



# Les territoires face au dérèglement climatique.

**Yves Hauss**

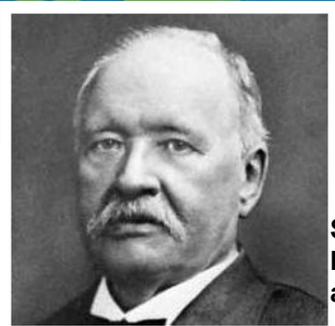
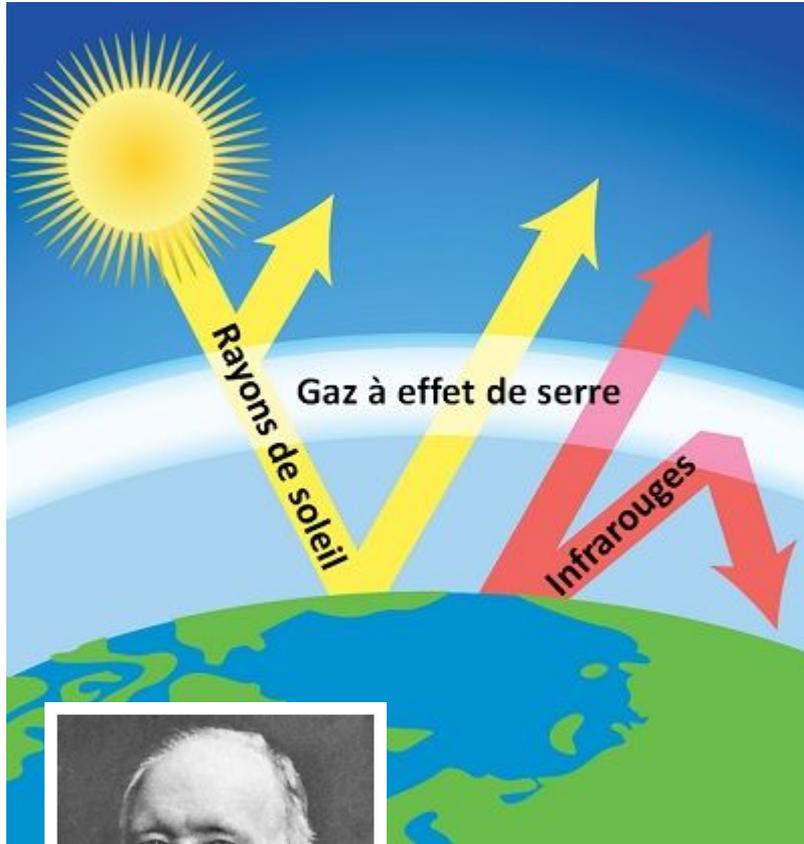
Responsable Climatologie, Météo-France Nord-Est

**Mardi 20 avril 2021**



# A l'origine du réchauffement, l'accroissement de l'effet de serre

Sans l'effet de serre, la T° moyenne de la planète serait de  $-19^{\circ}$



Swante Arrhenius, 1859-1927  
Pionnier de l'effet de serre atmosphérique, fin du 19 siècle.

## LES PRINCIPAUX GAZ À EFFET DE SERRE ET LES ACTIVITÉS HUMAINES QUI EN SONT RESPONSABLES

ACTIVITÉS				GAZ À EFFET DE SERRE
Gaz d'échappement	Combustion du pétrole et du charbon	Déforestation		CO2 = gaz carbonique
Rizières	Marais	Décharges	Elevage (déjections)	CH4 = méthane
Bombes d'aérosols	Réfrigérateurs			CFC
Véhicules à moteur	Solvants ménagers et industriels			O3 = ozone
Engrais en agriculture	ENGRAIS	Processus de combustion		N2O = protoxyde d'azote

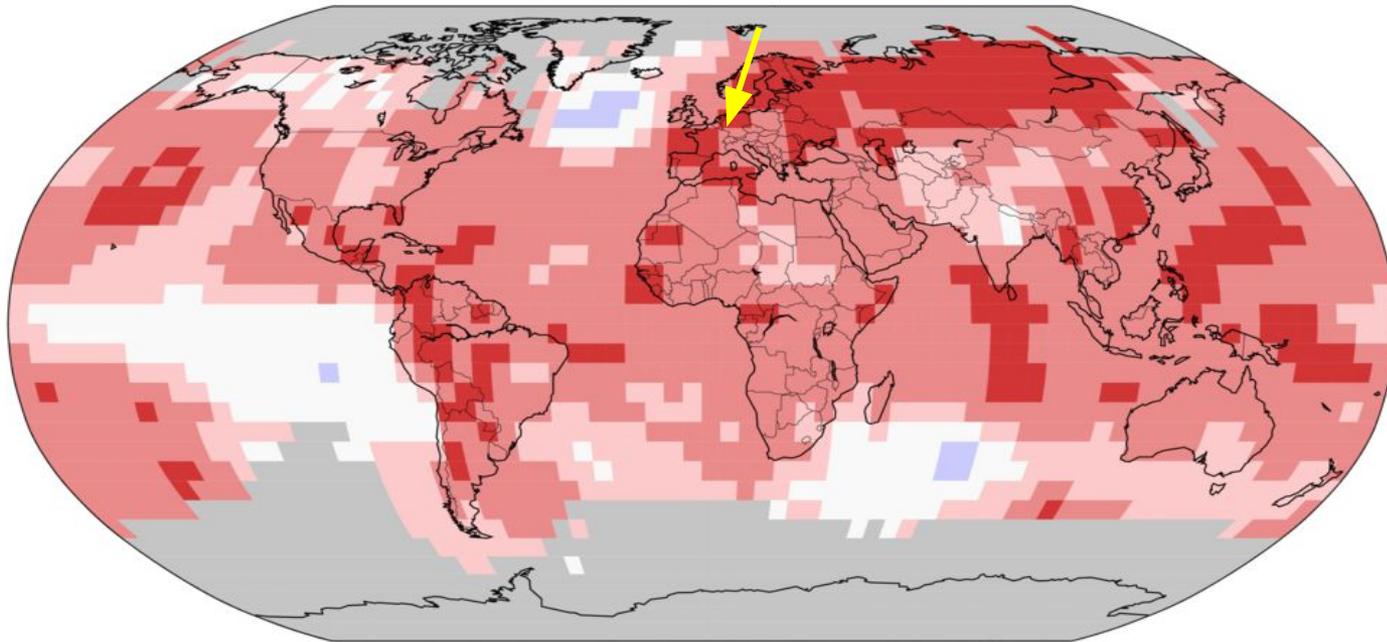
# 2020, 2ème année la plus chaude depuis 1880

Hémisphère Nord : Année la plus chaude Europe : 2ème France : Année la plus chaude

## Land & Ocean Temperature Percentiles Jan–Dec 2020

NOAA's National Centers for Environmental Information

Data Source: NOAAGlobalTemp v5.0.0–20210106



### TOP 10 PLANÈTE depuis 1880

1. 2020
2. 2016
3. 2019
4. 2015
5. 2017
6. 2018
7. 2014
8. 2010
9. 2013
10. 2005



Record Coldest



Much Cooler than Average



Cooler than Average



Near Average



Warmer than Average



Much Warmer than Average



Record Warmest

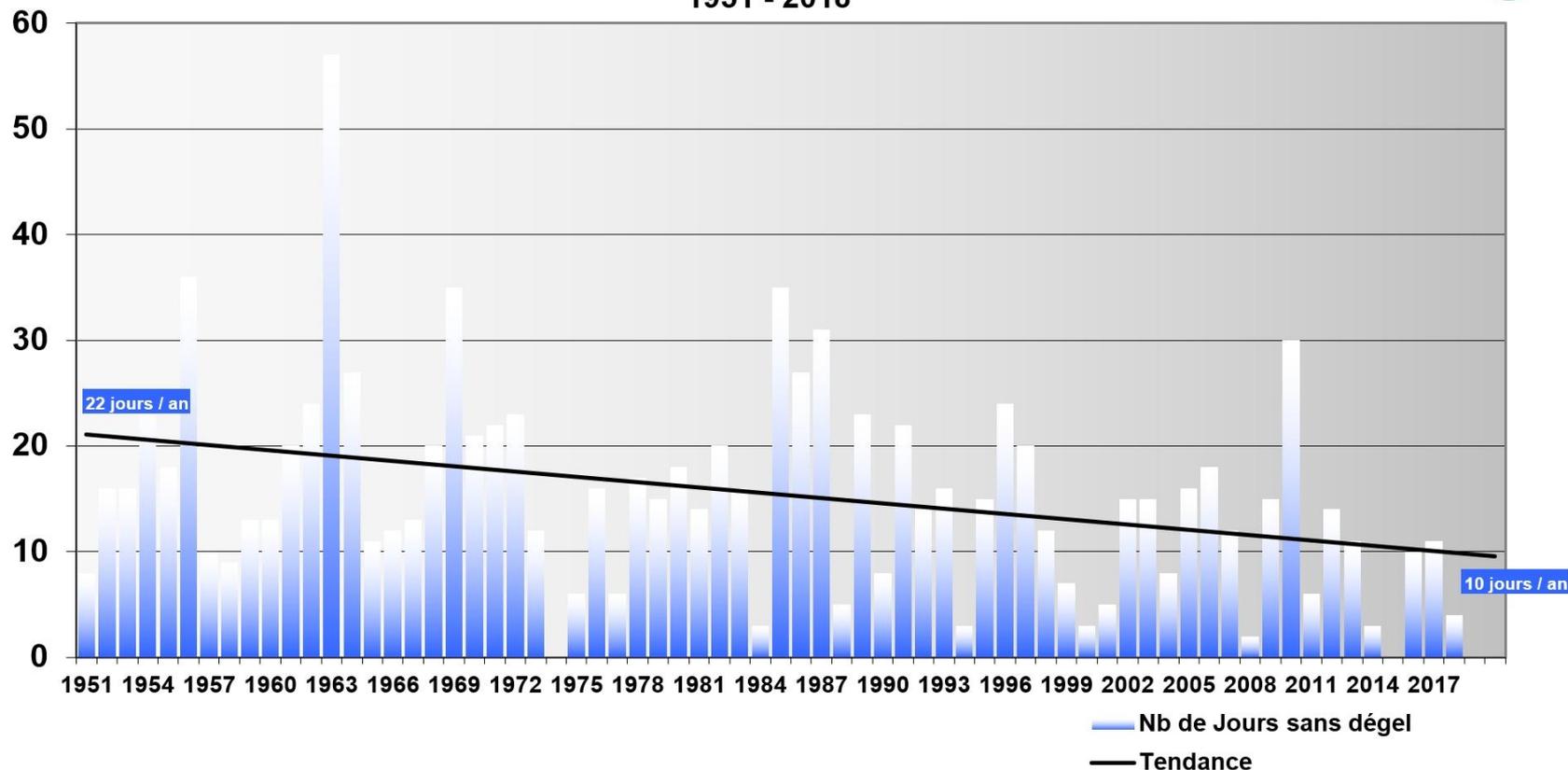
GHCNM v4.0.1.20210105.qfe

Sources : NOAA

[Bilan climatique 2020 complet](#)

# Evolution du nombre de jours sans dégel

Strasbourg - Entzheim  
Nombre de jours sans dégel  
1951 - 2018



En tendance, le nombre de jours sans dégel a diminué de plus de 50% depuis 1950

# Evolution des journées caniculaires.

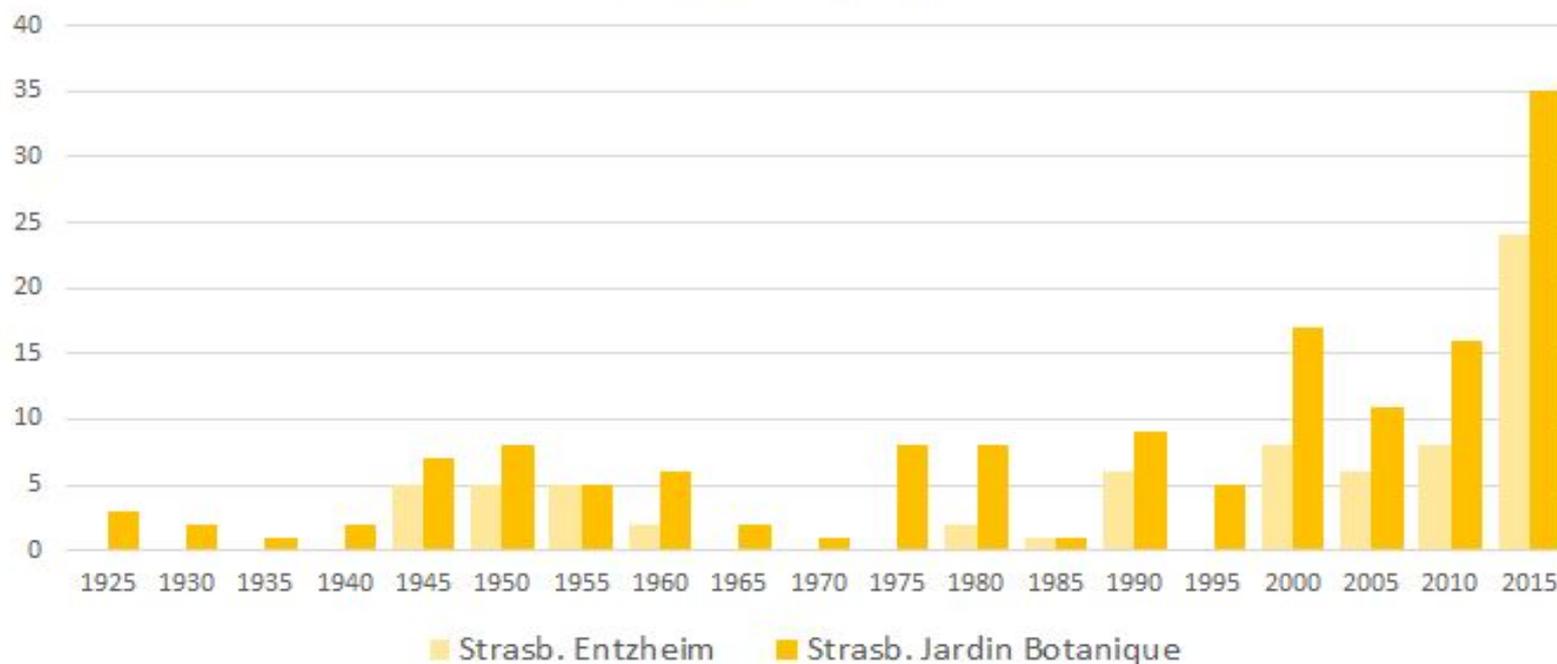
sur la base des IBM\* sur Strasbourg définis par Santé Publique France  
(Tmax de J)  $\geq 34^\circ$  et (Tmin de J+1)  $\geq 19^\circ$

IBM\* : Indice BioMétéorologique

## Nombre de journées caniculaires

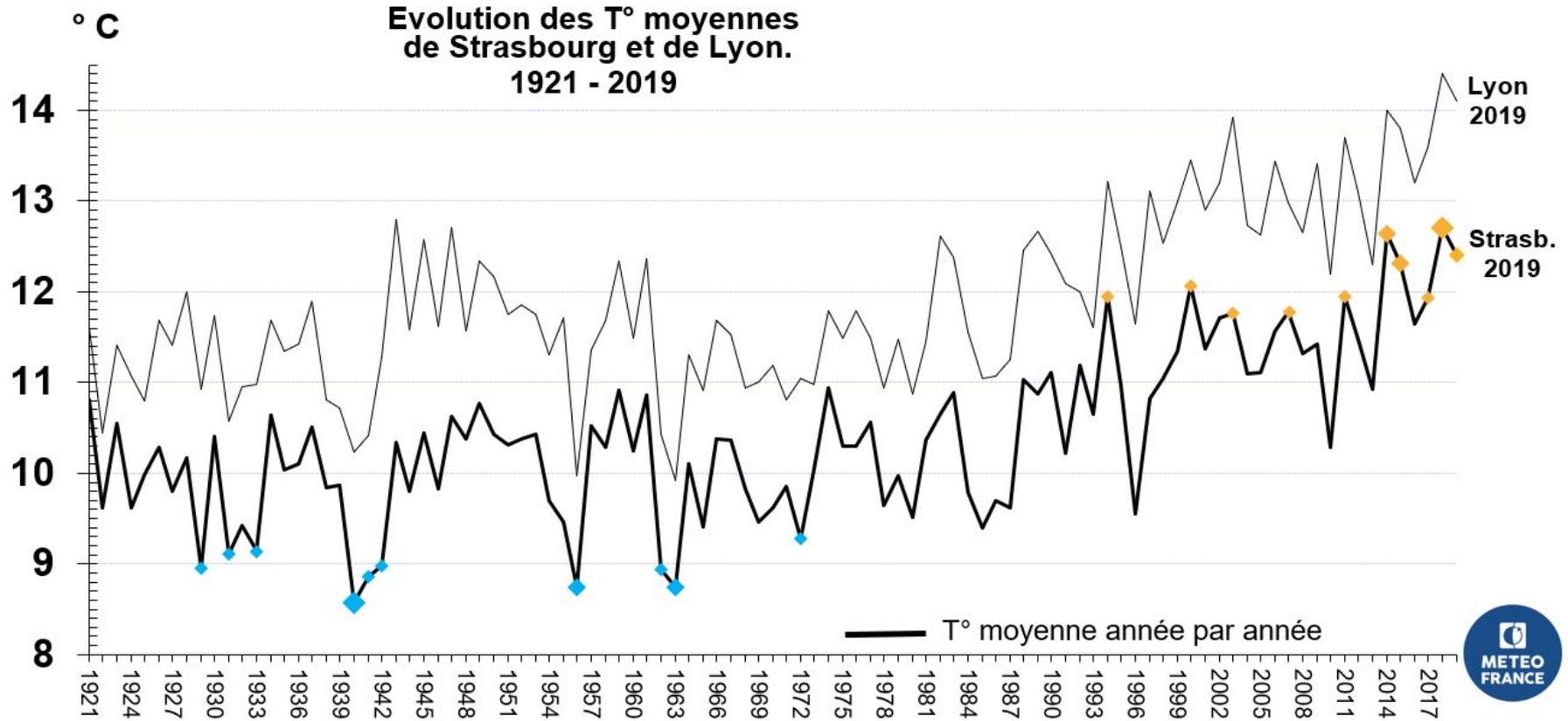
à Strasbourg de 1925 à 2019

(par période de 5 ans)



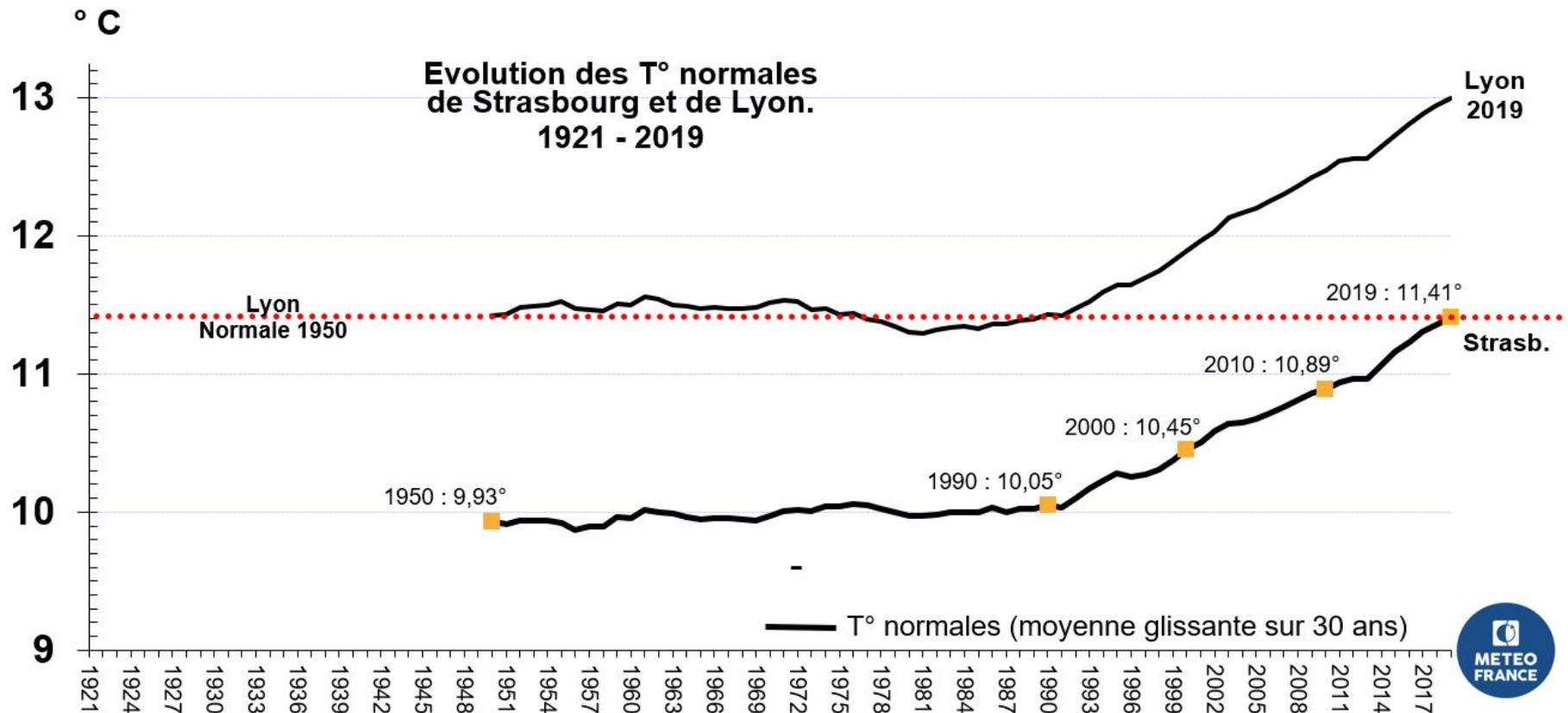
Le nombre de journées caniculaires “explose” !

# Evolution des moyennes annuelles de Strasbourg



2018 année record. 2014 deuxième la plus chaude, puis 2019

# Evolution des “normales” de Strasbourg



T° normale de 11,4° en 2019

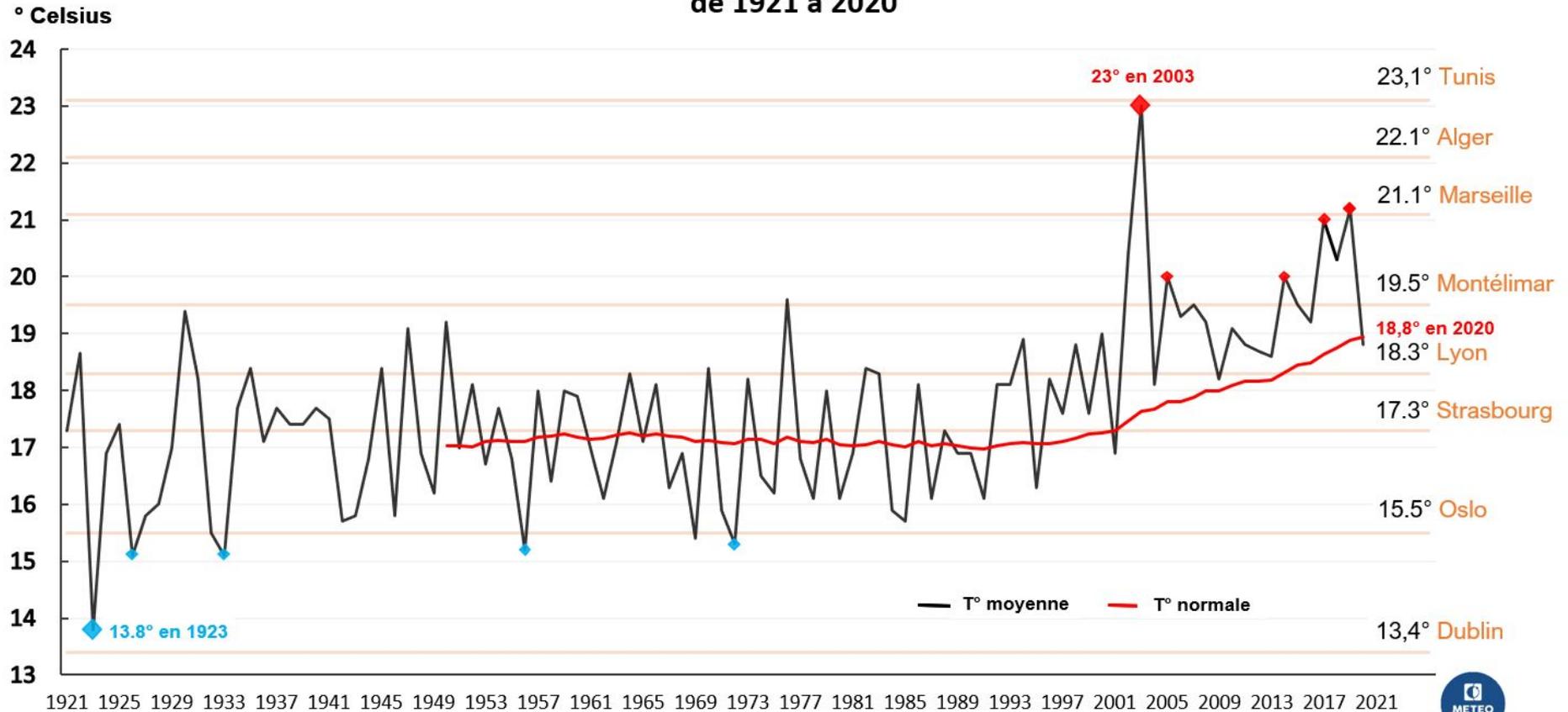
Réchauffement de 1,5° depuis 1950 dont 1,35° depuis 1990 (0,45° par décennie)

Les T° normales de Strasbourg atteignent celles de Lyon des années 1920-90

# Juin 2003

STRASBOURG-ENTZHEIM  
T° moyennes mensuelles de Juin  
de 1921 à 2020

Normales  
1971-2000



# Le printemps se décale, la végétation fleurit plus tôt ...

Ainsi chez nos voisins suisses,

- Le Mélèze voit ses aiguilles pousser 33 jours plus tôt qu'en 1958,
- Le noisetier est en fleurs environ 10 jours plus tôt qu'il y a 40 ans,
- L'anémone fleurit en moyenne 20 jours plus tôt qu'en 1951,
- Le cerisier fleurit environ 20 jours plus tôt qu'en 1894,
- Le marronnier d'Inde porte ses feuilles 44 jours plus tôt qu'il y a 200 ans,
- ... etc ...

# ... et les fruits mûrissent plus tôt, ainsi les raisins ...

Evolution de la date de vendange entre 1901 et 2016  
de différents vignobles français



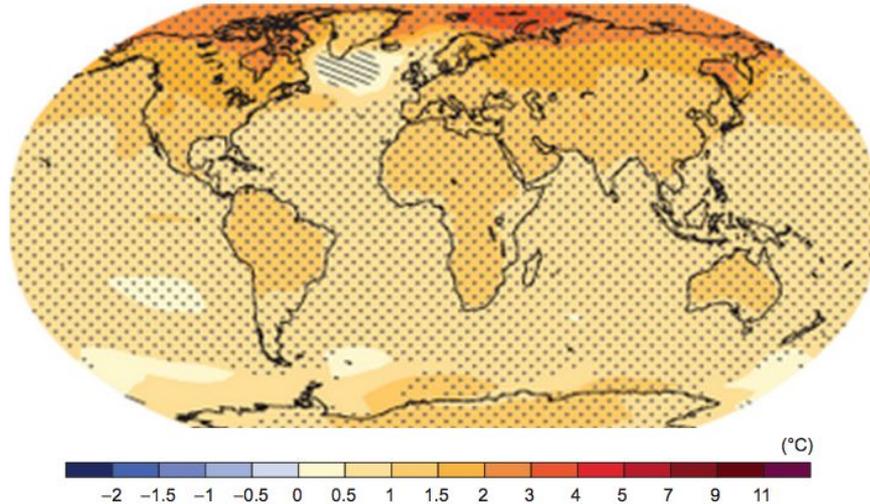
Note : 1901 = moyenne décennale 1892-1901 et 2016 = moyenne décennale 2007-2016.

Origine des données : Inter-Rhône - ENITA Bordeaux - INRA Colmar - Comité interprofessionnel du vin de Champagne

Traitements : ONERC - SOeS, 2017

# 1° à l'échelle planétaire au 21ème siècle combien en Alsace ?

## Scénario RCP 2.6 Réchauffement à l'horizon 2100



Scénario à 1,1°C de réchauffement global entre la fin du 20ème siècle et 2100. C'est le scénario le plus proche du scénario 1.5° (depuis le début de l'ère industrielle) proposé par la COP21 à Paris en 2015.

### Fortes disparités géographiques à l'échelle de la planète

- + 3 à 5° sur l'extrême nord de l'Europe, de la Russie et du continent américain
- + 0 à 1° sur le Groenland, l'océan atlantique à son sud et dans l'océan austral.
- + 1 à 1,5° sur le Nord-Est de la France

## En Alsace

Réchauffement de :

- + 0,7° au 20ème siècle
- + 1 à 1,5° entre 2000 et 2050
- + 1 à 1,5° au 21ème siècle\*

depuis le début du 20ème siècle jusqu'à :  
**l'horizon 2050 : 1,7° à 2,2°C**  
**l'horizon 2100 : 1,7° à 2,2°C**

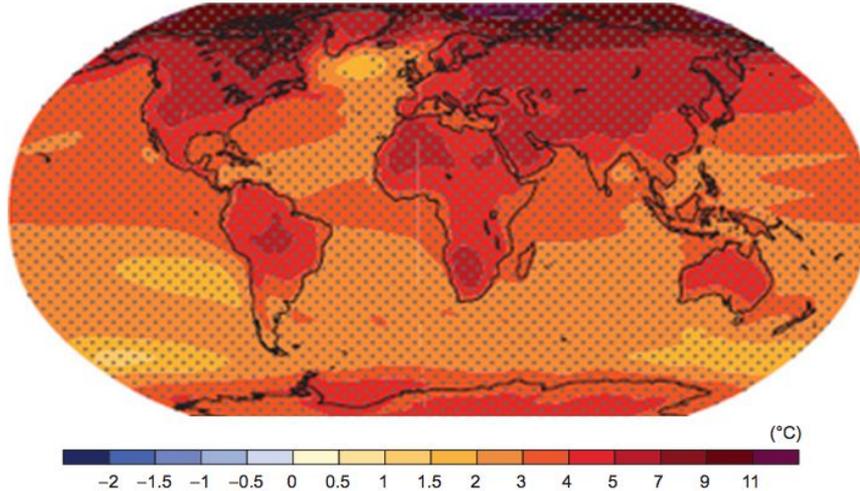
\* 0,9°C de hausse constatée de 2000 à 2018 à Entzheim

### Quelques repères locaux

	T° Normale 1971-2000	Différence avec Strasbourg
Strasbourg	10,4°C	////
Dijon	10,7°C	0,3°C
Lyon	11,9°C	1,5°C
Montélimar	13,3°C	2,9°C
Marseille	15,1°C	4,7°C

# 4° à l'échelle planétaire au 21ème siècle, combien en Alsace ?

## Scénario RCP 8.5 Réchauffement à l'horizon 2100



Scénario à 3,7°C de réchauffement global entre la fin du 20ème siècle et 2100. Ce scénario est proche de l'ancien scénario SRES A2 et est la trajectoire sur laquelle on se situe aujourd'hui.

### Fortes disparités géographiques à l'échelle de la planète

de 6° à plus de 10° sur l'extrême nord de l'Europe, de la Russie et du continent américain  
de 1 à 2° sur le sud du Groenland, une partie de l'atlantique et dans l'océan austral.  
de 4 à 5° sur le Nord-Est de la France

## En Alsace

Réchauffement de :

- + 0,7° au 20ème siècle
- + 2 à 2,5° entre 2000 et 2050
- + 4 à 5° au 21ème siècle\*

depuis le début du 20ème siècle jusqu'à :

**l'horizon 2050 : 2,7° à 3,2°C**

**l'horizon 2100 : 4,7° à 5,7°C**

\* 0,9°C de hausse constatée de 2000 à 2018 à Entzheim

### Quelques repères locaux

	T° Normale 1971-2000	Différence avec Strasbourg
Strasbourg	10,4°C	////
Dijon	10,7°C	0,3°C
Lyon	11,9°C	1,5°C
Montélimar	13,3°C	2,9°C
Marseille	15,1°C	4,7°C



# Merci pour votre attention

**Météo-France**

yves.hauss@meteo.fr

GIEC : <http://www.ipcc.ch>

NOAA : <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global>

COPERNICUS : <https://www.copernicus.eu/>

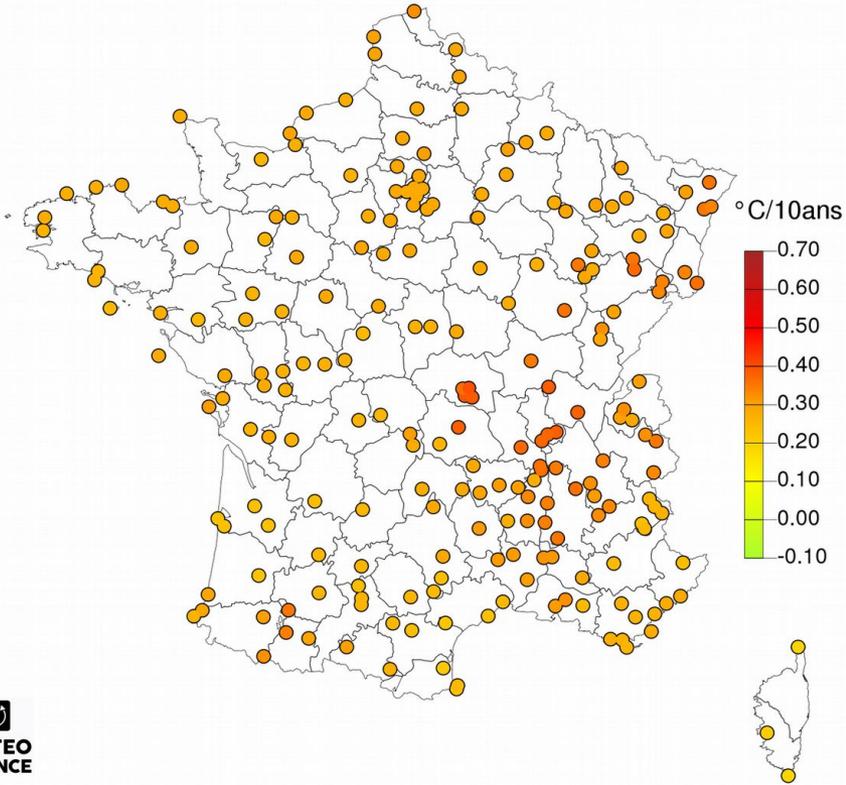
Climat HD : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

DRIAS : <http://www.drias-climat.fr/>

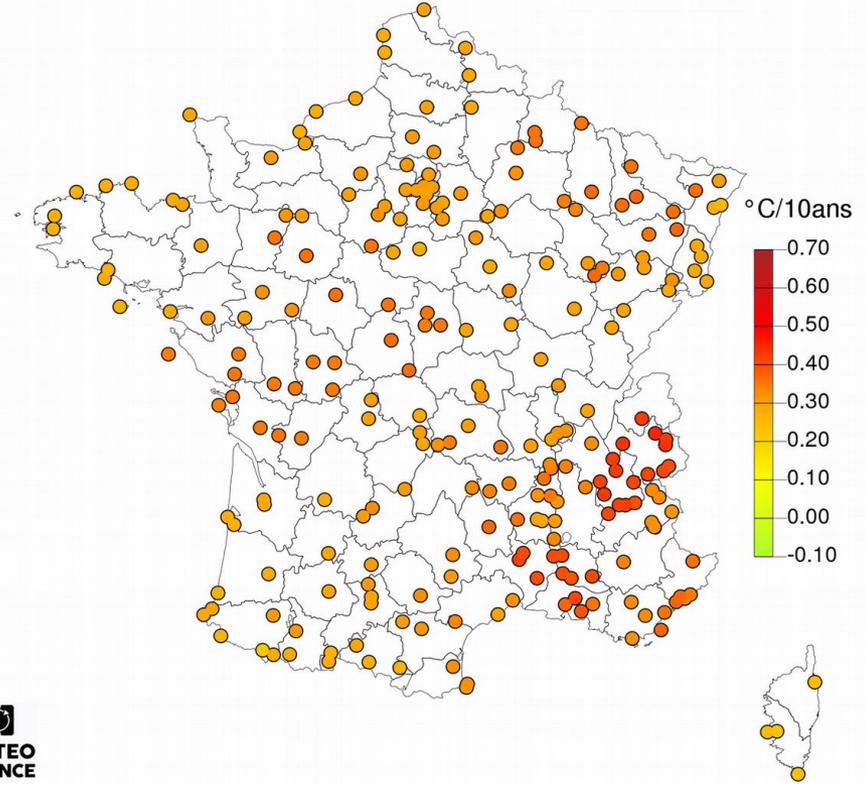


# Le réchauffement en France 1950 - 2009

T° minimales  
1950-2009



T° maximales  
1950-2009



Réchauffement par décennie de 0.1 - 0.3° des T° mini et de 0.2 - 0.4° pour les T° maxi

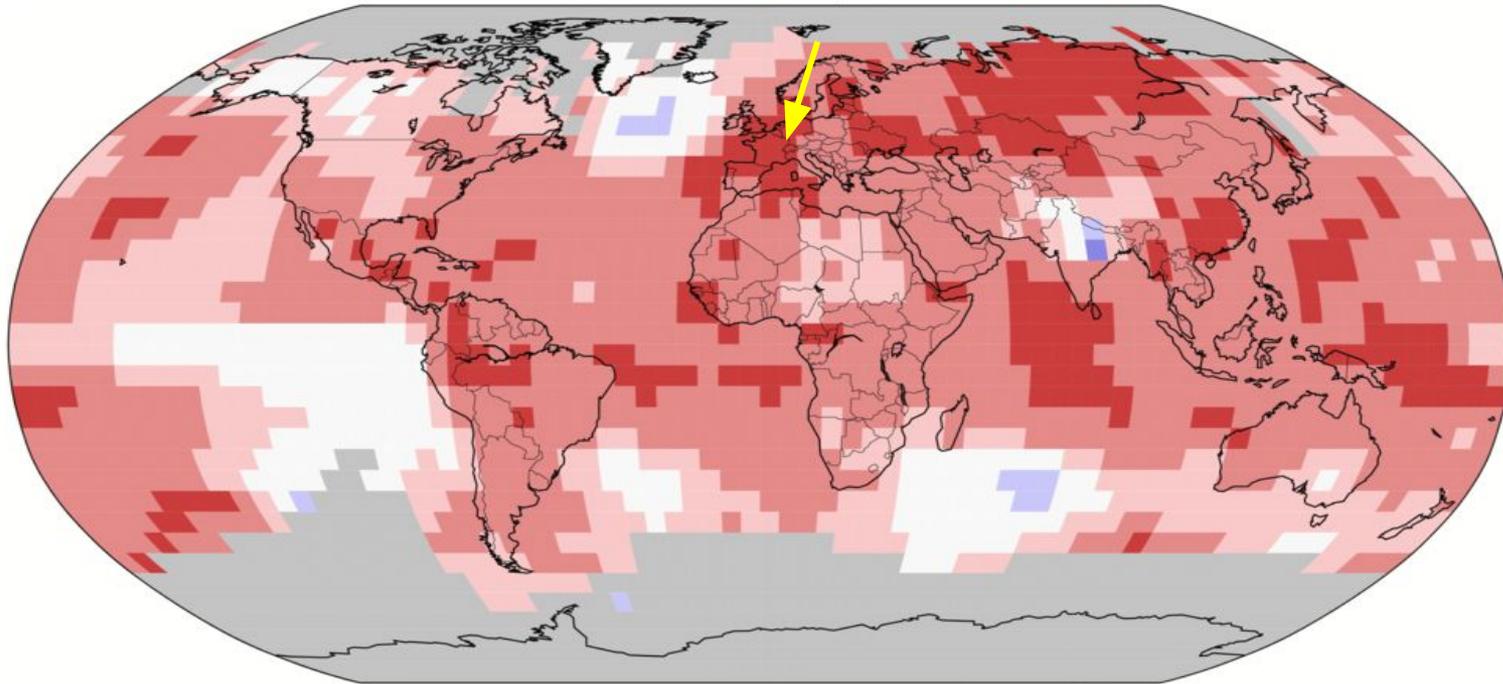
# 2020, vers la 2ème année la plus chaude

En Europe : Année record ? En France : Année record ?

## Land & Ocean Temperature Percentiles Jan–Sep 2020

NOAA's National Centers for Environmental Information

Data Source: NOAA GlobalTemp v5.0.0–20201007



  
Record  
Coldest

  
Much  
Cooler than  
Average

  
Cooler than  
Average

  
Near  
Average

  
Warmer than  
Average

  
Much  
Warmer than  
Average

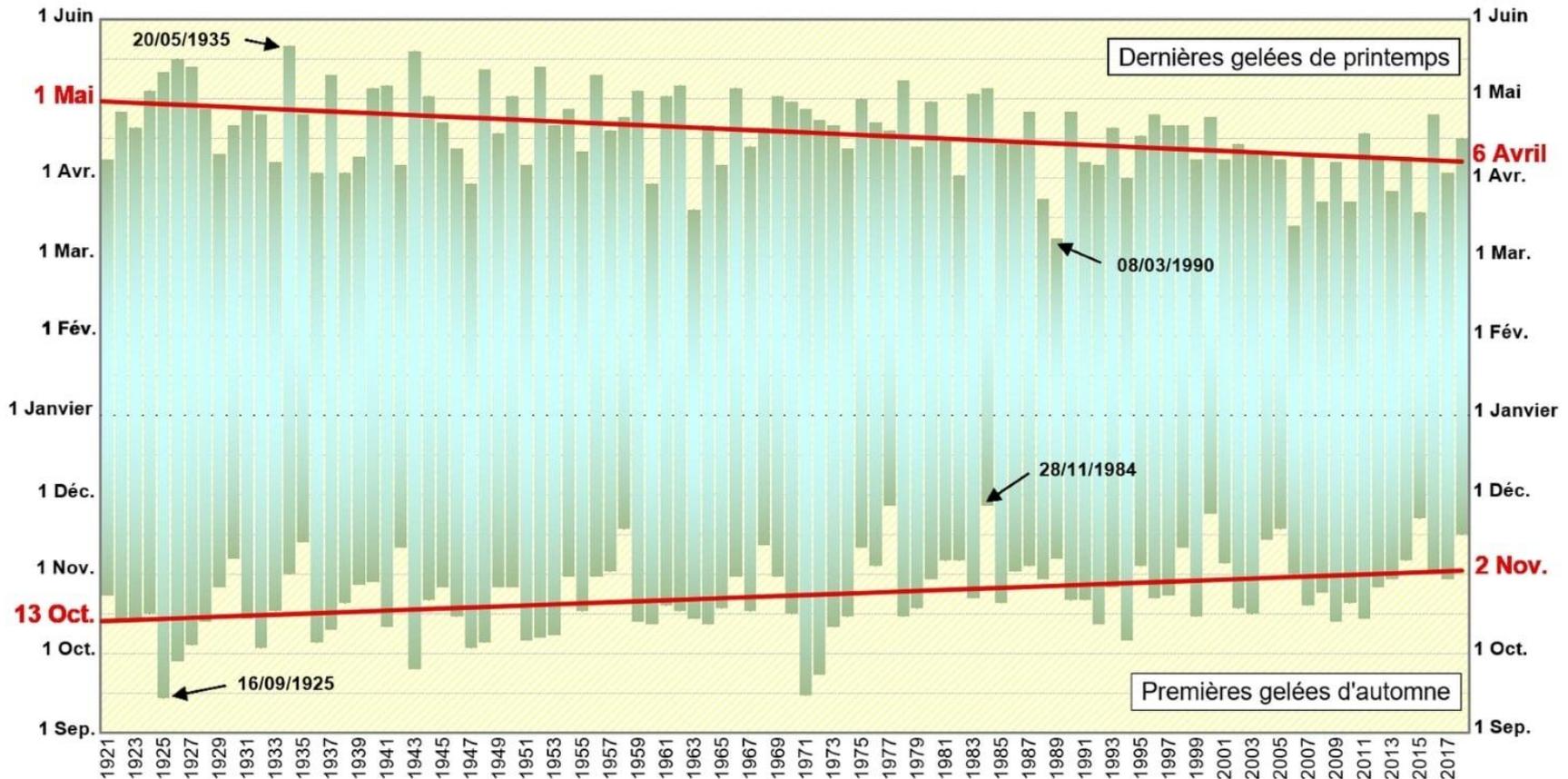
  
Record  
Warmest

GHCNM v4.0.1.20201006.qfe

Sources : NOAA

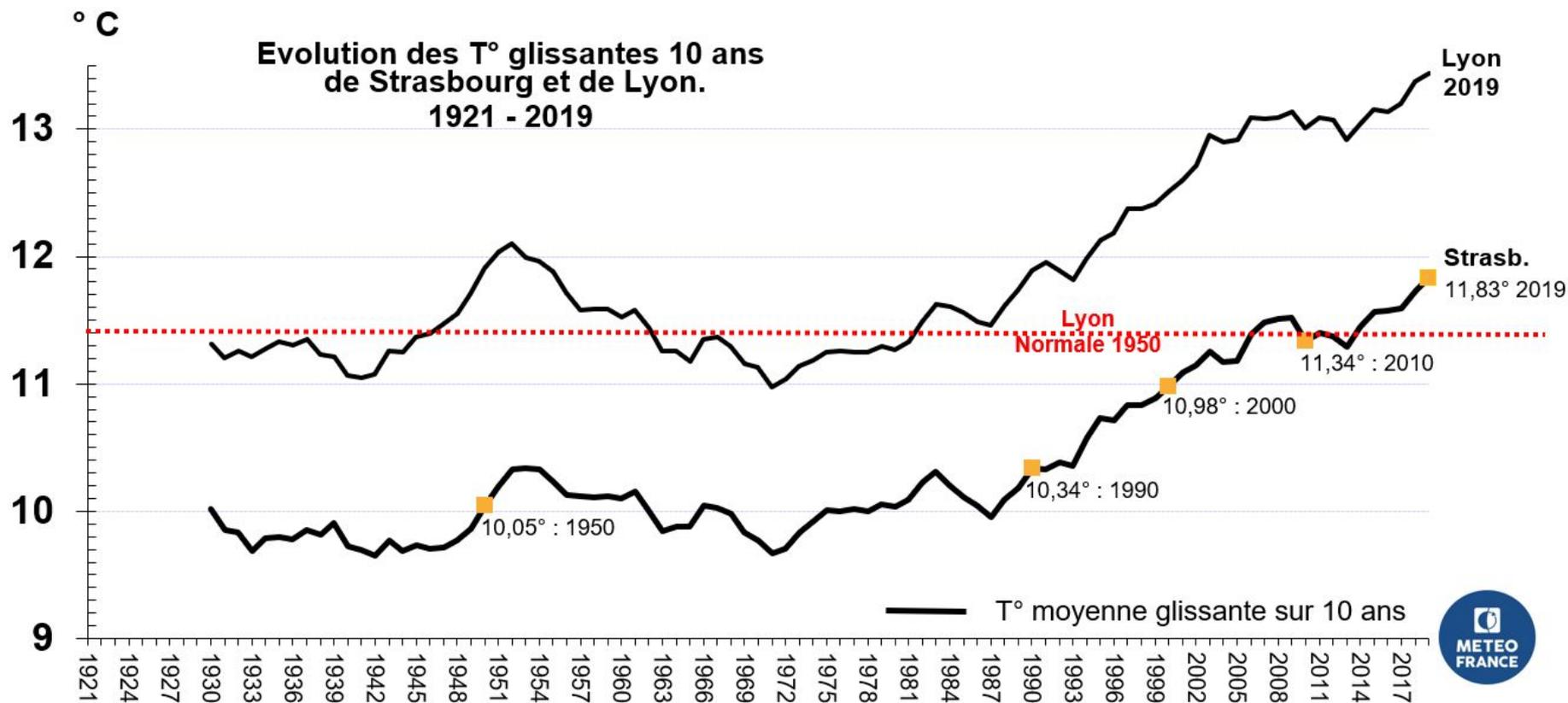
# Evolution des dates des premières et dernières gelées

Année par année,  
de la première gelée d'automne à la dernière gelée de printemps.  
Strasbourg-Entzheim (1921-2018)



La période de risque à gelées a diminué, en tendance, de 45 jours

# Evolution des moyennes glissantes 10 ans de Strasbourg



T° moyenne de 11,8° ces 10 dernières années  
(11,4° les 30 dernières années)

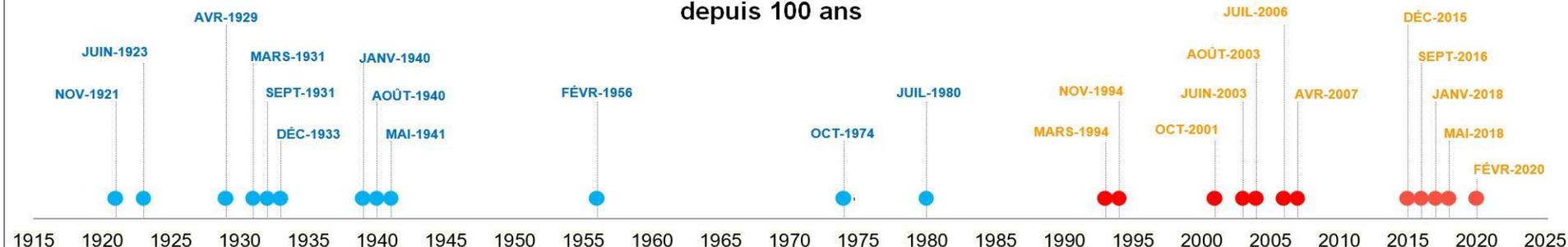
# Strasbourg-Entzheim

## Les mois records de froid et records de chaud

(tous mois confondus)

### Strasbourg-Entzheim

Chronologie des mois records de température (froids et chauds) depuis 100 ans



Les records mensuels de température

	Janv	Fév	Mars	avril	mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Mois le plus froid</b>												
En quelle année ?	1940	1956	1931	1929	1941	1923	1980	1940	1931	1974	1921	1933
T° moyenne mensuelle ?	-7,8°	-9,3°	1,9°	6,9°	10,3°	13,8°	16,7°	16,5°	11,5°	6,7°	0,7°	-3,7°
<b>Mois le plus chaud</b>												
En quelle année ?	2018	2020	1994	2007	2018	2003	2006	2003	2016	2001	1994	2015
T° moyenne mensuelle ?	6,6°	7,7°	10,1°	14,6°	17,7°	23°	24,3°	24,3°	18,9°	14,7°	9,3°	7,3°

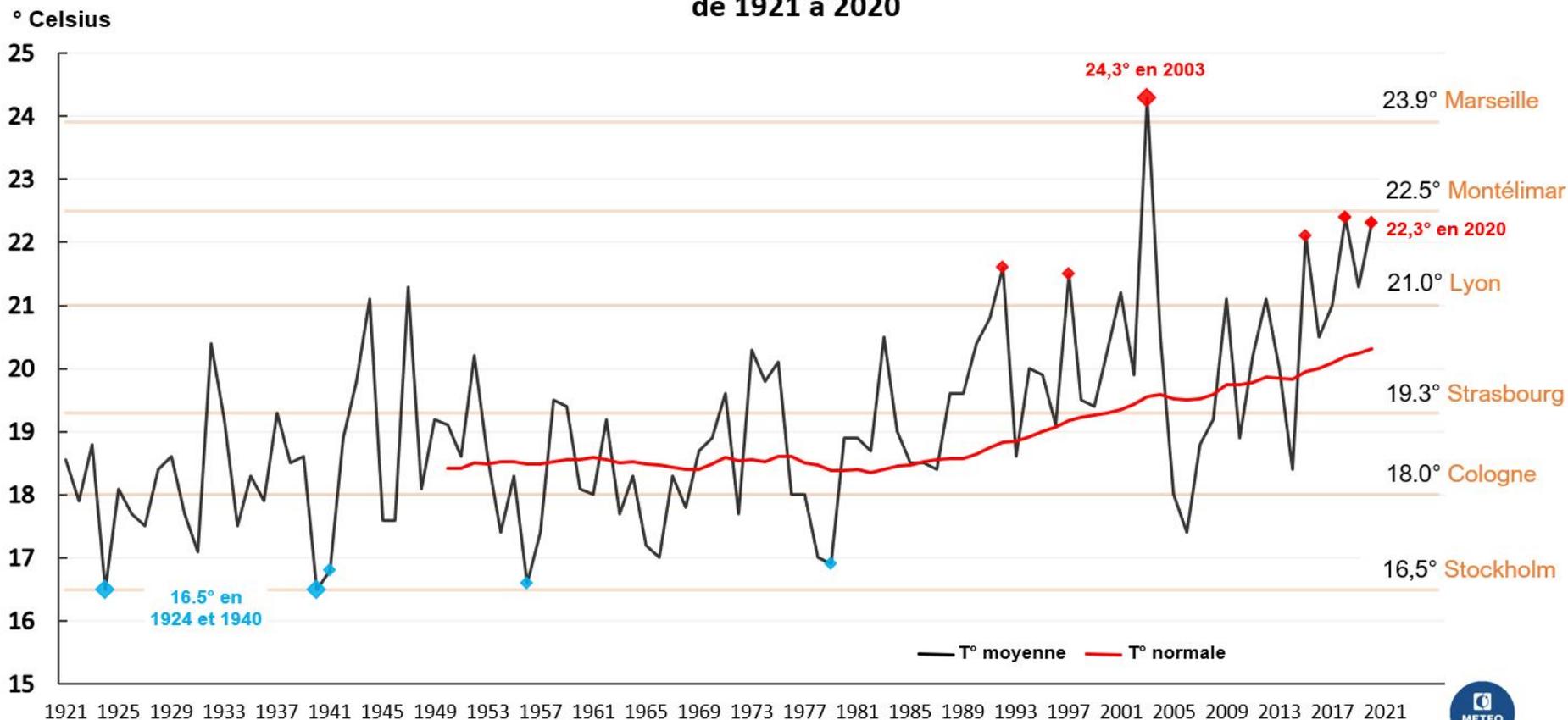


Les mois records de chaud sont récents (après 1994)  
Le dernier mois record de froid date d'il y a 40 ans (juillet 1980).

# Août 2003

STRASBOURG-ENTZHEIM  
T° moyennes mensuelles d'Août  
de 1921 à 2020

Normales  
1971-2000

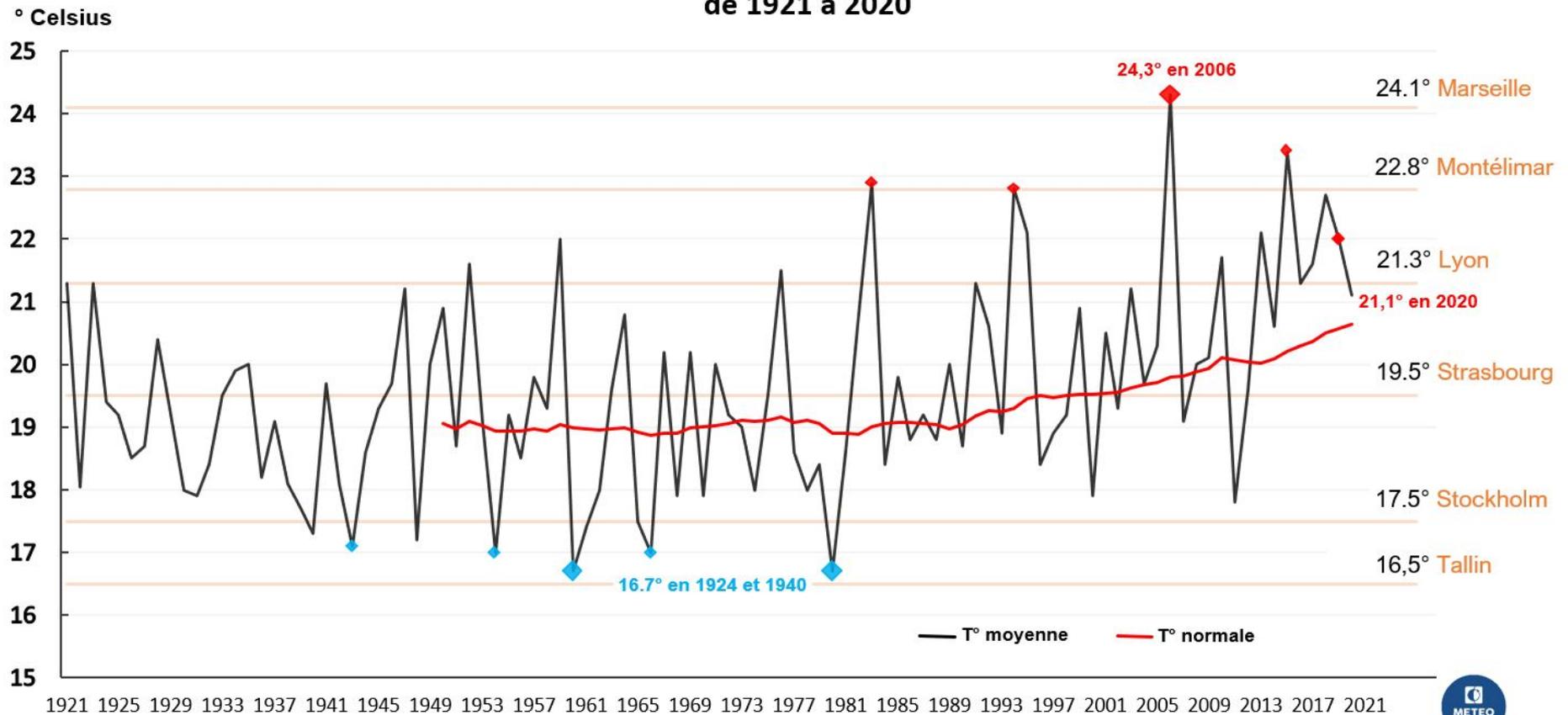


Les T° extrêmes Strasbourg - 1

# Juillet 2006

STRASBOURG-ENTZHEIM  
T° moyennes mensuelles de Juillet  
de 1921 à 2020

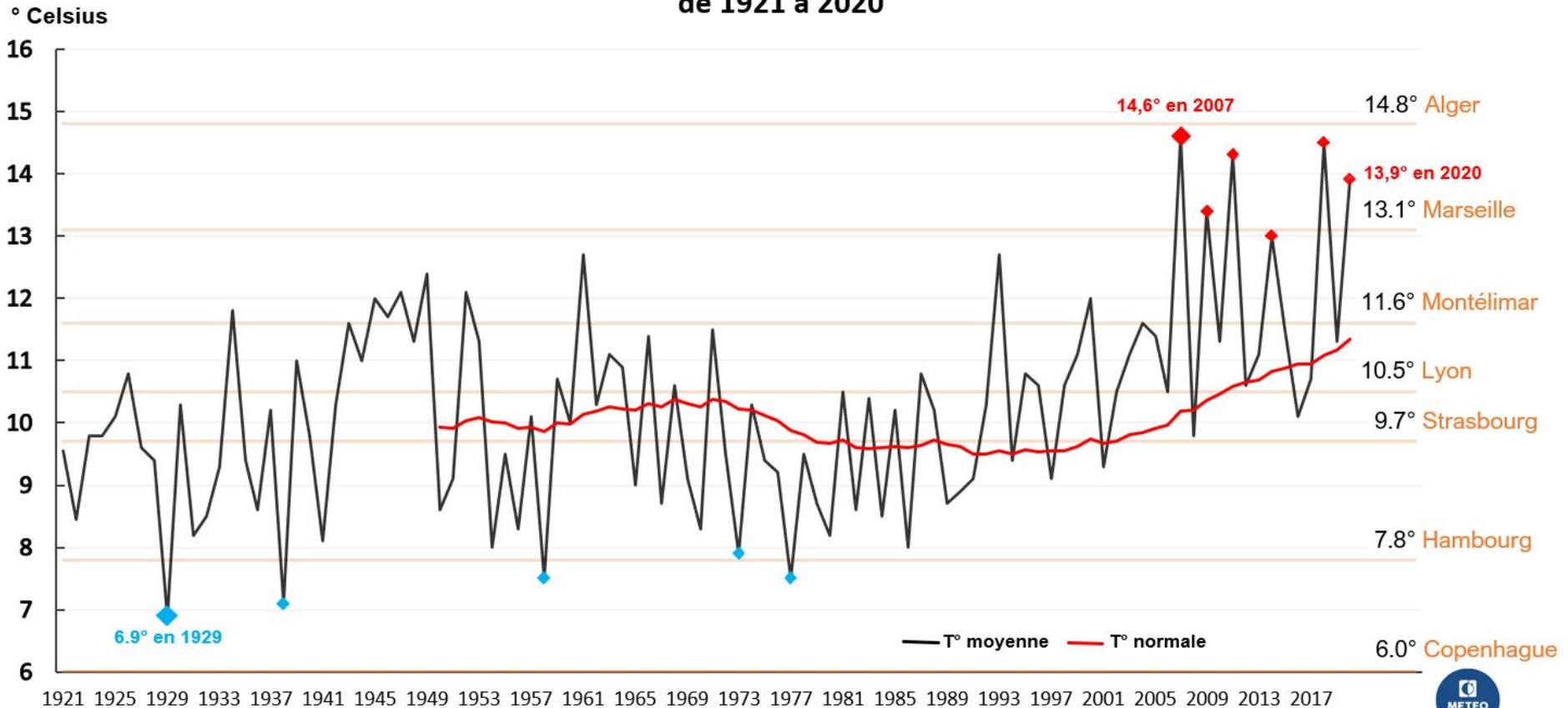
Normales  
1971-2000



# Avril 2007

STRASBOURG-ENTZHEIM  
T° moyennes mensuelles d'Avril  
de 1921 à 2020

Normales  
1971-2000

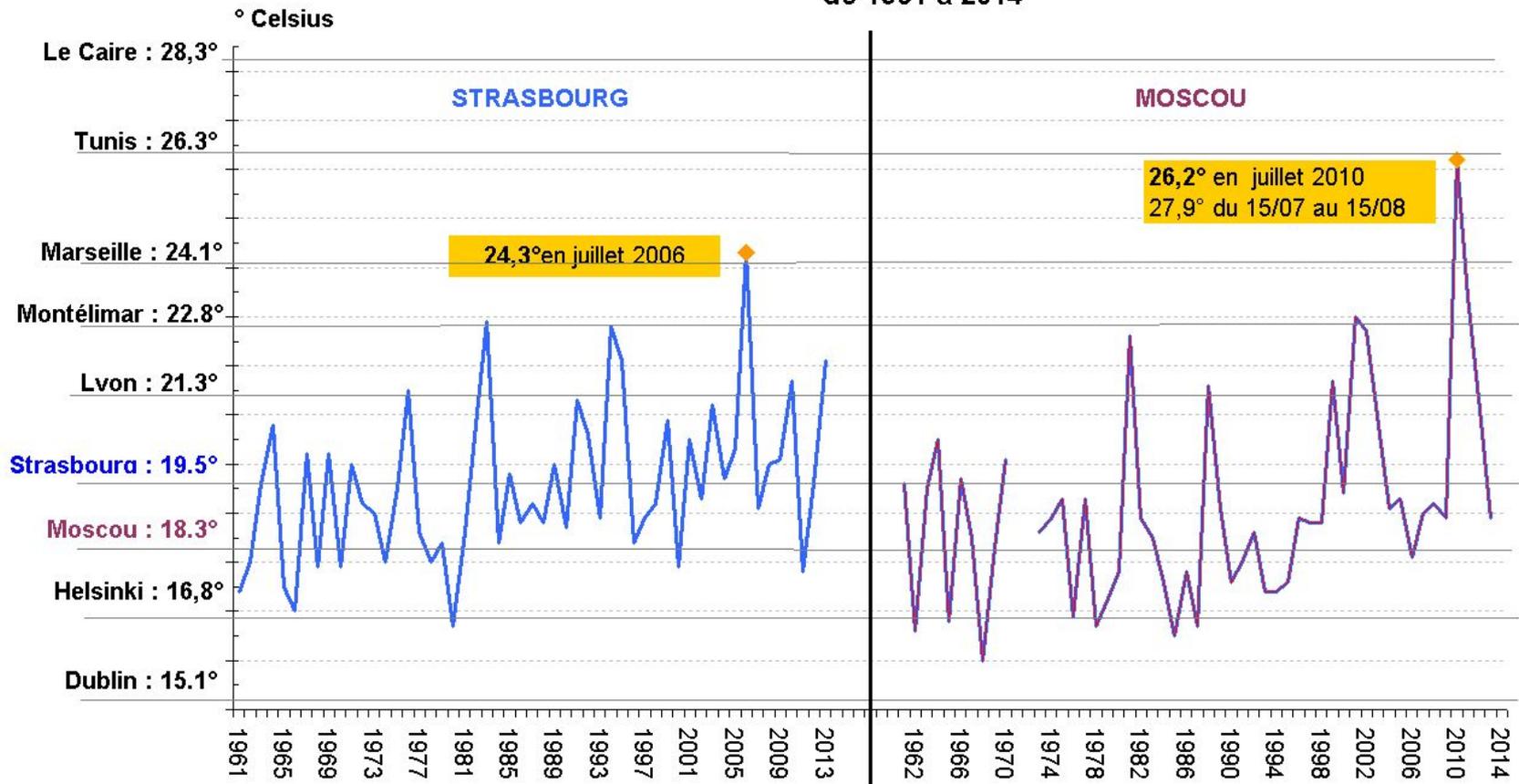


# Juillet 2010 ... en Russie

Normales  
1971-2000

## STRASBOURG / MOSCOU

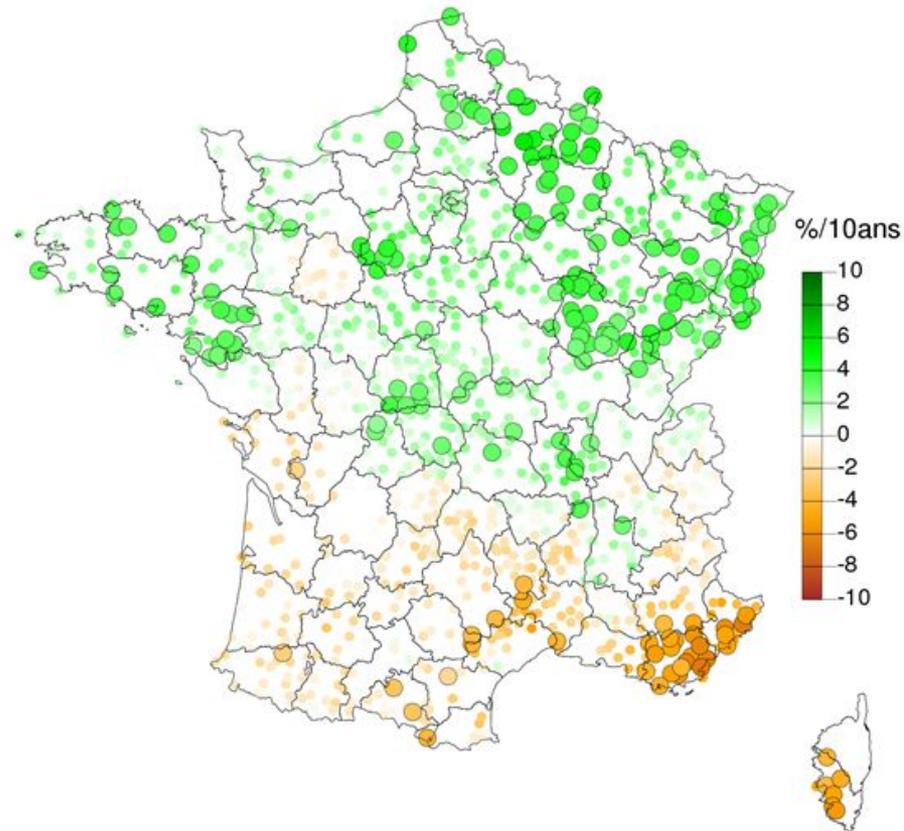
Moyennes de JUILLET  
de 1961 à 2014



# Evolution des précipitations annuelles en France 1959 - 2009

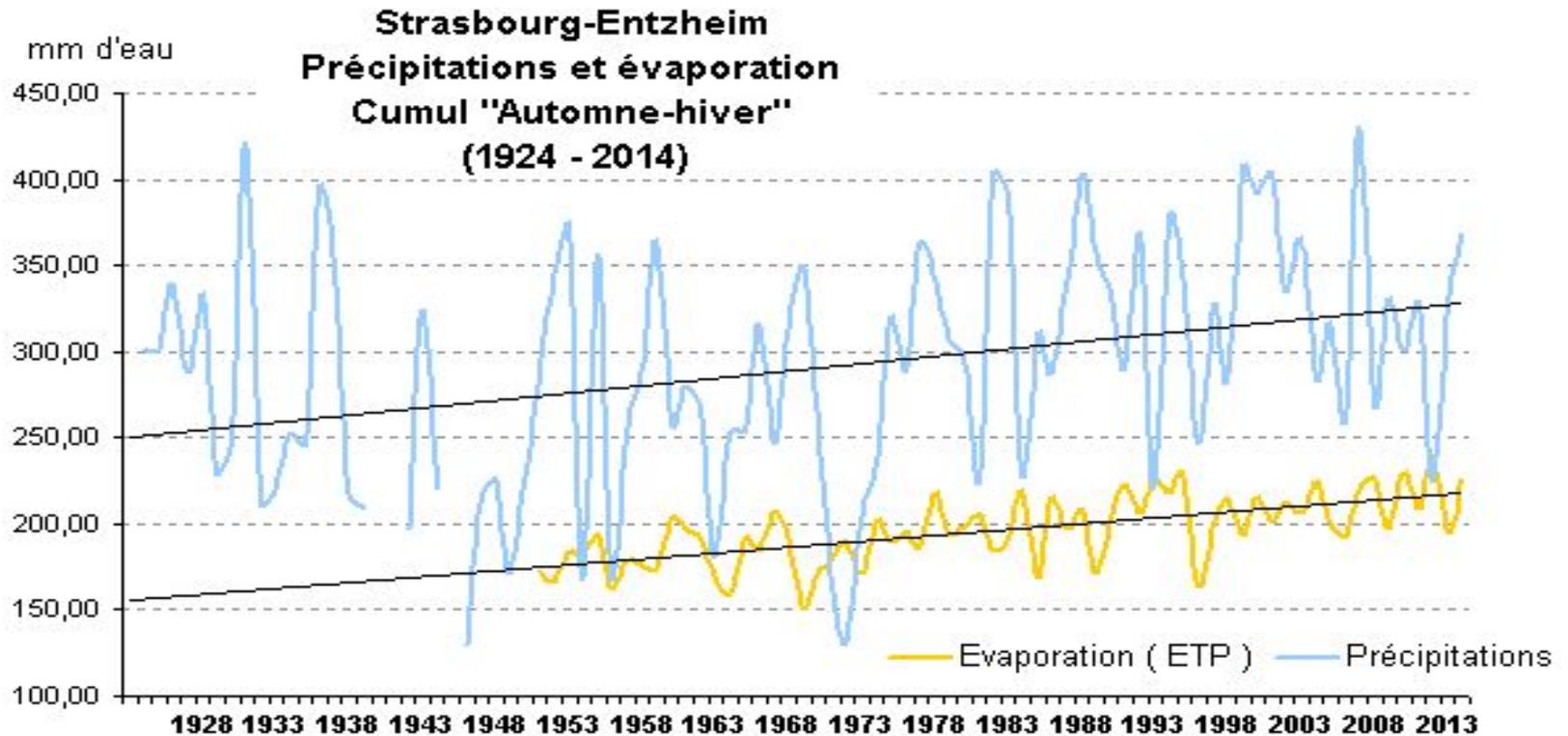
RR (1959-2009)

Quelques repères	Normales annuelles en mm
Colmar	580
Strasbourg	632
Mulhouse	754
Lyon	843
Montélimar	924
Nice	803



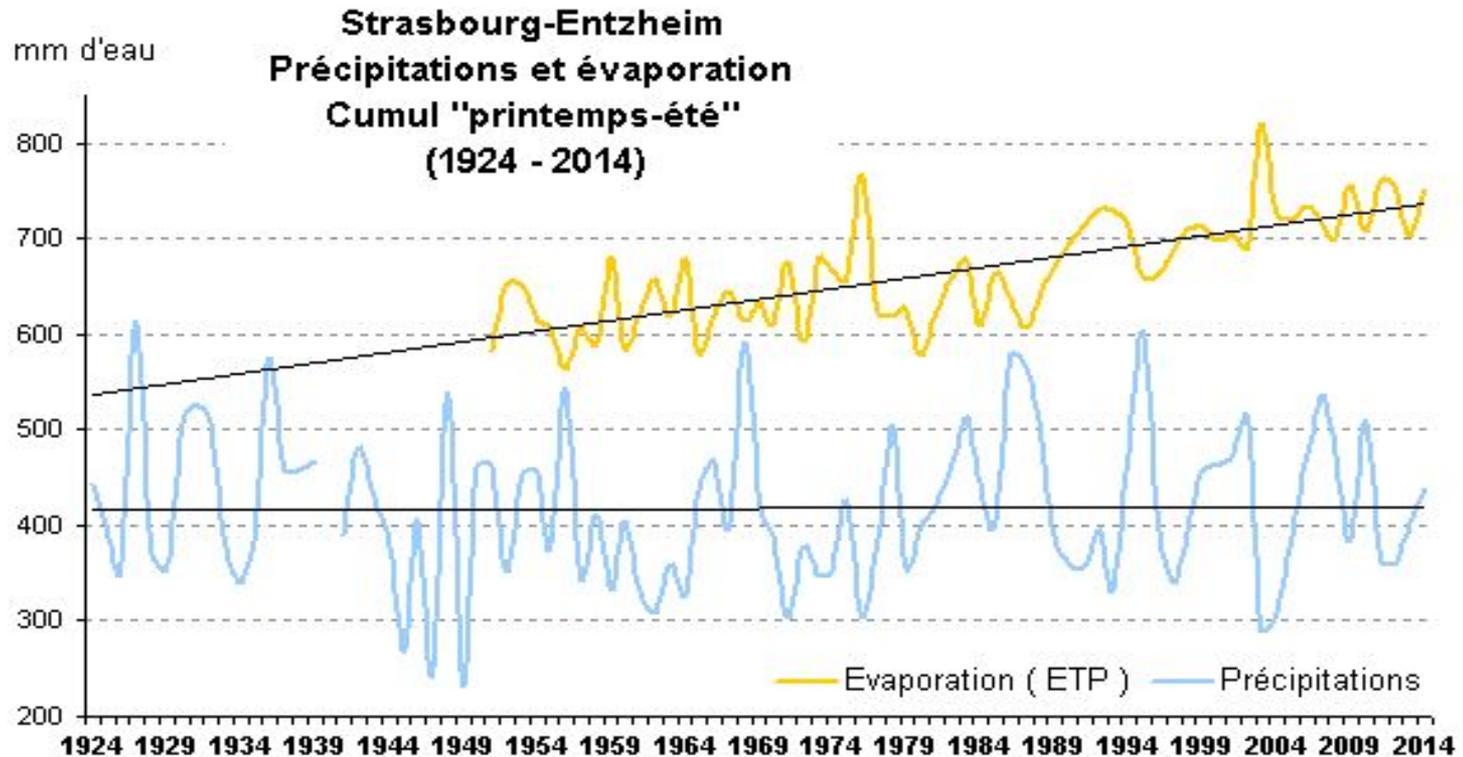
L'augmentation des précipitations dans le Nord-Est est significative

# Evolution des précipitations et de l'évaporation (ETP)



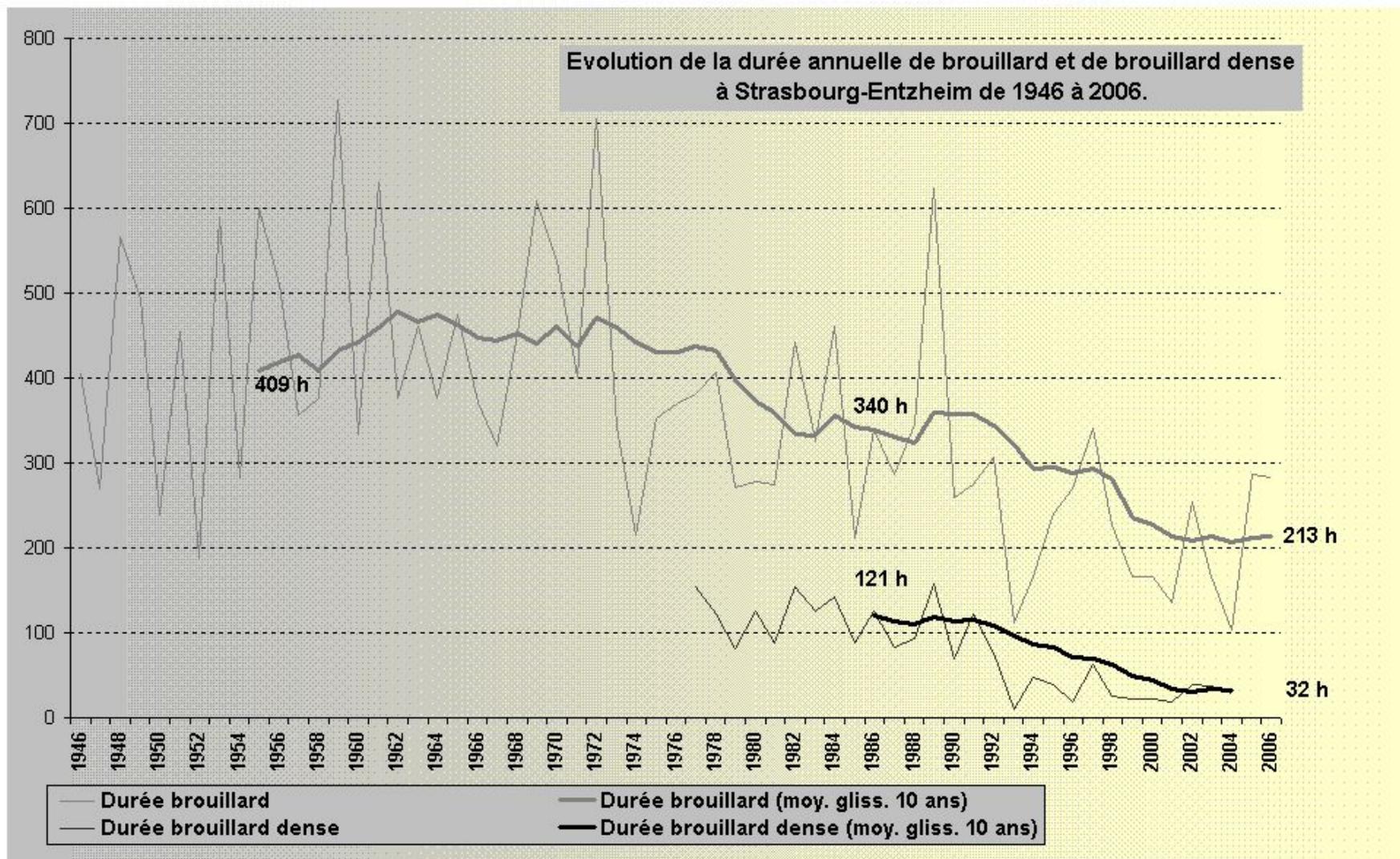
L'automne-hiver devient un peu plus humide.

# Evolution des précipitations et de l'évaporation (ETP)



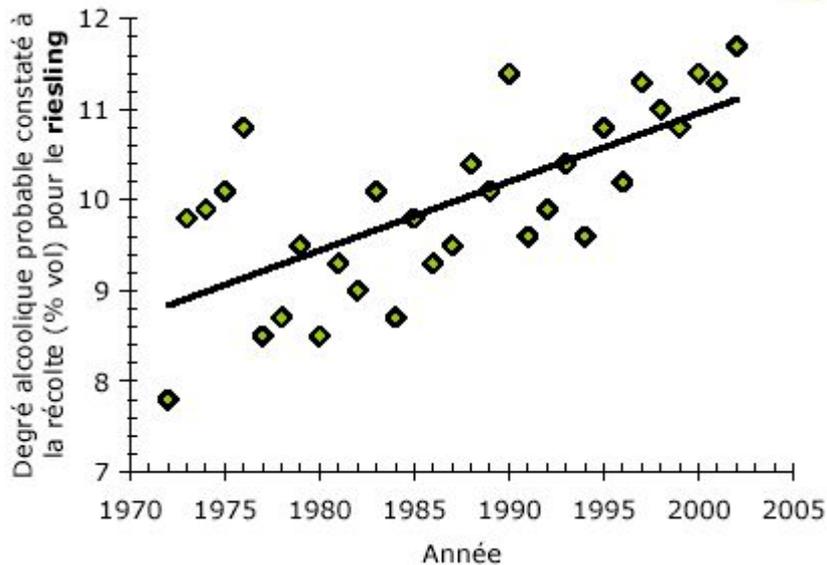
**Le printemps-été devient plus sec.**

# Evolution des brouillards

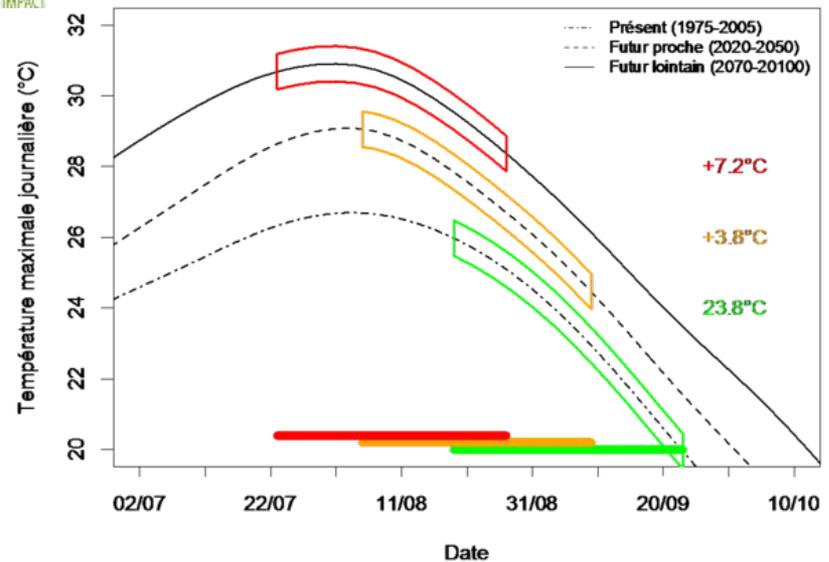


# ... ce qui impacte la qualité des vins

Augmentation du degré d'alcool  
(Riesling)



Double réchauffement : du climat et par  
avancement de la période de maturation.  
(Gewurztraminer)



La teneur en alcool et l'équilibre aromatique sont en pleine évolution pour les cépages alsaciens.

# Les micro-climats menacés, l'exemple du Sauternes

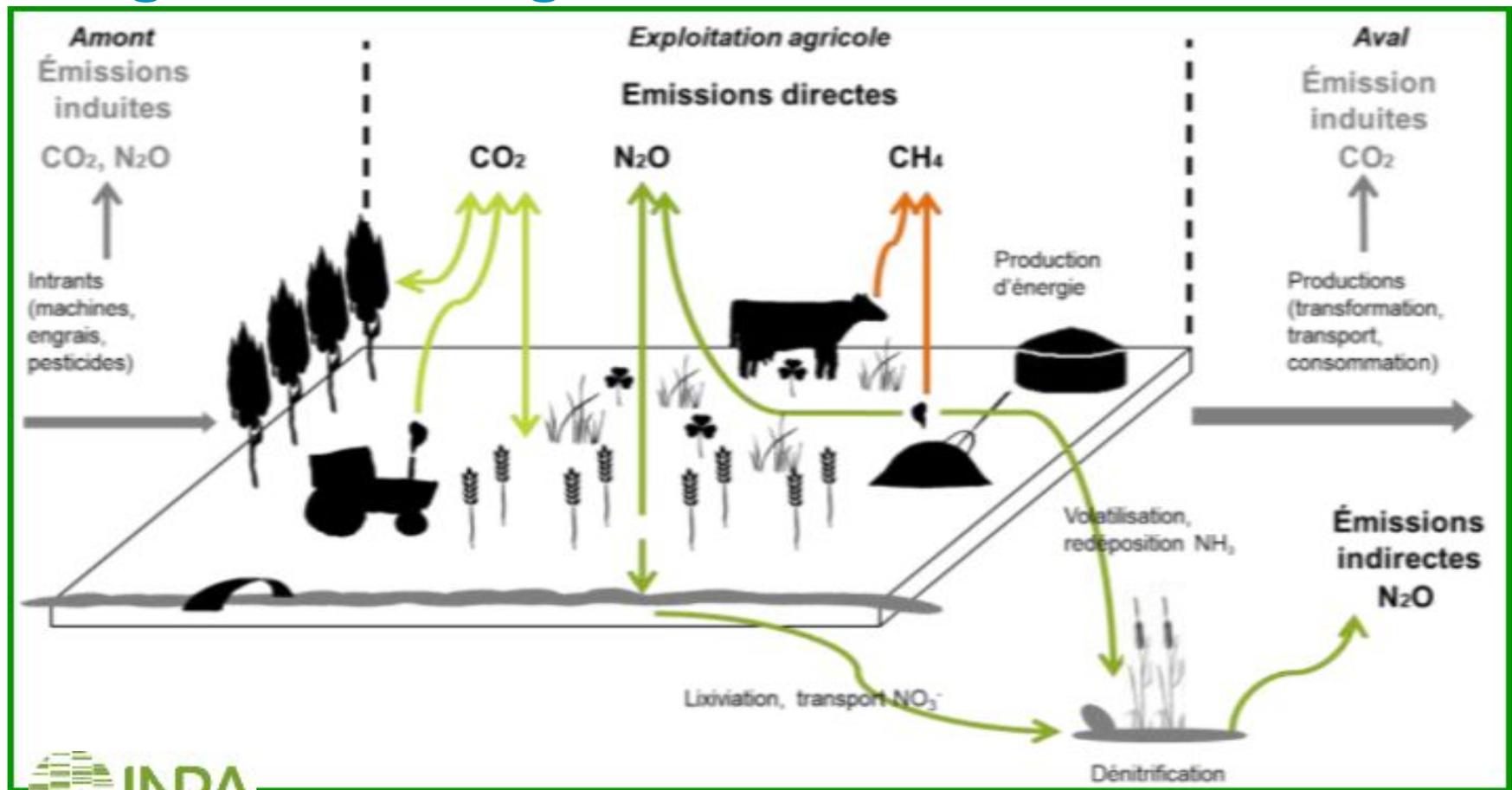
Lors de la période de maturation des raisins à Sauternes :

- 1 ) Les eaux froides du Ciron engendrent des brouillards le matin qui précèdent de belles après-midi chaudes et ensoleillées.
- 2) Ces brouillards favorisent le développement en pourriture noble des raisins (grâce au champignon botrytis cinerea)
- 3) La spécificité du micro-climat (alternance et contraste matin / après-midi) provoque un développement particulier de cette pourriture noble qui, au final, confère au vin de Sauternes sa typicité qui fait sa réputation.

**Ce micro-climat sera-il bouleversé (par ex. eaux du Ciron moins froides) que la typicité aromatique du Sauternes s'en trouvera menacée.**

# Gaz à Effet de Serre

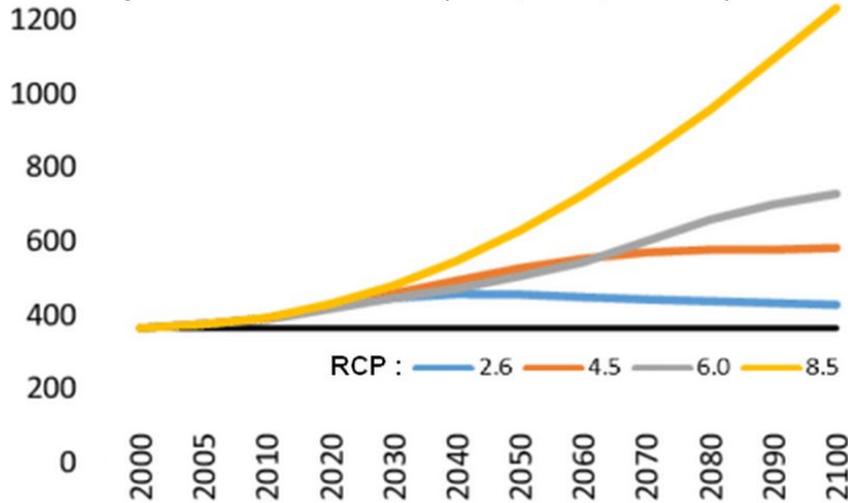
## Agriculture / Agro-alimentaire / Alimentation



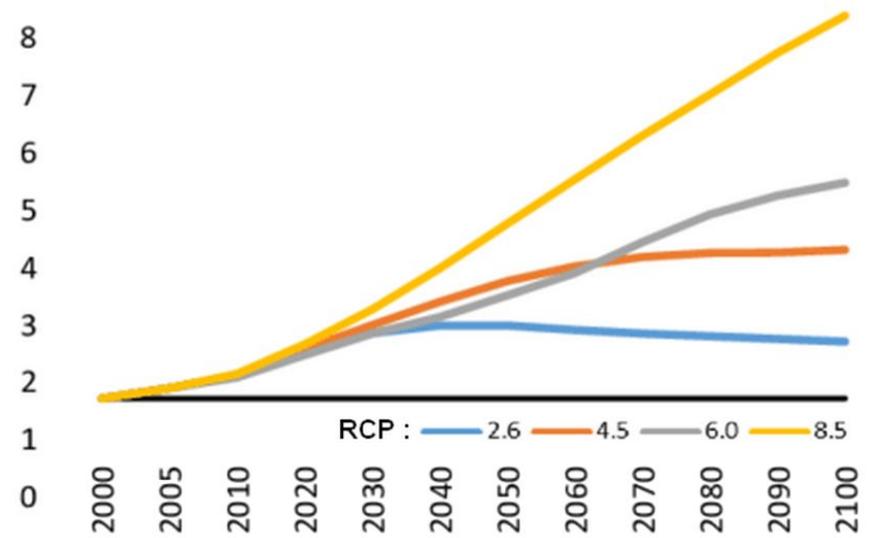
En France, contribution estimée à 20 % du total des GES  
dont : 51% pour le  $\text{N}_2\text{O}$  - 41% pour le  $\text{CH}_4$  - 8% pour le  $\text{CO}_2$

# Les scénarios RCP de gaz à effet de serre et les réchauffements correspondants

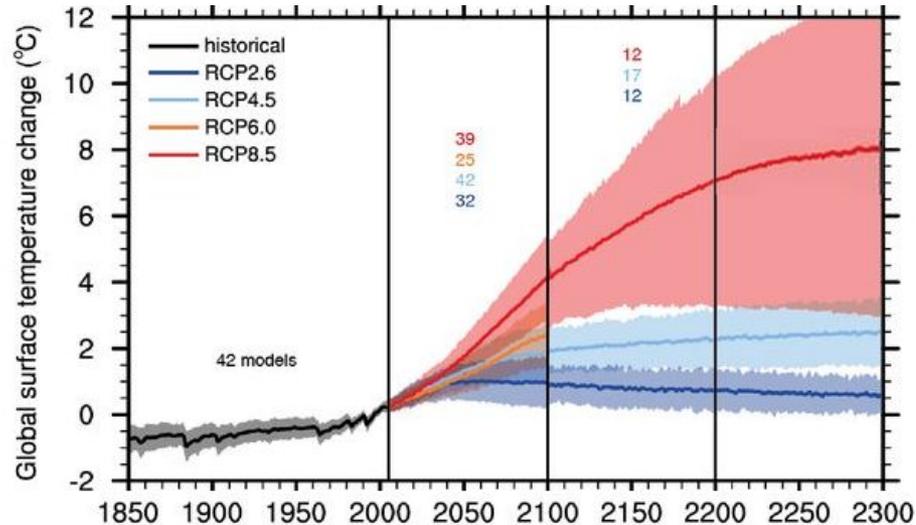
Concentration en équivalent CO2 (ppm) pour tous les G.E.S (CO2, CH4, N2O ...)



Forçage radiatif total (en watt/m2)



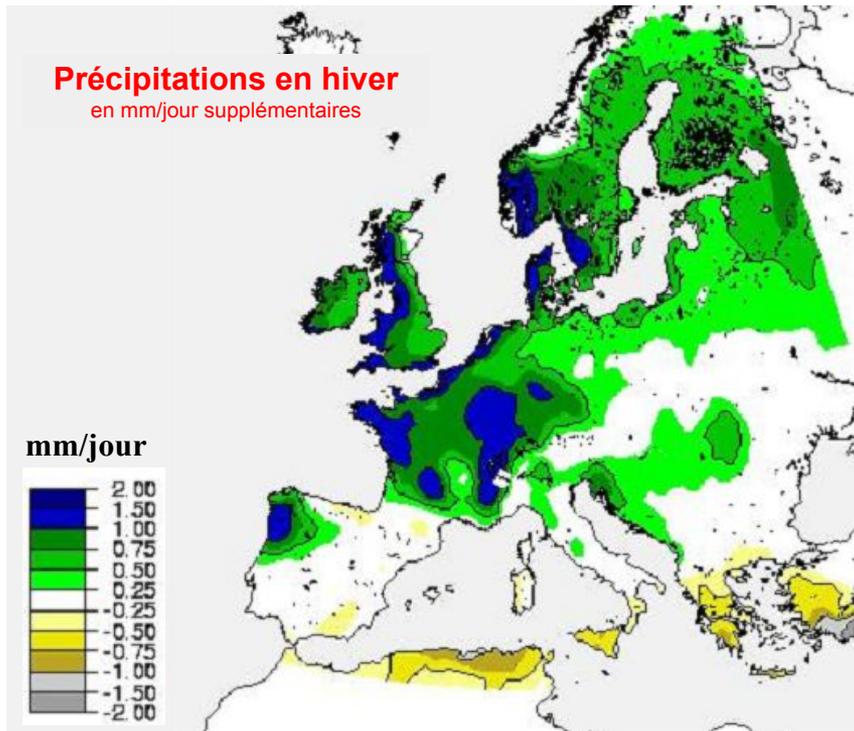
RCP : Representative Concentration Pathway



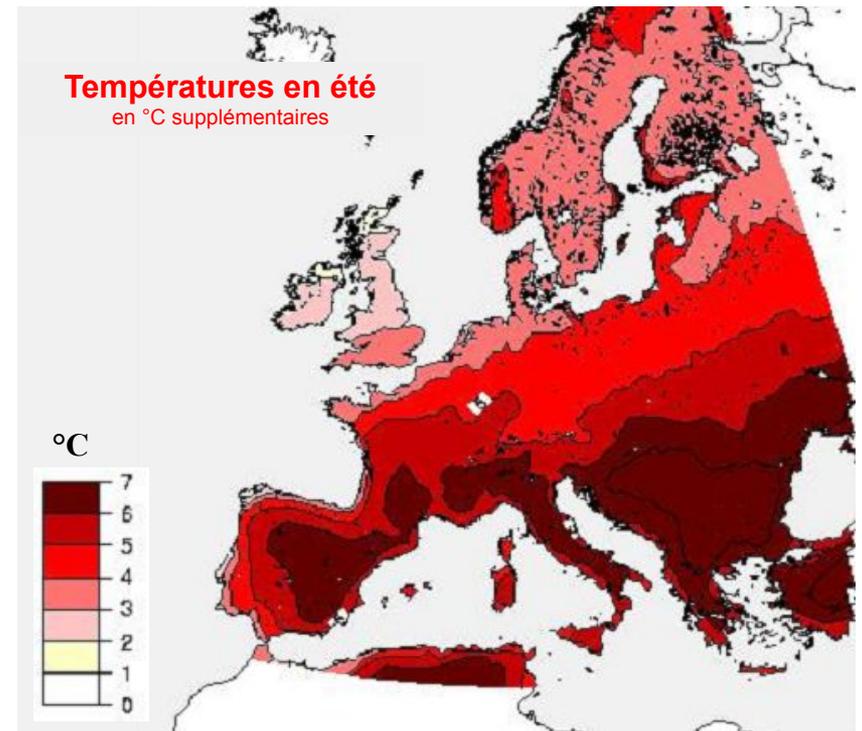
# Quid des saisons ?

## Scénario A2 ( proche du RCP 8.5) du GIEC.

Des hivers plus doux et plus humides

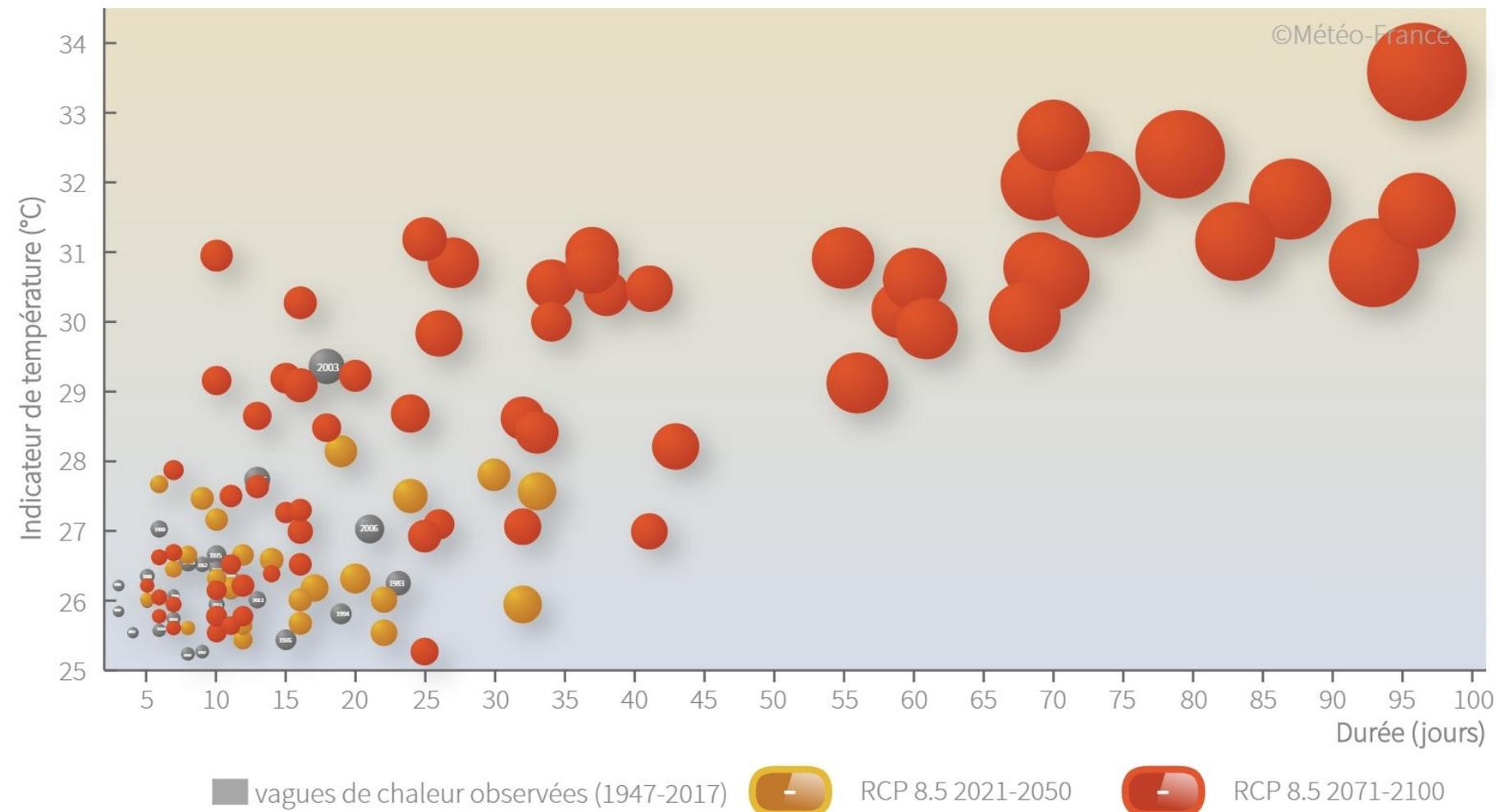


Des étés plus chauds et plus sec



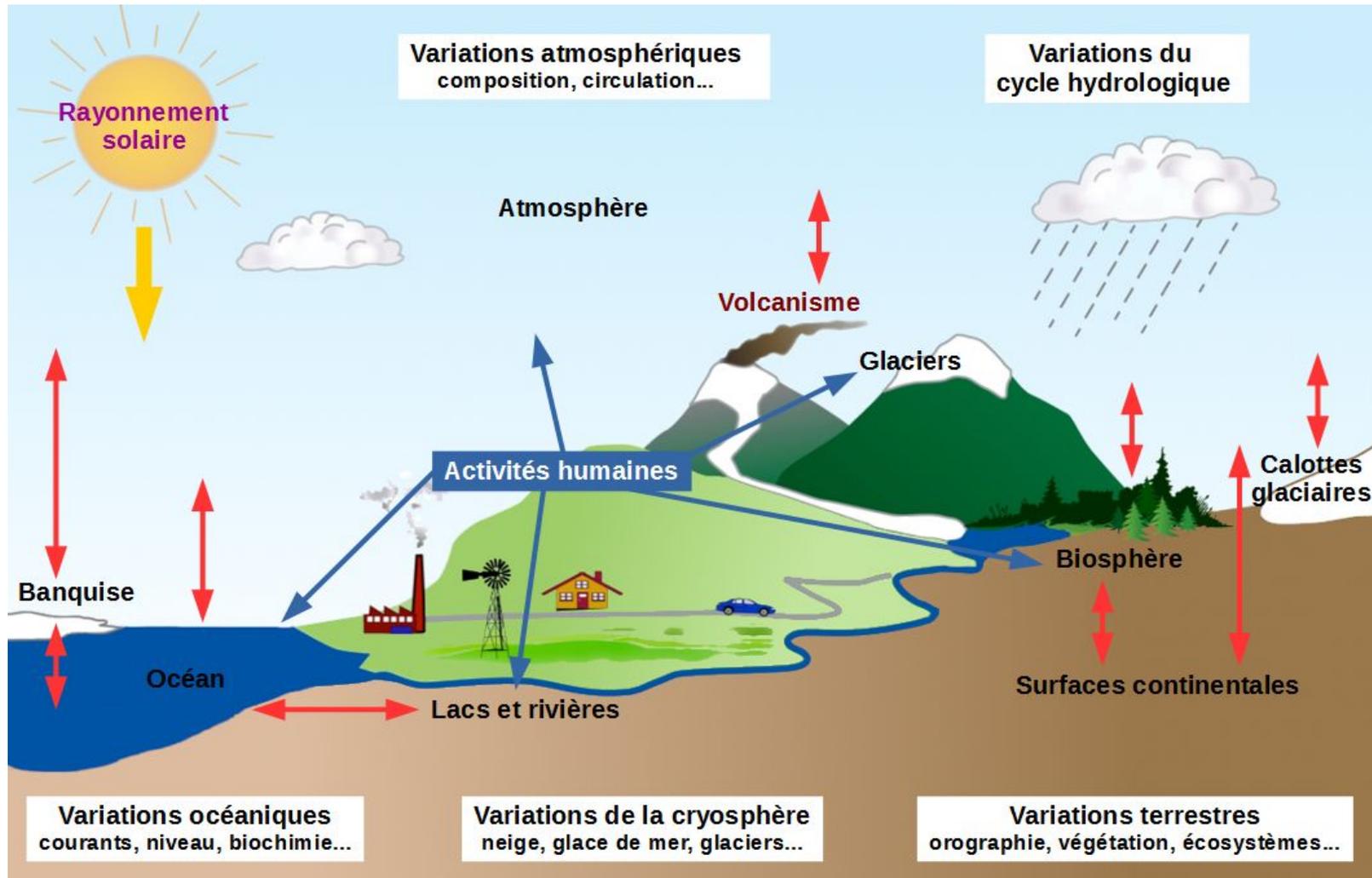
# Vagues de Chaleurs

## Projections du scénario RCP 8.5



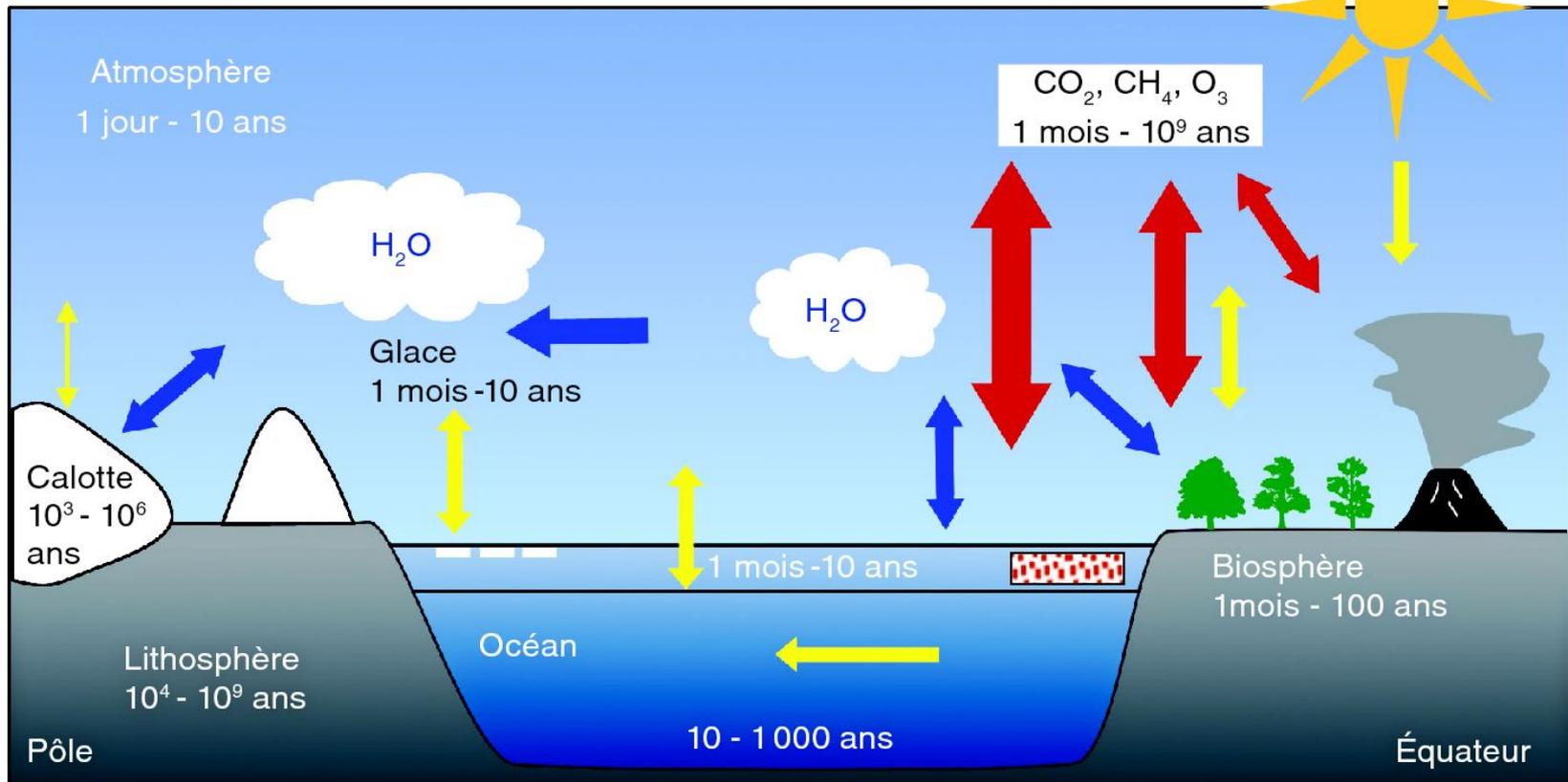
Source : [Climat HD](#)

# Le système climat

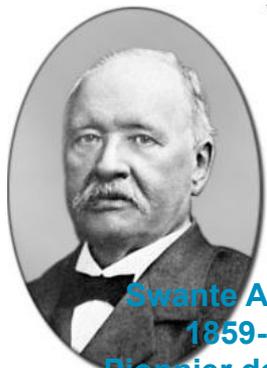


# Superposition de nombreux cycles ayant des échelles de temps différentes

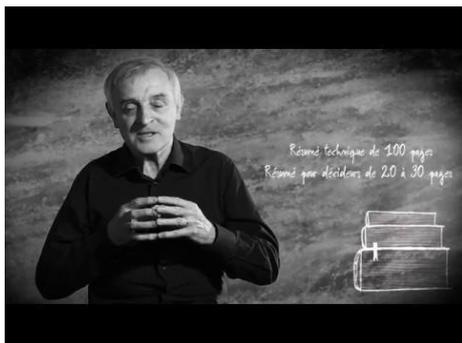
- ↔ Échanges d'énergie
- ↔ Échanges d'eau
- ↔ Échanges de carbone



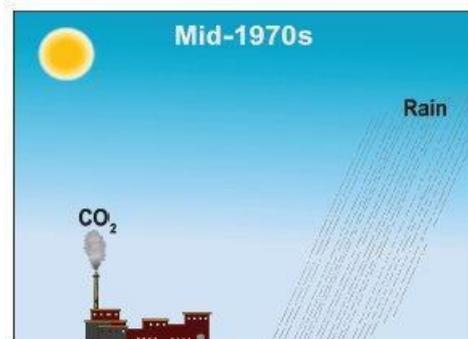
# Intégration des processus dans les modèles, un travail titanesque !



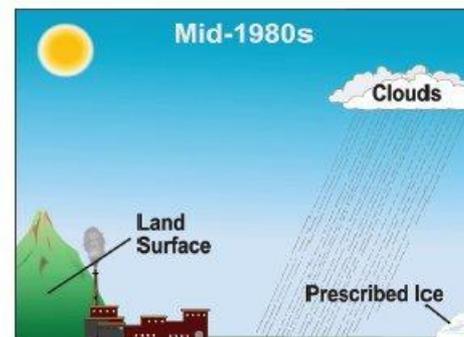
**Svante Arrhenius**  
1859-1927  
Pionnier de l'effet de  
(serre) atmosphérique,  
fin du 19 siècle.



Le GIEC, c'est quoi ?



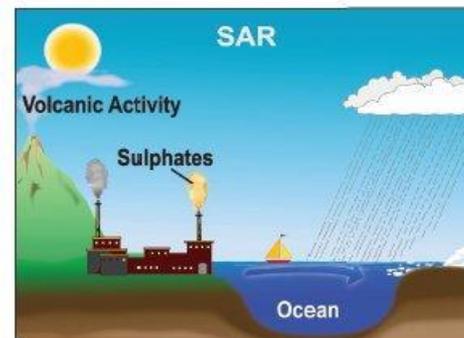
GIEC  
1990



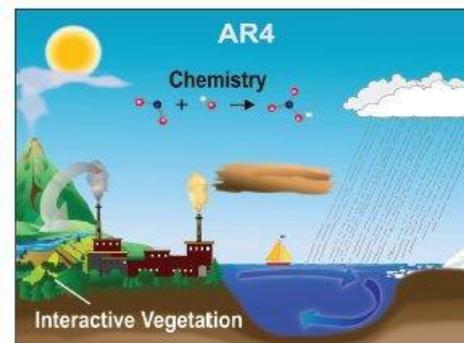
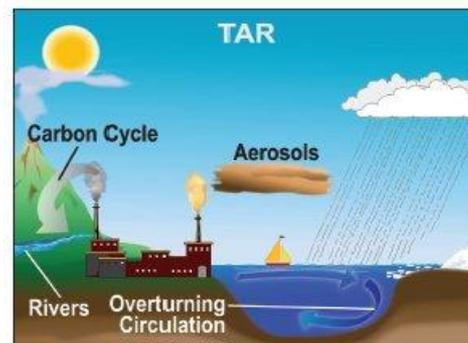
GIEC  
1995



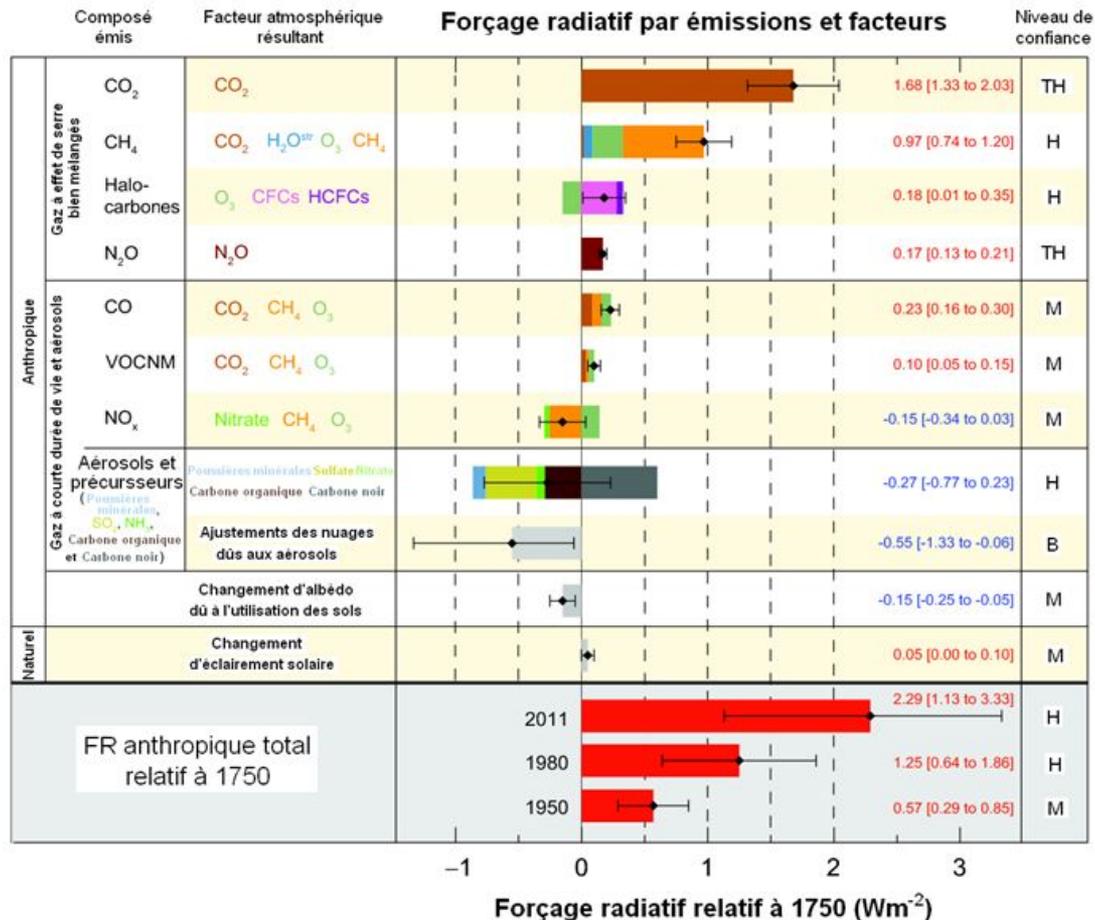
GIEC  
2001



GIEC  
2007, 2013

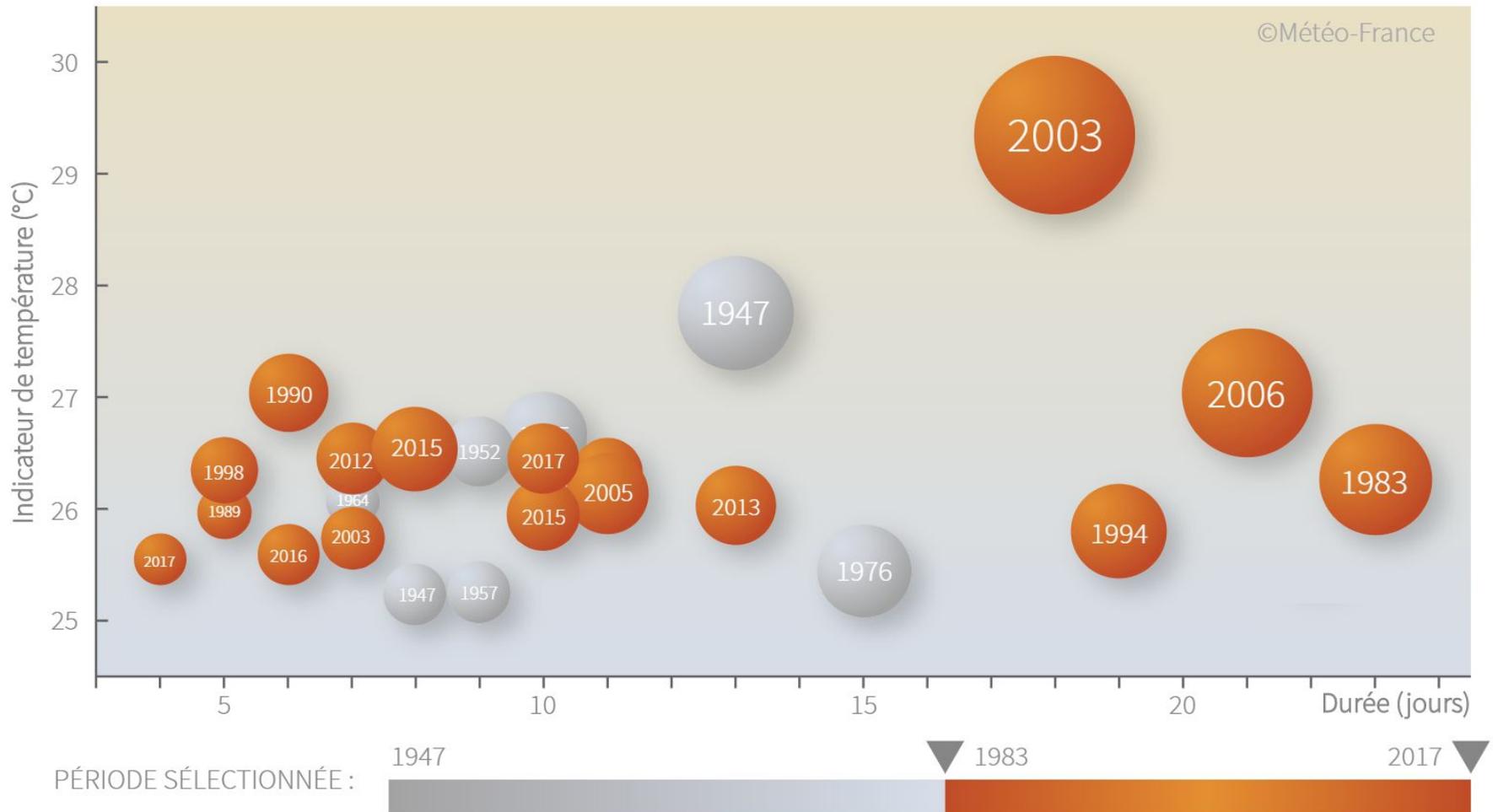


# Action des GES et Aérosols



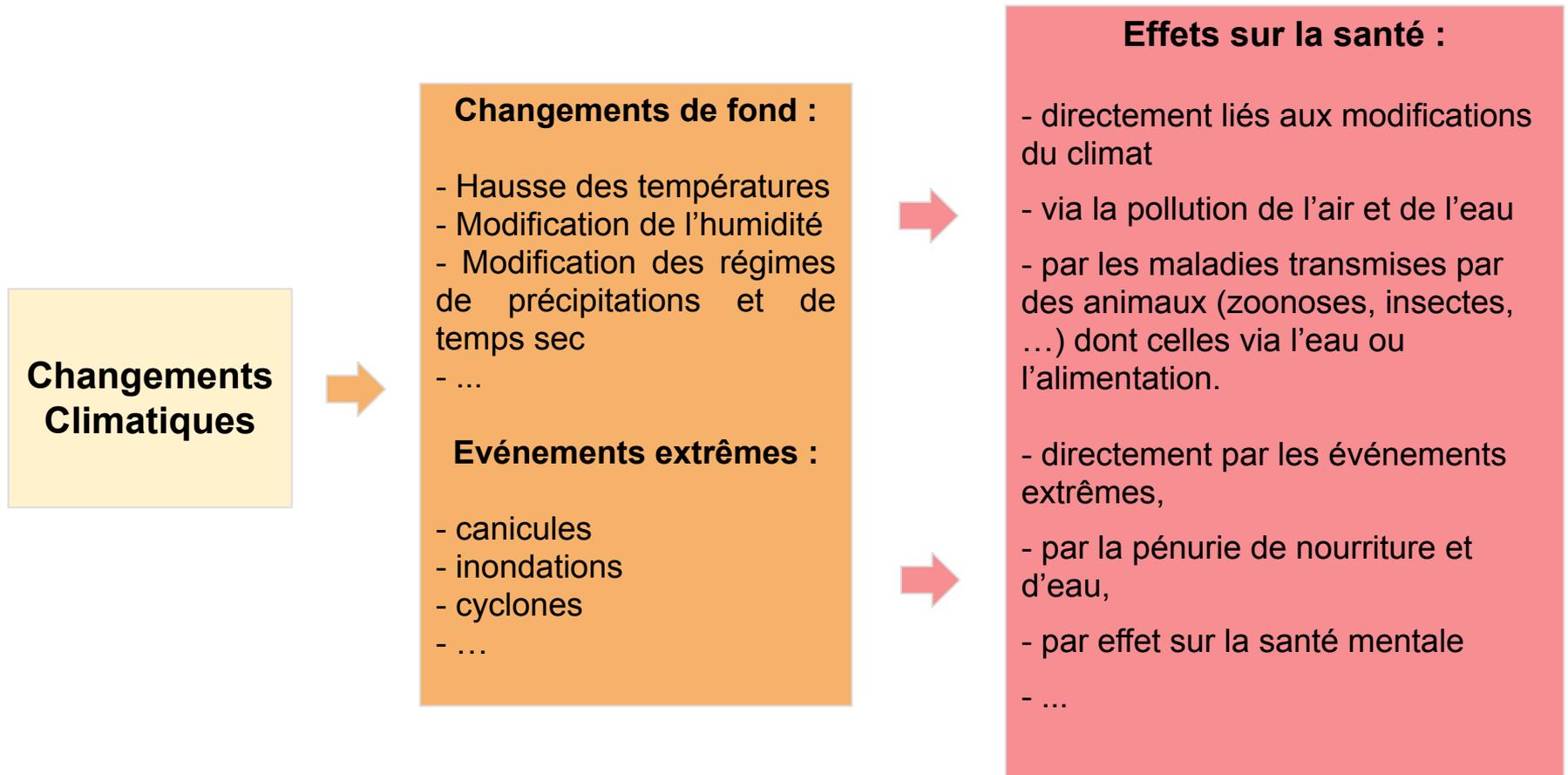
Les Gaz à Effet de Serre provoquent durablement le réchauffement.  
 Les aérosols (humains ou volcaniques) freinent temporairement le réchauffement.

# Principales vagues de chaleurs jusqu'à présent.

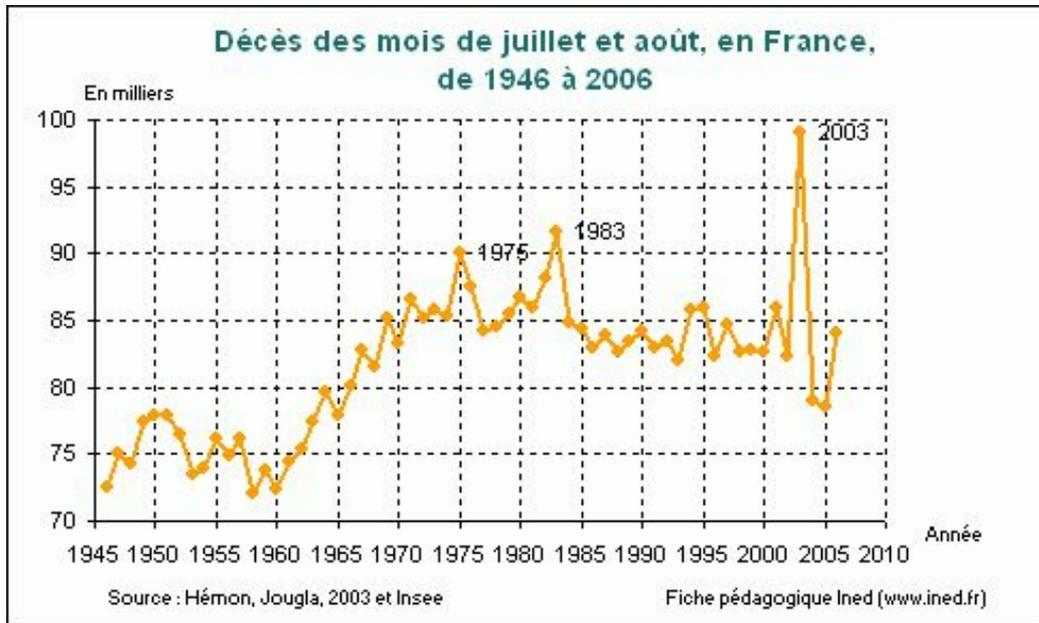


Source : [Climat HD](#)

# Changement climatique et impacts sur la santé



# L'impact des vagues de chaleurs et canicules sur la santé



La canicule de 2003 ➡ + 15000 morts en France  
+ 70 000 morts en Europe

Dans un contexte de réchauffement :  
**baisse de la mortalité due aux vagues de froid,**  
Mais qui ne compense pas les risques pour la santé humaine liés à de fortes chaleurs.

**Risques directs :**

- hyperthermie / coups de chaleur
- maladies cardio-vasculaires
- maladies respiratoires

**Risques indirects :**

- détérioration de la qualité de l'air (ex : pollution à l'ozone)
- développement de nouvelles zoonoses

**Zone de confort thermique** : entre 4°C et 24°C,  
Nombreux indicateurs de "température ressentie"

- Humidex
- Windchill
- Physiological Equivalent Temperature (PET)
- ...

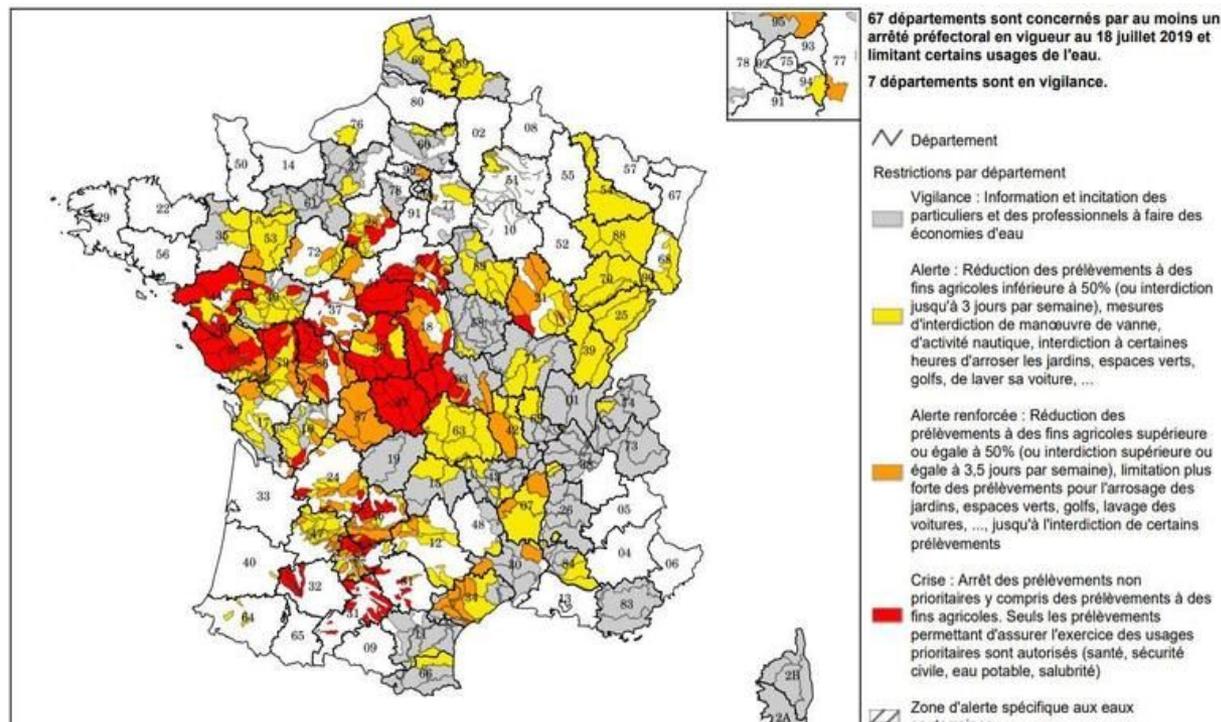
# Modifications de la disponibilité en eau : sécheresses, inondations

## Exemple de restrictions d'eau en juillet 2019

Les sécheresses diminuent la quantité d'eau disponible :

- en eau potable et domestique pour l'homme
- pour l'industrie, l'agriculture, la navigation fluviale
- pour les écosystèmes en général

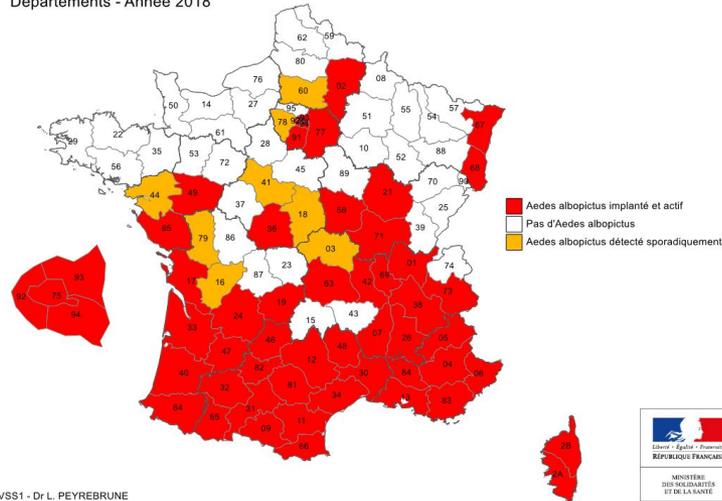
Les inondations peuvent avoir des incidences sur la santé humaine (ex : leptospirose).



# Le développement de nouvelles zoonoses

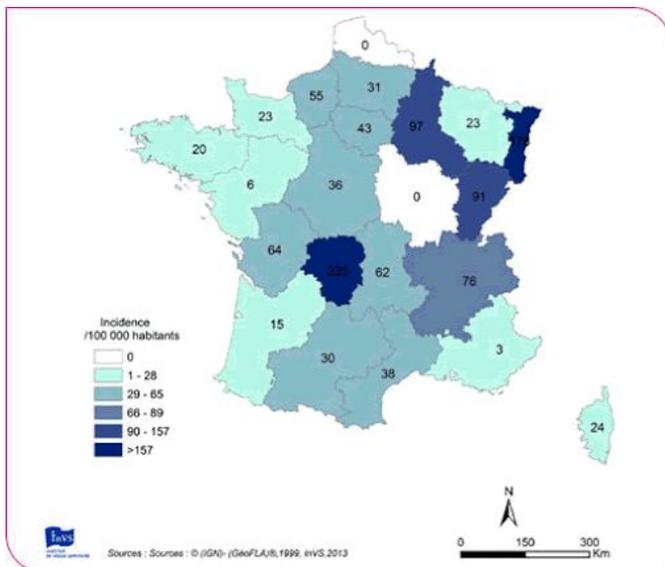
## L'apparition du moustique tigre en France

Niveau de classement "albopictus" des départements de France métropolitaine  
Départements - Année 2018



DGS - VSS1 - Dr. L. PEYREBRUNE

## Maladie de Lyme : l'aire de répartition s'étend



Le développement de nouvelles zoonoses peut être lié à :

- la hausse des températures
- des modifications de la disponibilité de l'eau
- des modifications de l'utilisation des terres, influant sur la biodiversité (ex : modification des zones de vie des chauve-souris).

Leur **transmission** peut être **directe** (grippe aviaire, virus Ebola) ou **indirecte** (maladie de Lyme).

# Allergies et pollens

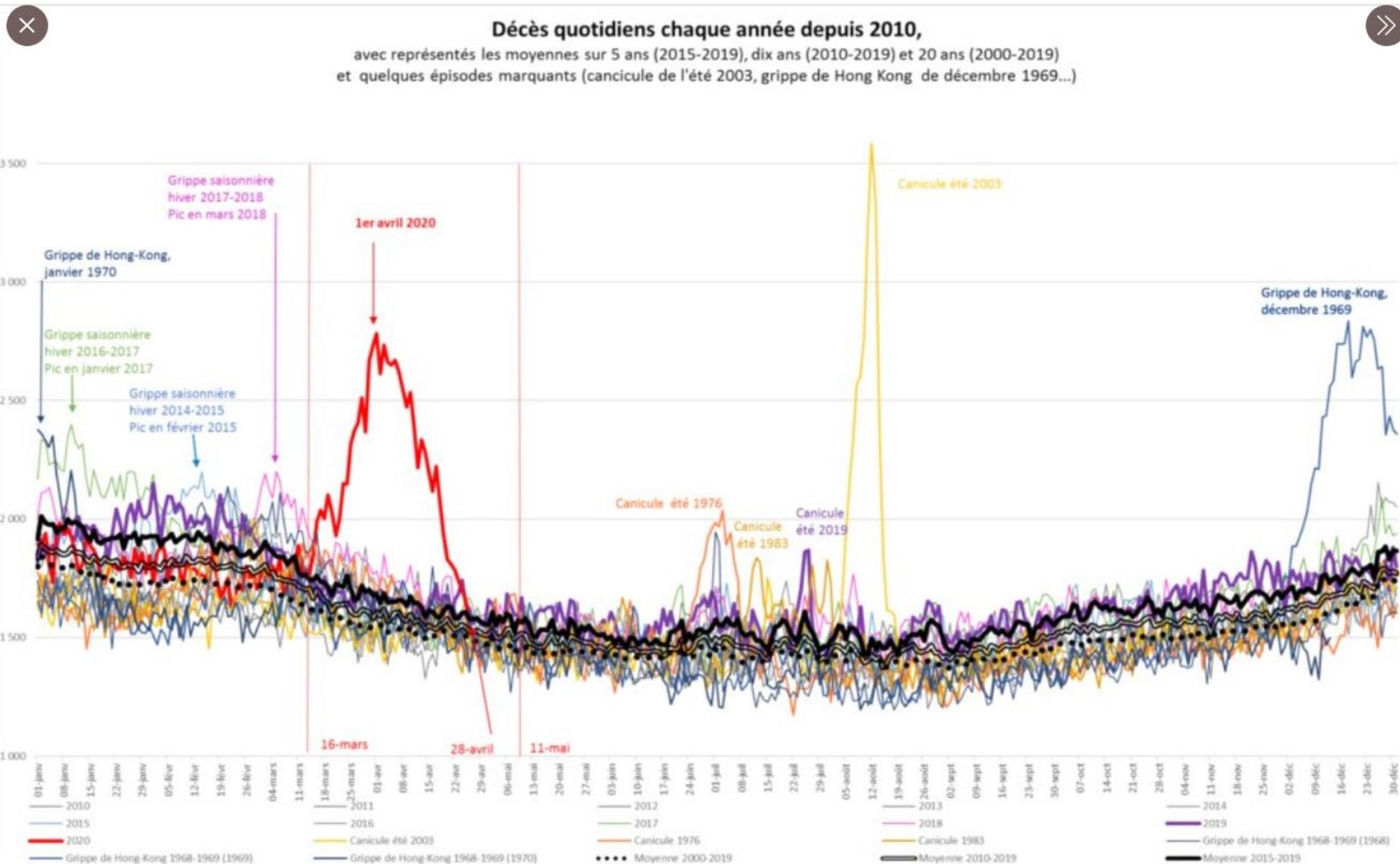
Le réchauffement climatique vient **allonger la période d'allergies** (floraison plus précoce de plantes allergisantes), **et augmenter les quantités de pollens de l'air.**

Il peut aussi **favoriser l'expansion d'espèces invasives** (ex : **ambroisie**).

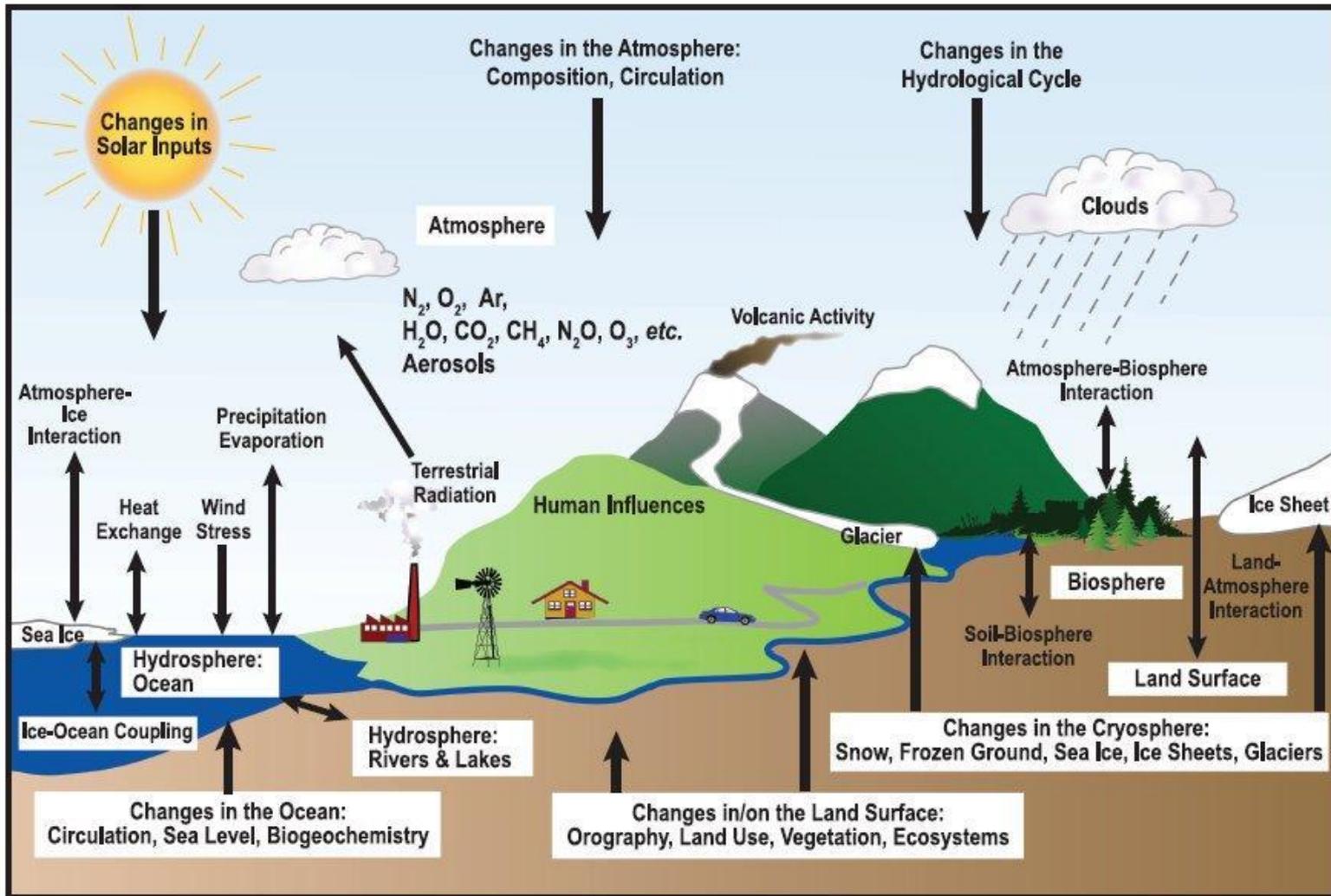


# Evolution annuelle des décès en France : pics d'août 2003 et d'avril 2020

(source INSEE)

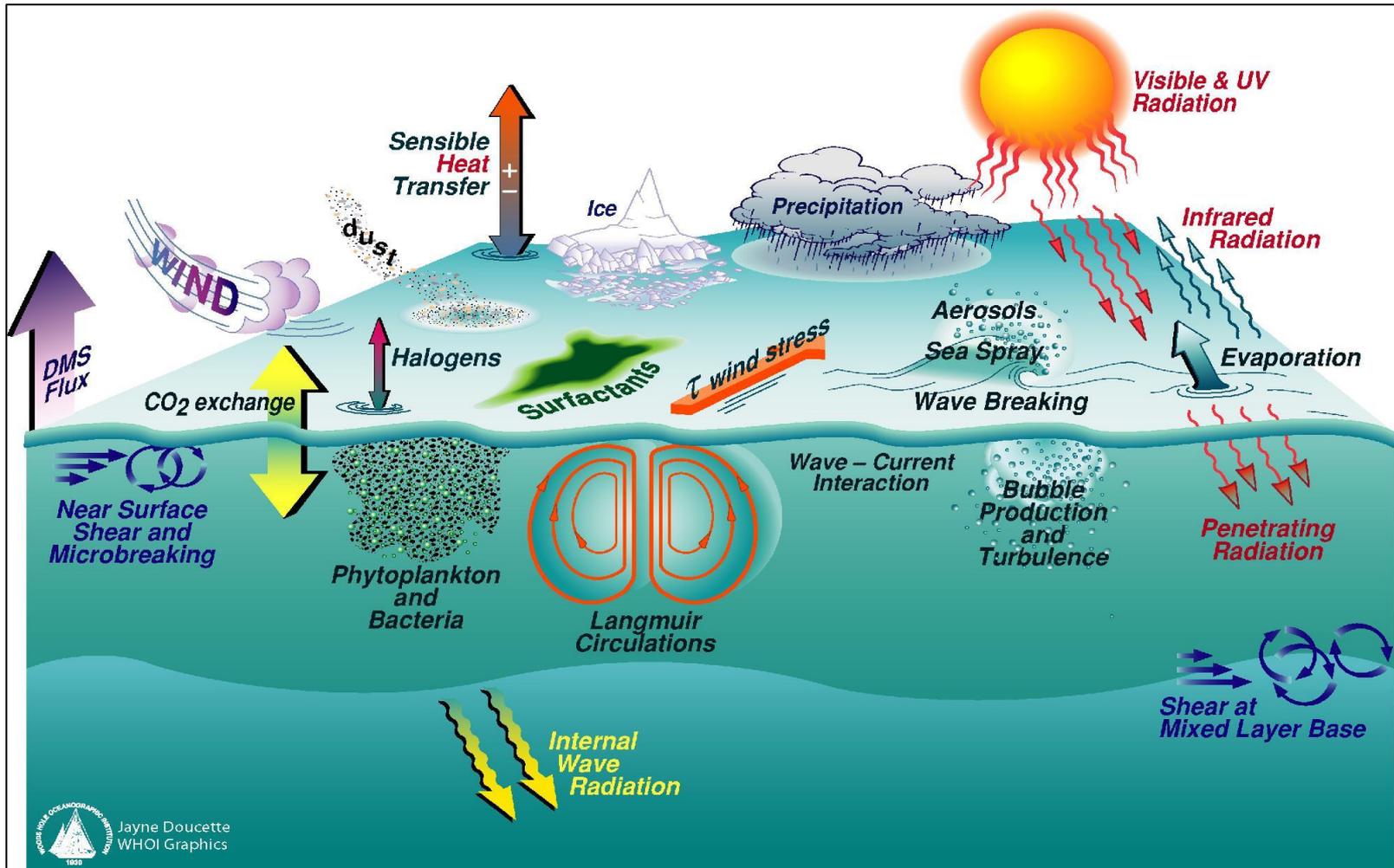


# Le système climat

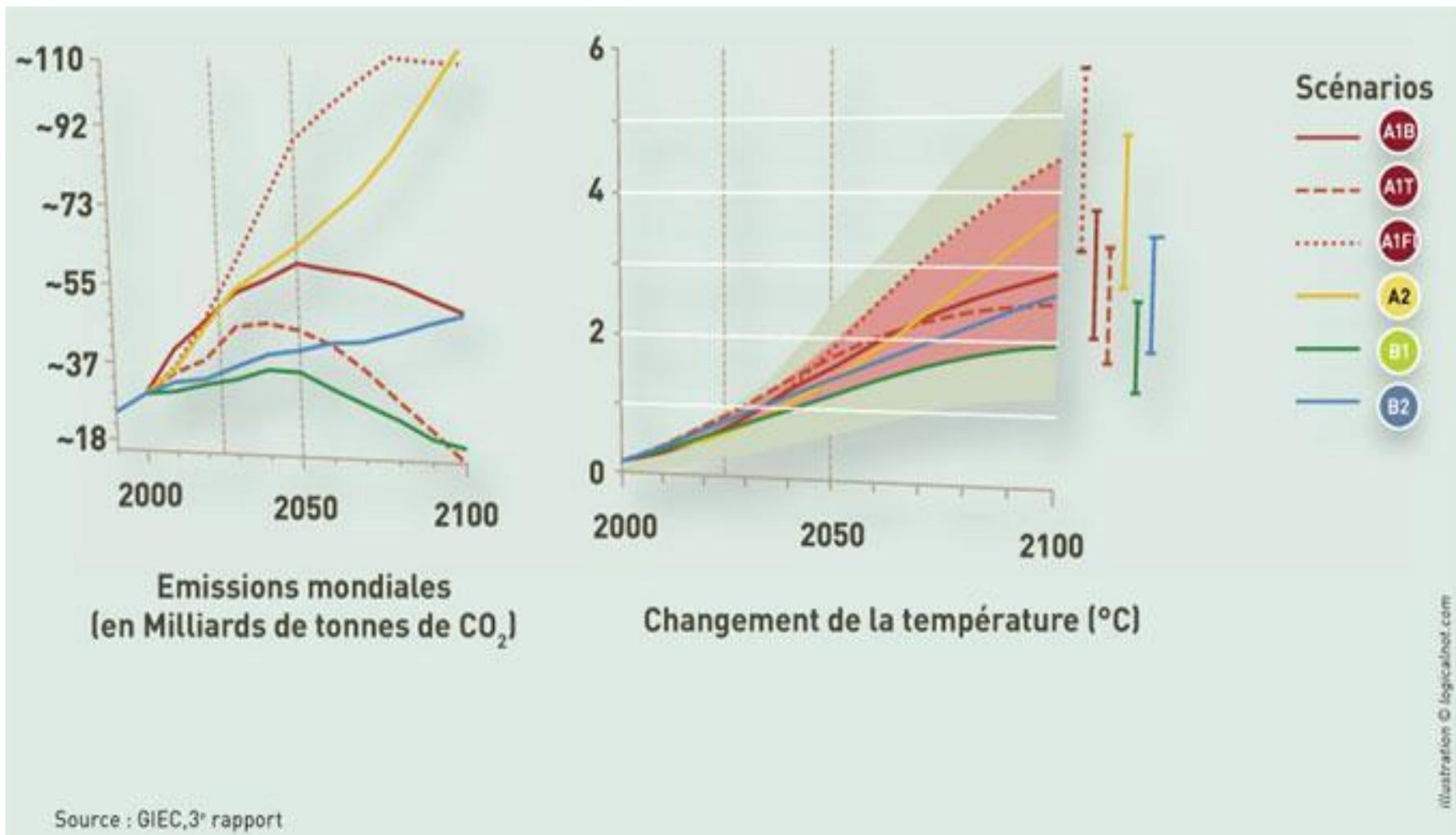


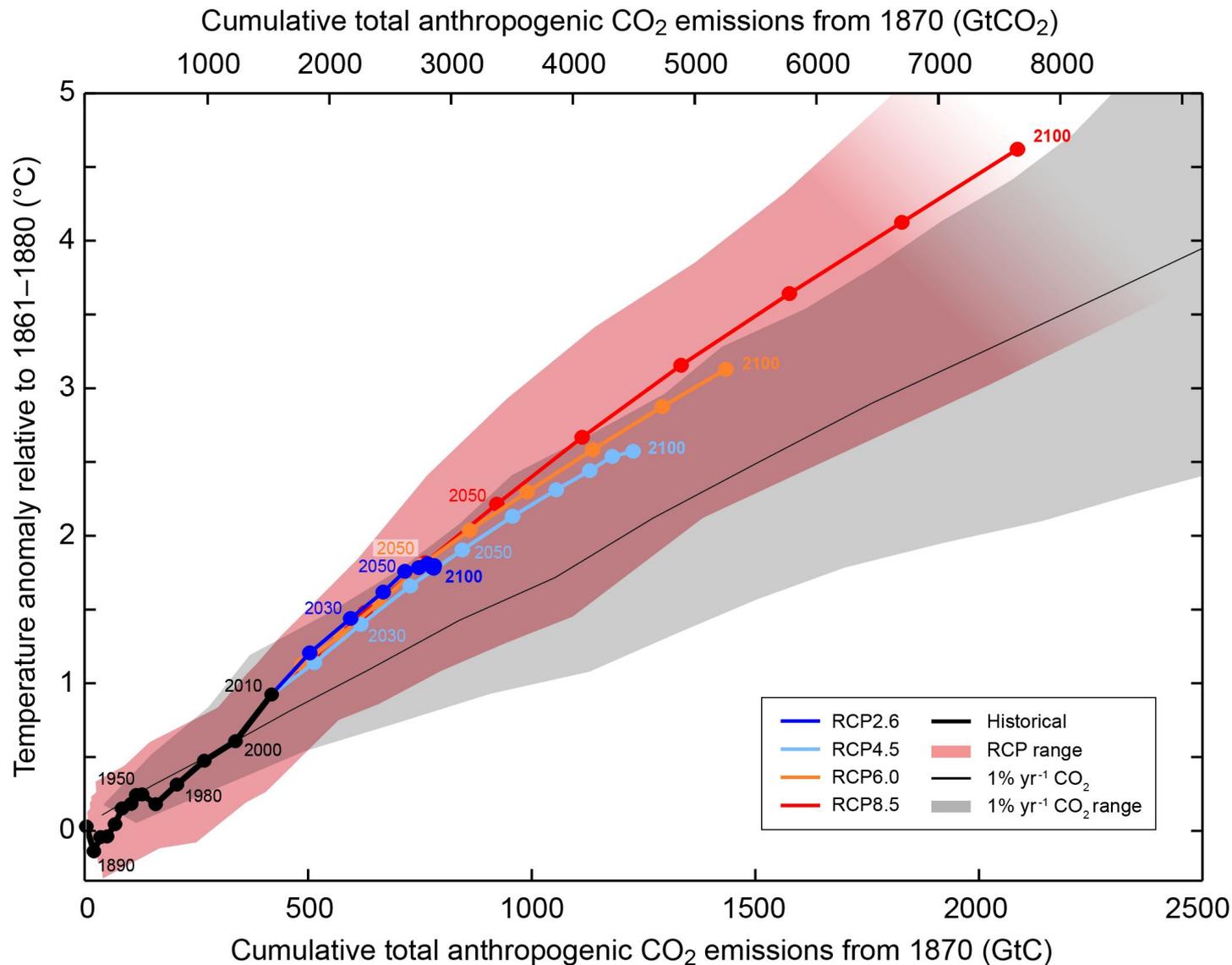
# Interactions Océans – Atmosphère

## Échanges de chaleur, de matière, de mouvement



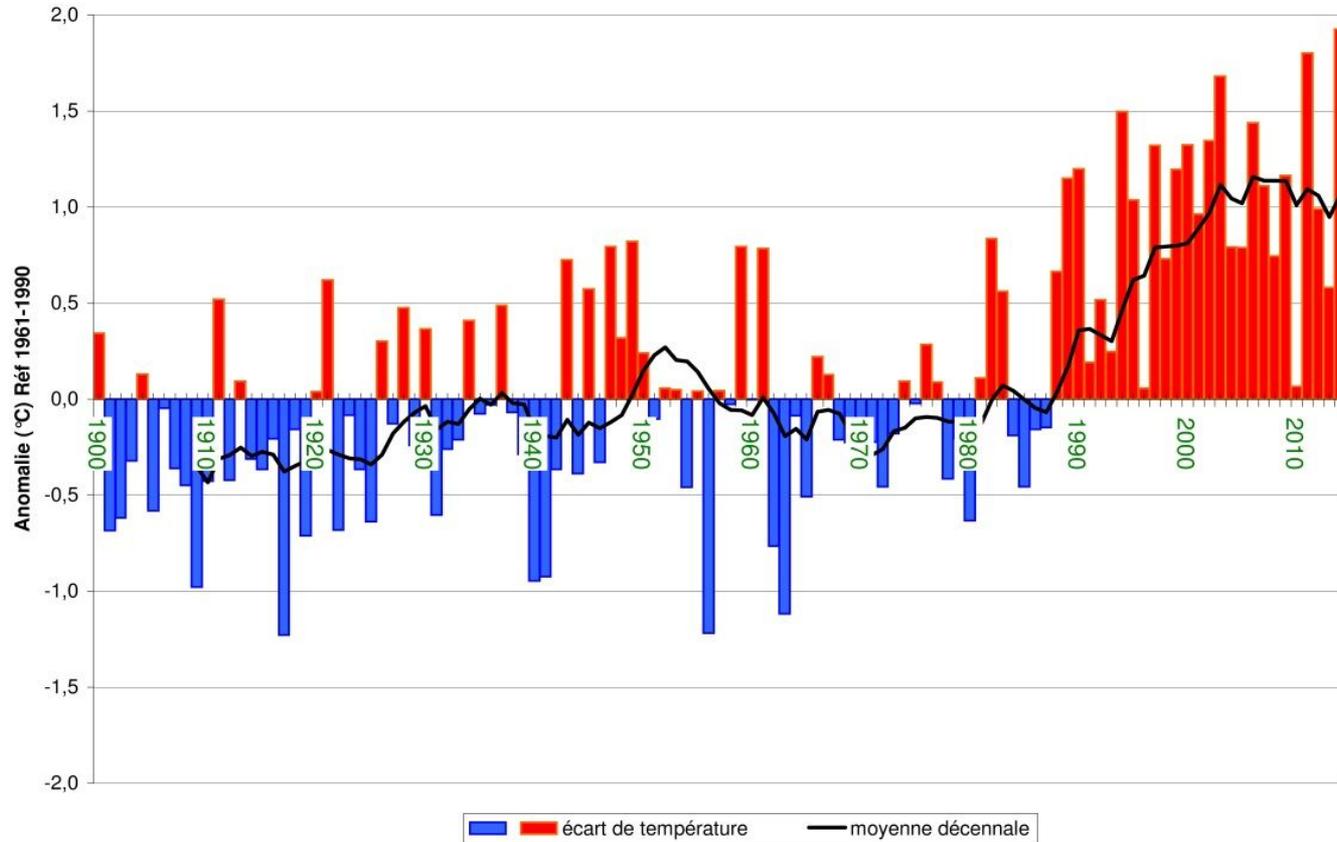
# Les scénarios d'émission de gaz à effet de serre et les réchauffements correspondants





# Projections Climatiques : les scénarios RCP

# Le réchauffement en France



# Avril 2007

**METZ**  
T° moyennes mensuelles d'Avril  
de 1899 à 2019

**Normales**  
1971-2000

