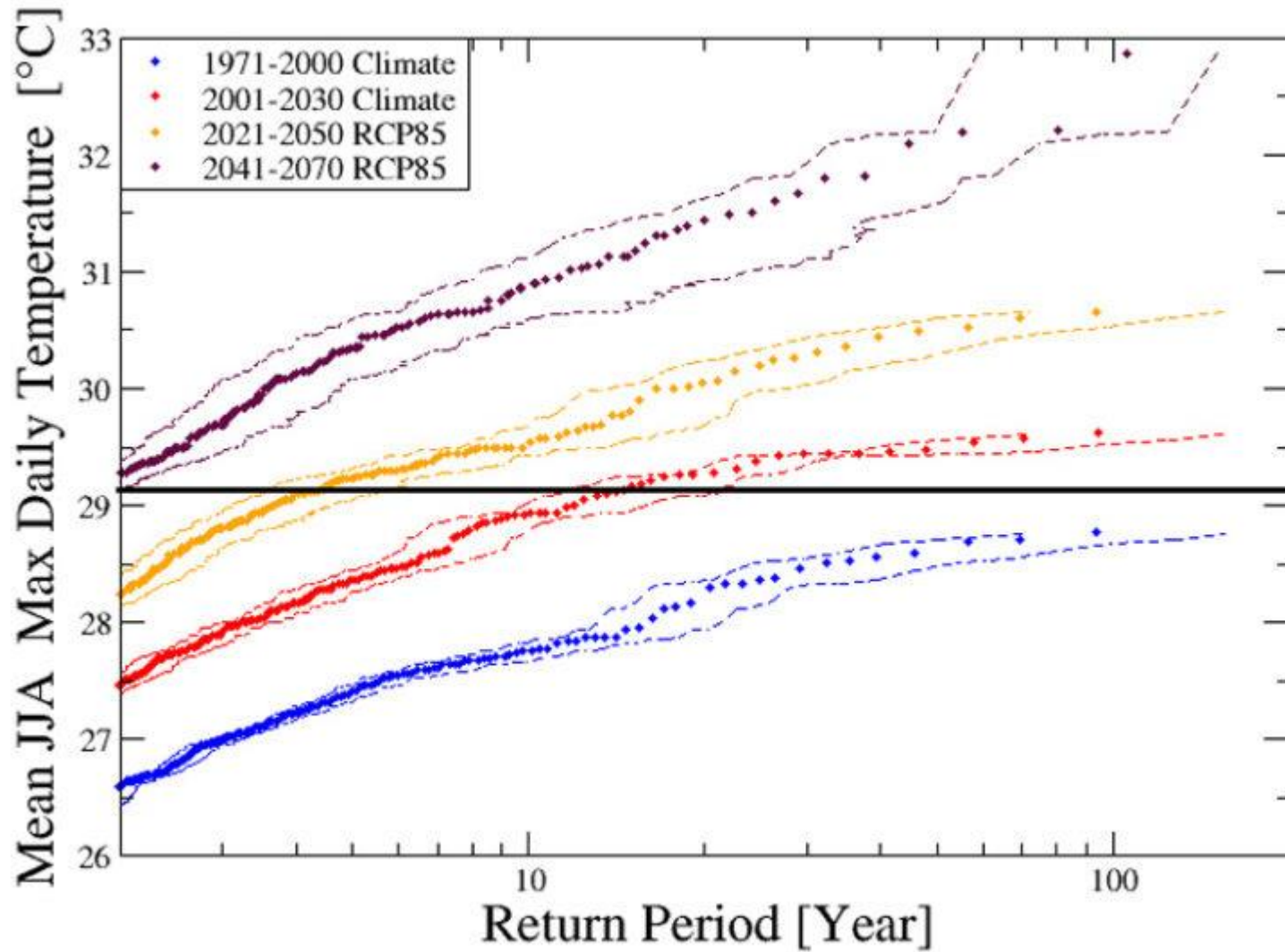
# Comment peut-on utiliser les simulations de ces modèles ?

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



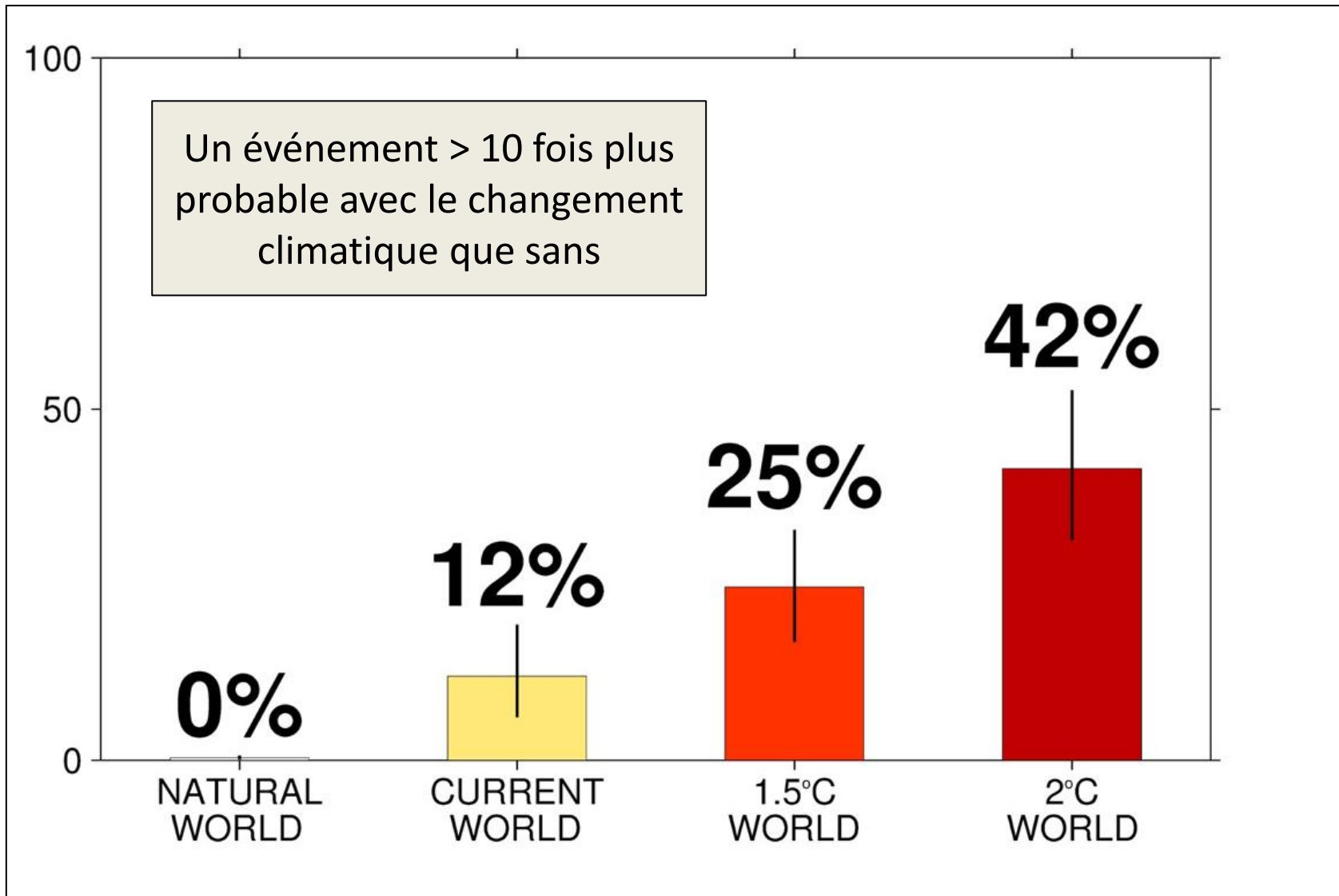


# Modèles EURO-CORDEX



Température  
observée 2017

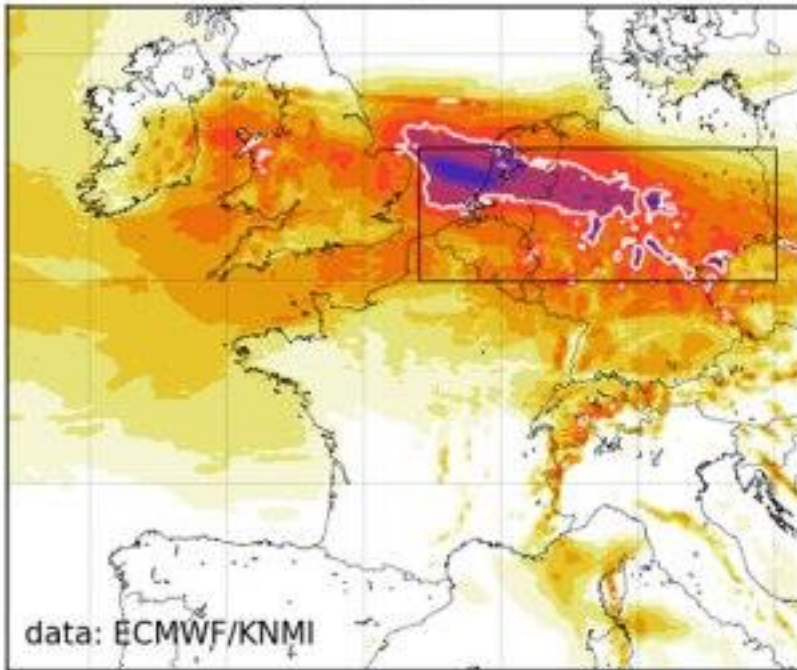
# Probabilité d'avoir un été comme 2017 en Europe du Sud (en %)



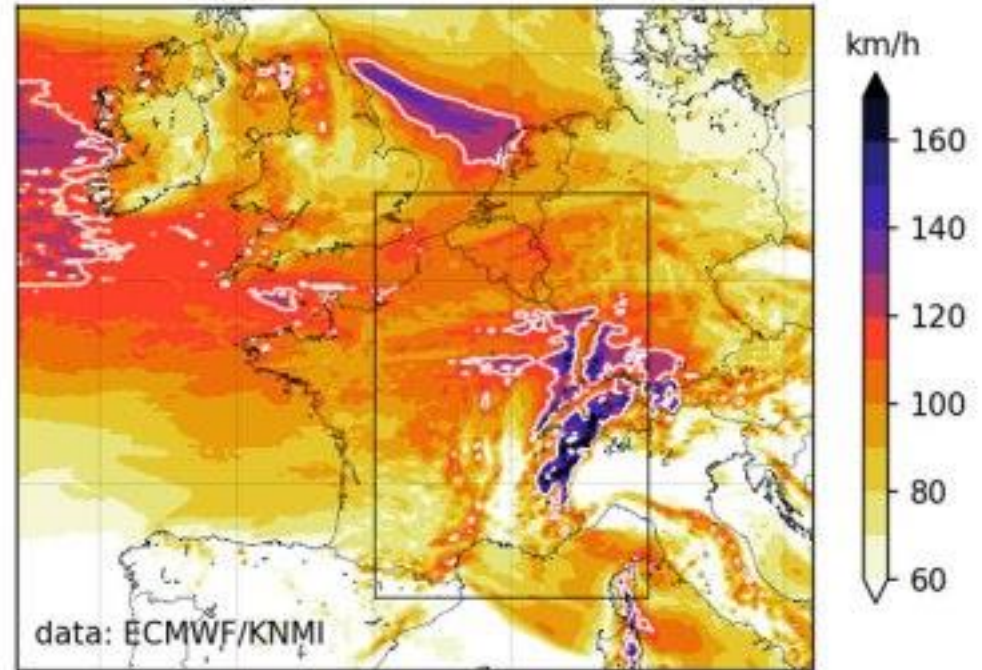
# Tempêtes (Janvier 2018)

## Friederike, Eleanor

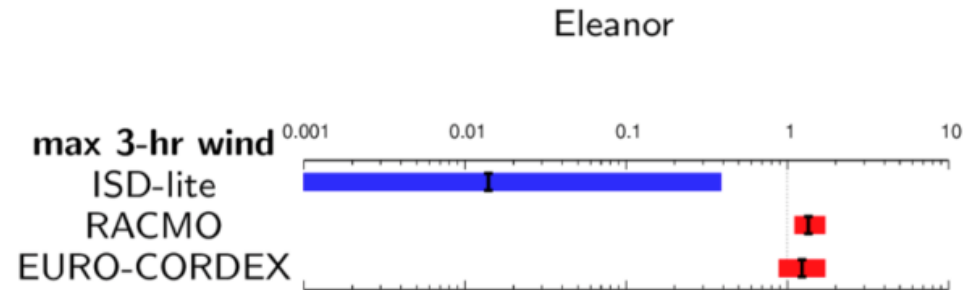
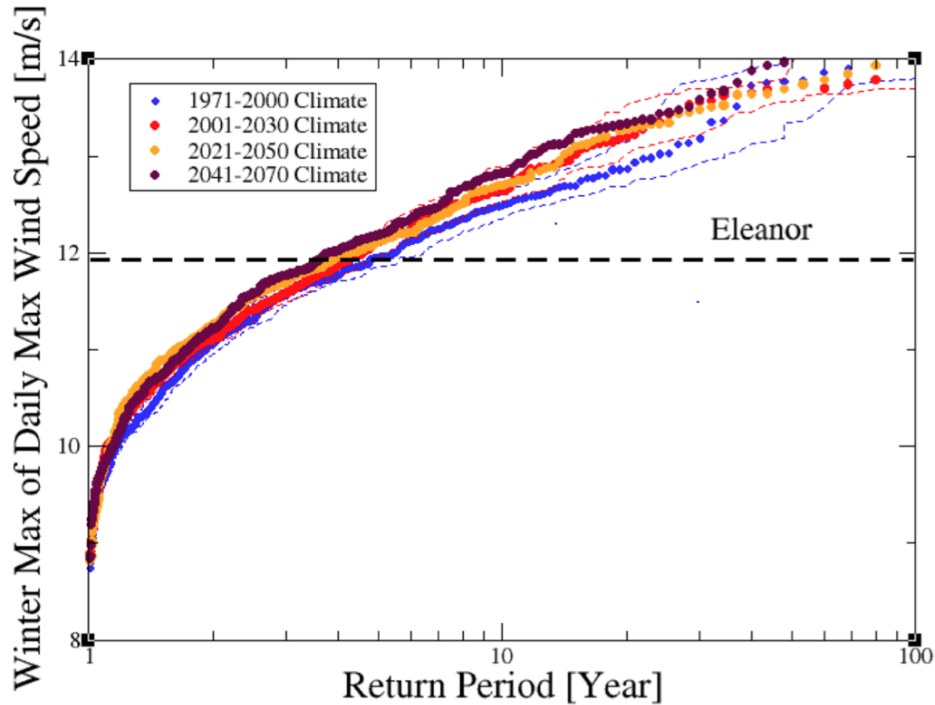
Friederike Daily max. wind gust (2018-01-18)  
ECMWF det.forecast. analysis: 2018-01-18 00UTC



Eleanor Daily max. wind gust (2018-01-03)  
ECMWF det.forecast. analysis: 2018-01-03 00UTC



# Conclusion difficile pour les tempêtes



Changement de probabilité:

- Opposé dans les observations et dans les modèles:
- Observation: décroissance
- Modèles: légère croissance
- Effet de changement de rugosité probablement important
- Urbanisation
- Croissance des forêts



**Du point de vue de l'assureur :**  
quelles sont les utilisations potentielles de ces modèles ?

## **Sécheresse : l'utilisation de modèles climatiques pour les arrêtés Cat Nat**

Définition de critères météorologiques basés sur un indice d'humidité des sols :

- Données mesurées sur un réseau de stations en France
- Réanalyse et interpolation à l'aide d'un modèle climatique
- Comparaison des réanalyses à un historique pour obtenir des périodes de retour (puis application de critères pour les reconnaissances Cat Nat)

## **Sécheresse : quelle est la motivation des nouveaux critères ?**

Les membres de la commission Cat Nat ont noté que les critères actuels :

- sont « en déphasage avec les progrès les plus récents accomplis dans la connaissance de cet aléa »;
- Sont « de nature très technique, (...) devenus complexes à déchiffrer et difficiles à exposer aux élus locaux et aux sinistrés »;
- avaient conduit à « une augmentation significative des recours gracieux et contentieux en raison notamment de leur manque de lisibilité ».

Des travaux ont été menés depuis mai 2018 pour définir de nouveaux critères et ont été adoptés au niveau interministériel le 11 avril 2019 et sont appliqués pour le traitement des sécheresses à partir de celle de 2018.

## Sécheresse : les nouveaux critères!

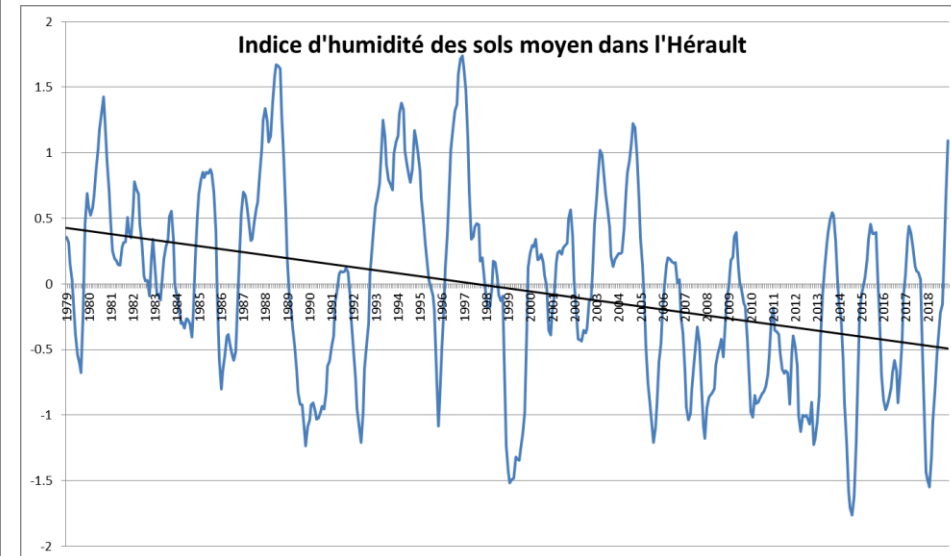
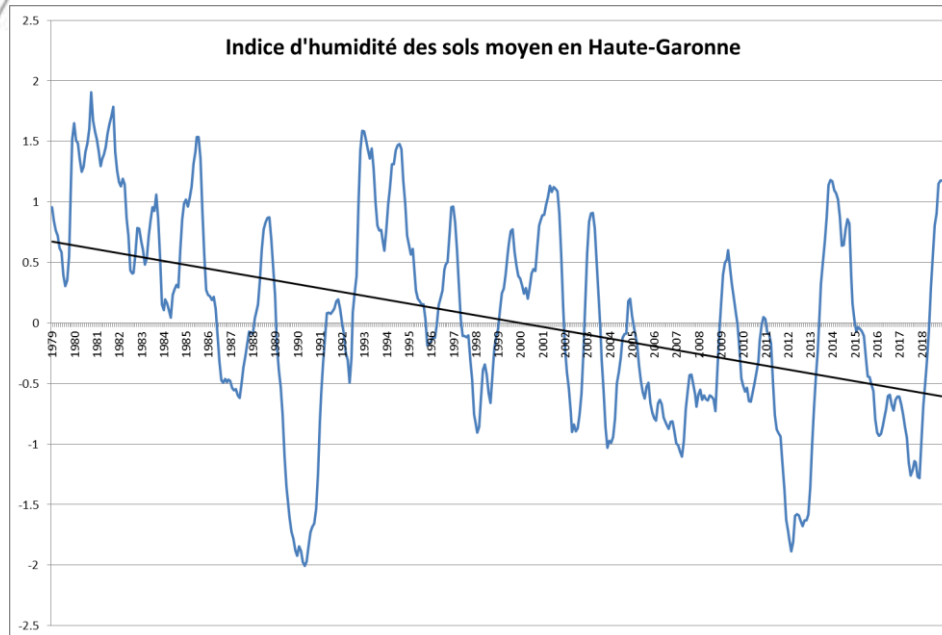
- Intégration des améliorations effectuées par Météo France sur ses modèles hydrométéorologiques représentant les processus physiques régissant l'eau dans le sol.
- Maintien du critère géotechnique : cartes du BRGM de susceptibilité des sols au retraitement gonflement des argiles.
- Evolution des critères météorologiques :
  - un seul et unique critère = le niveau d'humidité des sols superficiels (SWI),
  - un seuil unique pour qualifier la sécheresse d'anormale = durée de retour supérieure ou égale à 25ans,
  - Une appréciation pour chaque saison de l'année : ajout explicite de la saison automnale manquante jusqu'alors.

## Sécheresse : les nouveaux critères!

Dans la pratique :

- la période de calcul de référence pour déterminer si le seuil de la durée de retour de 25 ans est atteint est constituée des 50 dernières années précédant l'épisode de sécheresse,
- les reconnaissances, comme actuellement, se feront par trimestre : chaque commune reconnue l'est pour 1, 2, 3 ou 4 trimestres d'une année, correspondant aux saisons, en fonction du contenu de sa demande qui est aussi analysée par trimestre,
- Les données prises en compte pour calculer la durée de retour de 25 ans sont les données par trimestre glissant, par exemple pour le trimestre hivernal 2018, l'éligibilité est évaluée sur les 3 trimestres glissants :
  - 1/ [nov.2017, déc.2017, jan.2018]
  - 2/ [déc.2017, jan.2018 ,fév.2018]
  - 3/ [jan.2018, fév.2018, mar.2018]

## Évolution de l'humidité des sols entre 1979 et 2018 :



Une très grande variabilité interannuelle, mais une **tendance marquée** sur de nombreux départements

# Quelques exemples d'études réalisées chez Groupama

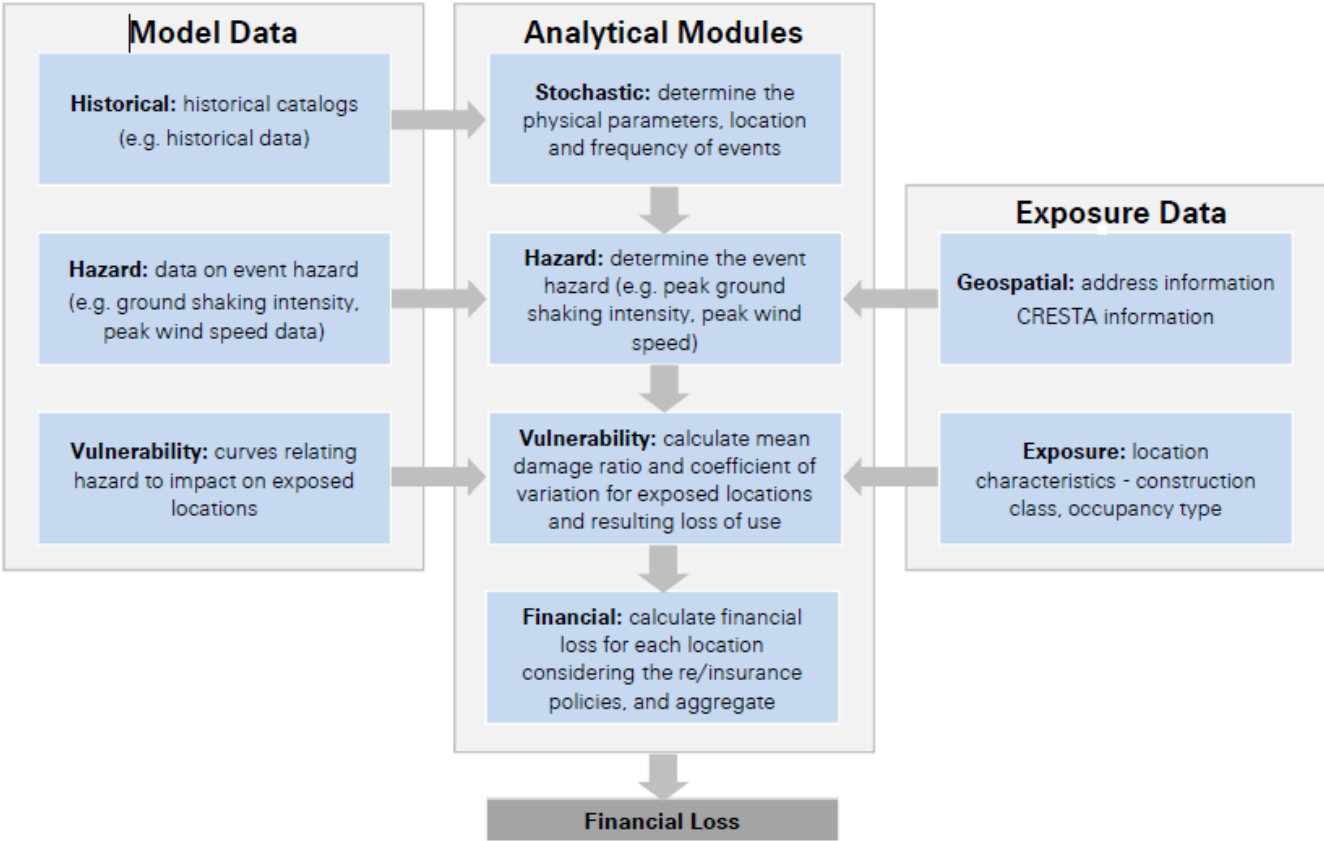
## **Building a vision of risk**

Wide range of expertise implies to construct criteria to score the models' ability to reproduce natural perils, from regular screening of new model release up to assessment of new features arising from the research field.

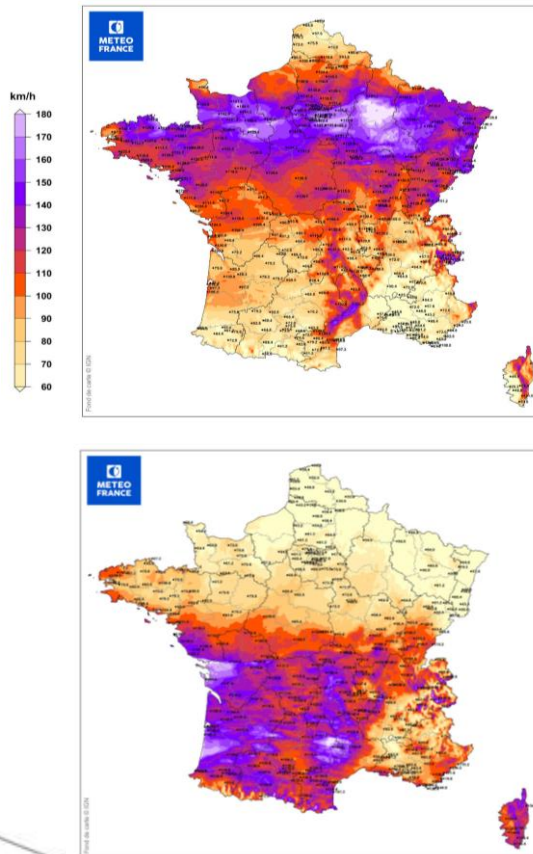
Groupama has built its risk vision since the issue of its first cat bond in 2007 and the approval of its internal model for solvency 2 by developing its own criteria for evaluating cat models and a change policy. It is the result of upstream work with many players: reinsurance brokers, modelling agencies, climatology research centres, reinsurers.



## Principles of cat models



## What is clustering?



Clustering characterizes the occurrence of **several storms in a limited time frame** (these storms cannot in general be considered independent): our view of clustering is based on a **4-days interval between consecutive storms**.

Because of the specific atmospheric conditions over the Atlantic, winter is the most prolific period for the birth of storms over Europe (roughly from october to march).

A clustering example: Lothar and Martin, 26th and 27th of december, 1999

## Regional Climate Models Data

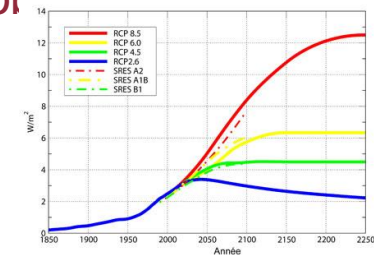
Statistical studies on historical data have their limits: main issue is depth and quality of the historical data. Need for another source of data from Climate Models (both Global and Regional) There are many sources for these climate models: For instance...

- Météo-France ARPEGE-Climat: data simulated on France Hourly data:
  - 200 years at current climate
  - + 200 years at RCP4.5
  - + 200 years at RCP8.5
- CORDEX: an international coordinated experiment on climate models Main objective of this initiative: improving downscaling from Global to Regional

Climate Models 6 hourly data:

- 35 years at current climate
- + 95 years at RCP4.5
- + 95 years at RCP8.5

Enough homogeneous data for **significant statistical results**

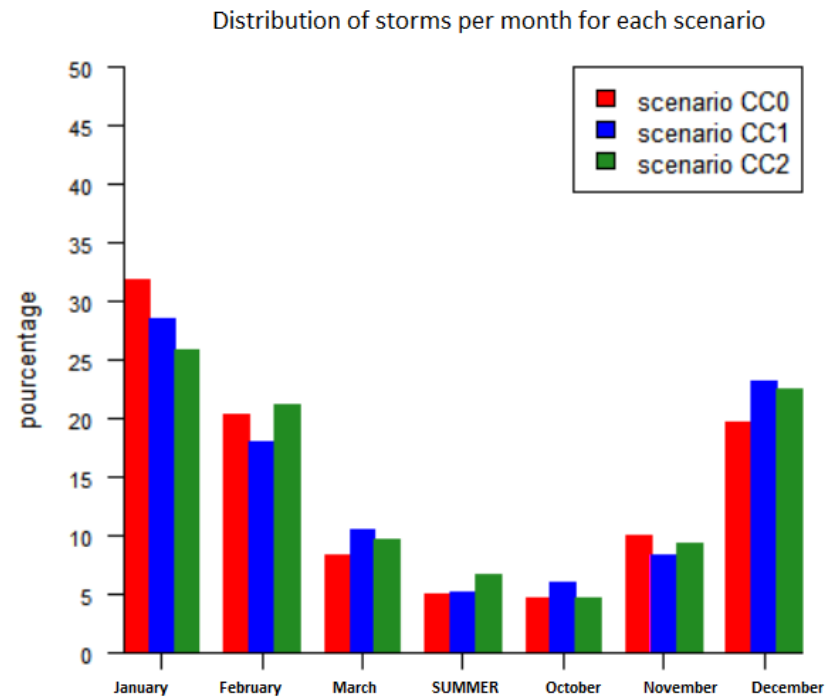


## Results of a study on french storms across three scenarios: CC0 (historical climate), CC1 (RCP 4.5), CC2 (RCP 8.5)

Scenario	Number of storms per meteorological year		
	CC0	CC1	CC2
Minimum	0	0	0
Maximum	6	8	6
Average	between 1 and 2	between 1 and 2	between 1 and 2
Quantile 75%	2	2	2

Scenario	Nb of meteorological years...		
	CC0	CC1	CC2
...without any storm	116	130	128
...with more that 3 storms	84	57	56
...with more than 4 storms	32	26	22

Scenario	Statistics on the severity of each scenario's storms		
	CC0	CC1	CC2
Average	744	793	803
Standard-deviation	556	570	559
Minimum	131	154	166
Q25	360	404	383
Q50	572	594	650
Q75	939	1008	1025
Maximum	3680	4185	3523



No noticeable variation in: frequency, severity, number of clusters related to climate change!

## Quelques résultats de Groupama sur les tempêtes :

### Time dependence

"**No clusters**, but years of more or less stormy weather." X

"Modeling the gaps between 2 storms by a **iid random variables**" X

"Modeling the annual number of storms by a **Negative Binomial**" ✓

### Dependency in severity

"Only storms of **high severity** occur in clusters" X

"**Same severity** of cluster storms" ✓

### Spatial dependence

"**Same storm tracks** of a cluster" ✓

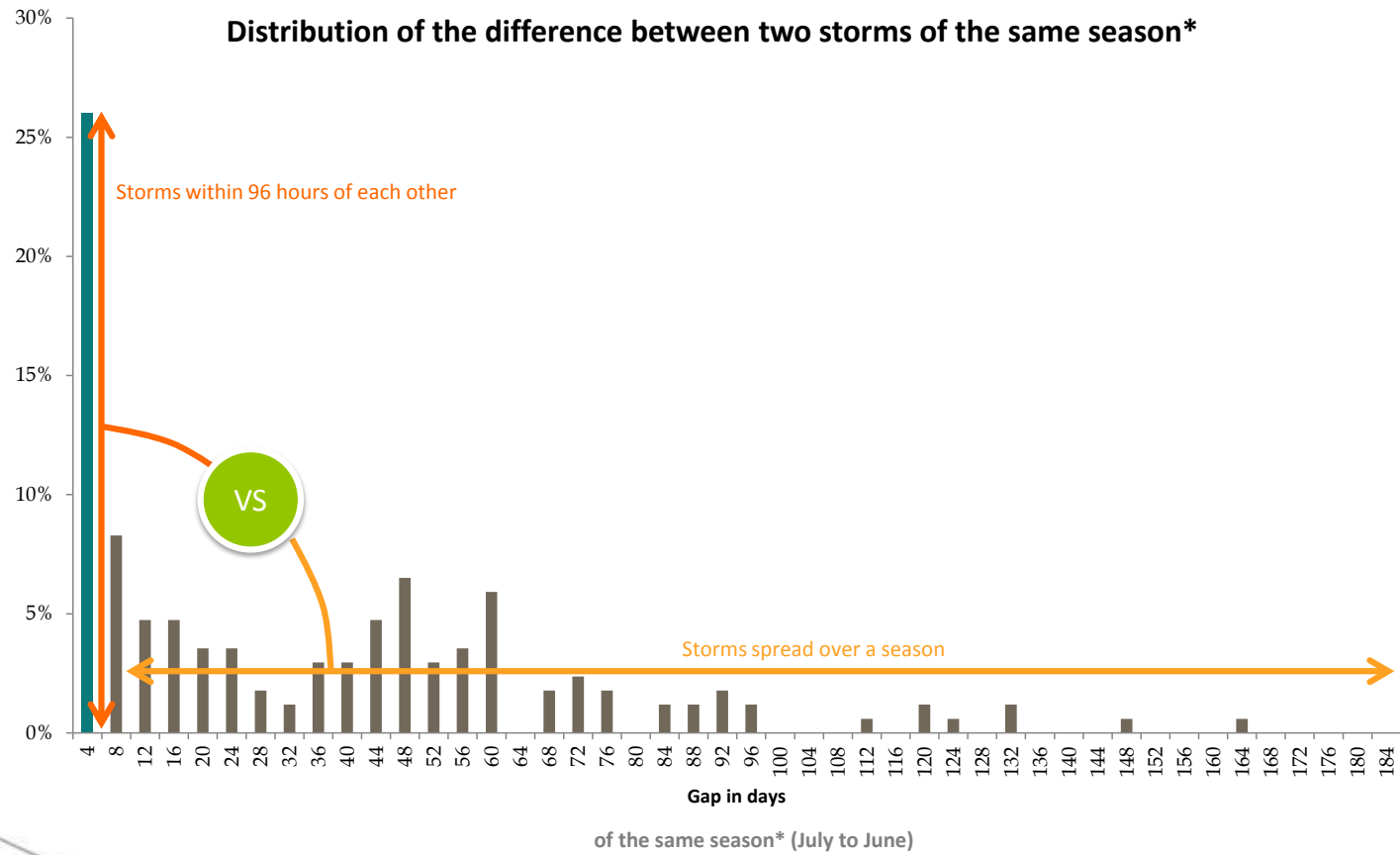
### Bicentennial years

"Characterized by the occurrence of an **exceptional storm**" X

"Characterized by the **clustering effect.**" ✓

"Characterized by storms like **Lothar**" ✓

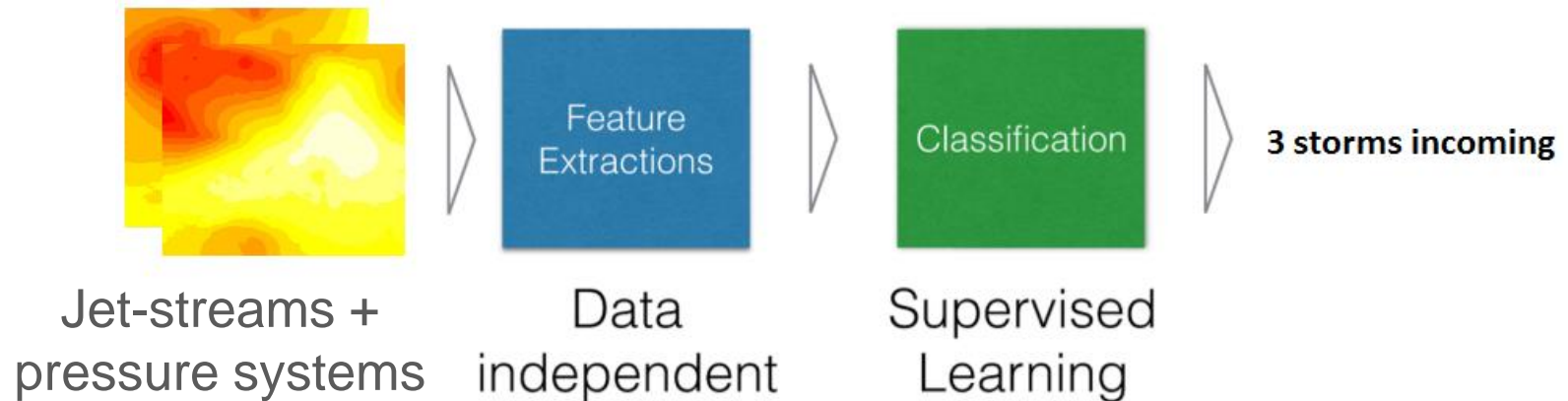
## Close encounter of the second storm!





## Artificial Intelligence applied to identify the genesis of storms!

Using RCM (Regional Climate Models) simulations, we identified french windstorms and looked back at the Atlantic configurations up to 7 days before the occurrence of each storm



Estimate the number of storms that will happen in a given timeframe (e.g. 72 hours), using one image of the atmospheric configuration occurring 4 to 5 days before this timeframe (with a neural network)

# Conclusion et questions

En tant qu'assureur, quelles sont vos attentes vis-à-vis des modèles climatiques ?