

# CLIMATS PASSÉS ET FUTURS : DE L'ÉCHELLE GLOBALE À L'ÉCHELLE LOCALE

- Évolution du climat passé sur la planète
- Évolution du climat passé en France et dans les Vosges
- Situation actuelle en France et dans les Vosges
- Scénarios futurs pour le climat de la planète
- Scénarios futurs pour le climat de la France et des Vosges

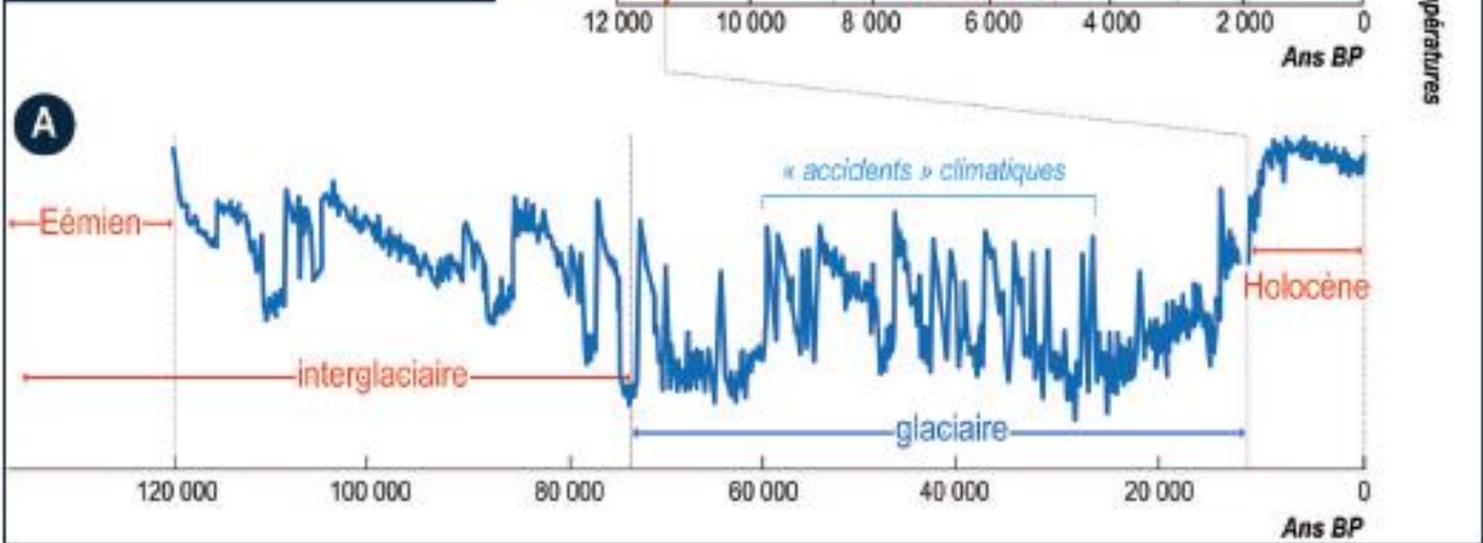
# Retour vers le passé...

**CADRE CHRONOLOGIQUE DE L'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES**

A. Les dernières 120 000 ans

B. Les derniers 12 000 ans

C. Les derniers 2000 ans

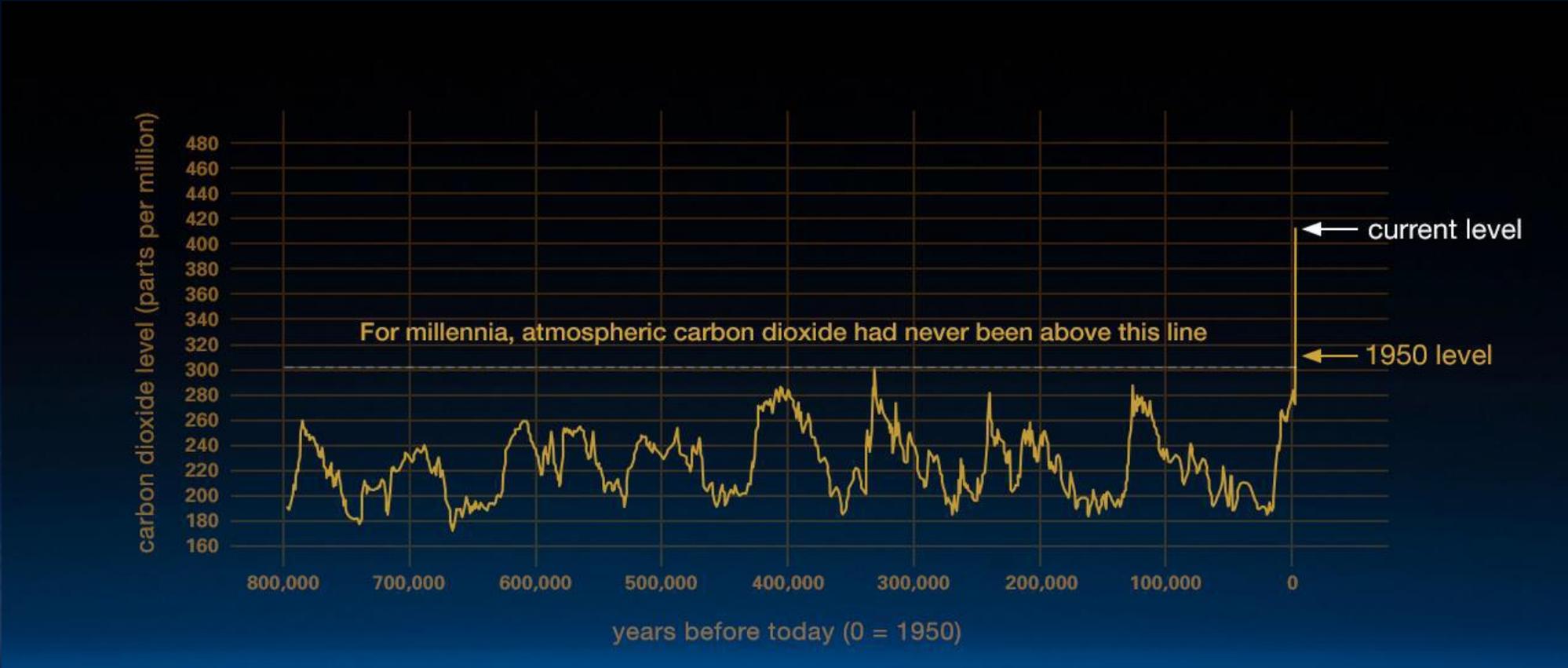


# 5°C de moins, ça donne quoi ?

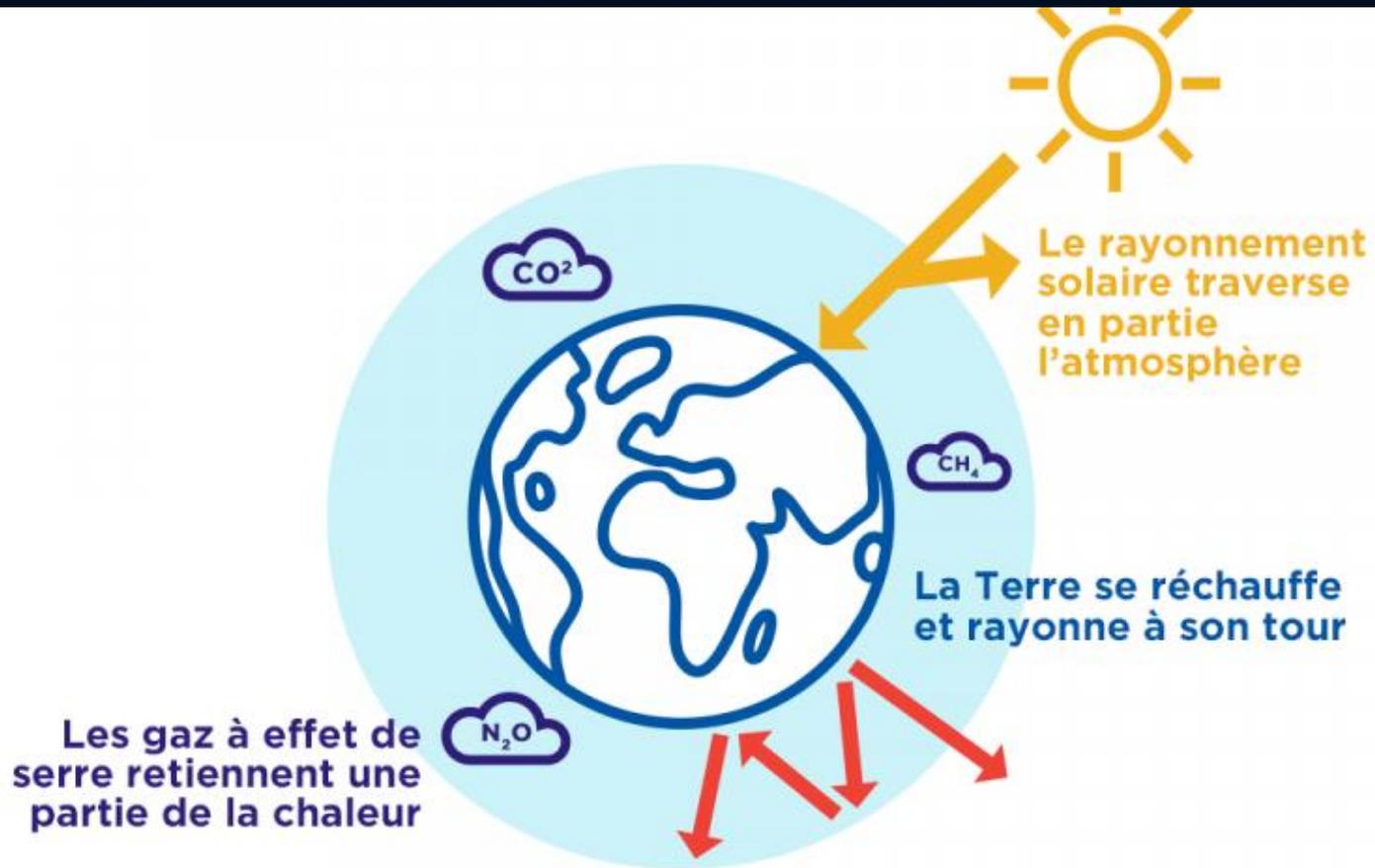


Reconstruction de la calotte  
Eurasienne au dernier maximum  
glaciaire il y a 20 000 ans

# Évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère



# Principe de l'effet de serre



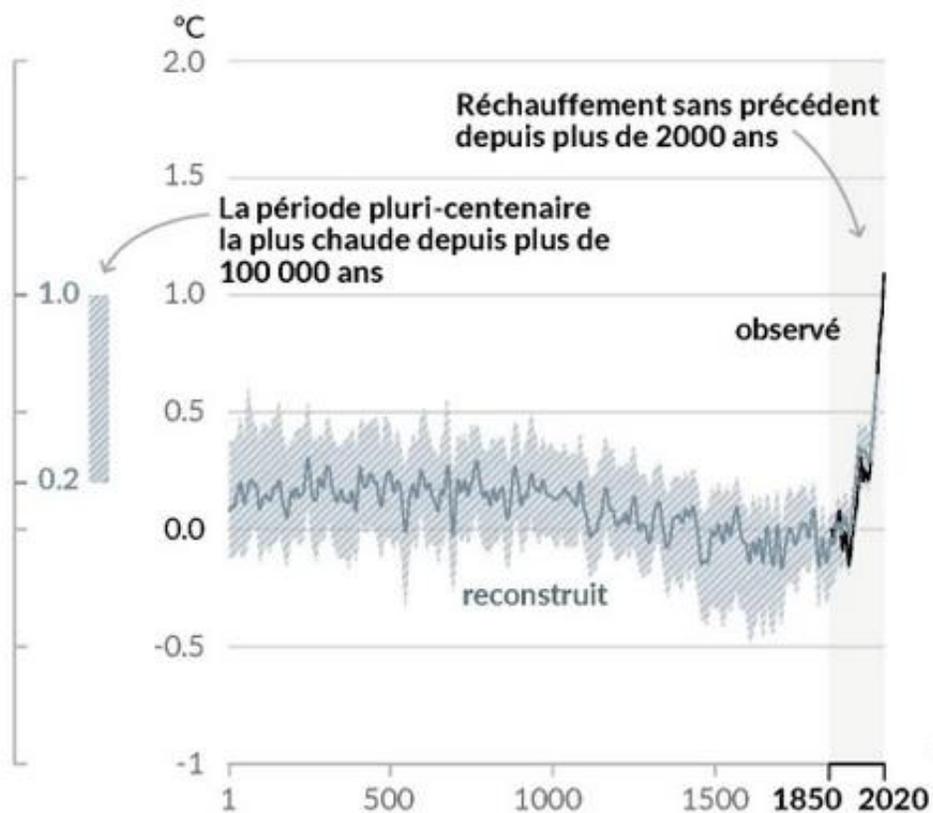
## Principaux gaz à effet de serre :

- dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )
- méthane ( $\text{CH}_4$ )
- protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )

# Les activités humaines ont entraîné le réchauffement du climat à un rythme sans précédent au cours des 2000 dernières années, au moins.

## Changements de la température de surface globale par rapport à 1850-1900

a) Changement de la température à la surface du globe (moyenne décennale) tel que **reconstruit** (1-2000) et **observé** (1850-2020)



b) Changement de la température à la surface du globe (moyenne annuelle) tel qu'**observé** et simulé avec les **facteurs humains et naturels** et les **facteurs uniquement naturels** (sur la même période de 1850 à 2020)

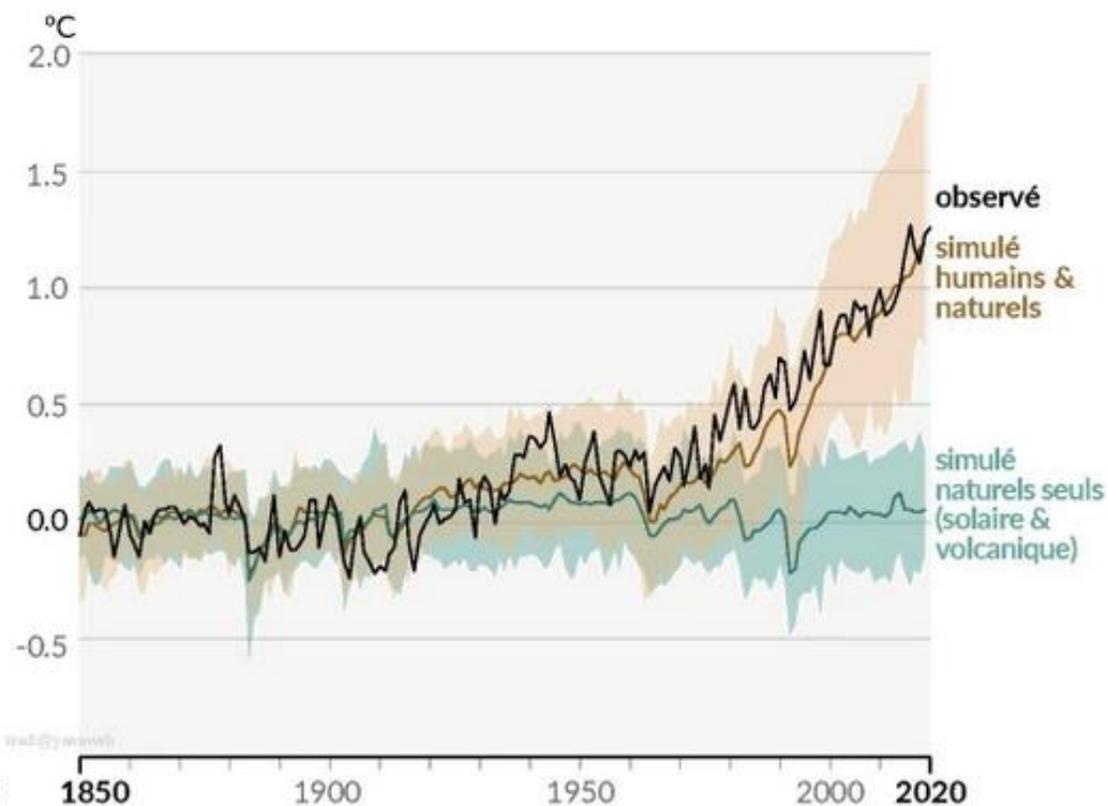
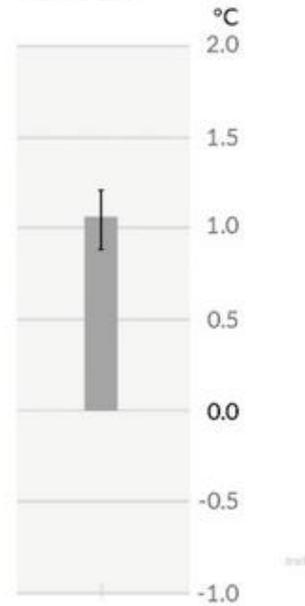


Figure SPM.1: Histoire du changement de la température mondiale et causes du réchauffement récent.

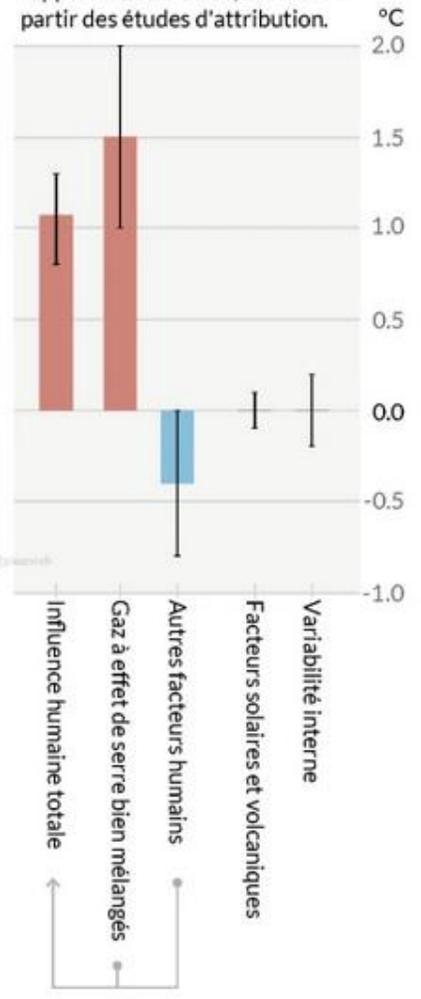
# Le réchauffement observé est dû aux émissions anthropiques, le réchauffement lié aux gaz à effet de serre étant partiellement masqué par le refroidissement provoqué par les aérosols.

## Réchauffement constaté Contributions au réchauffement basées sur deux approches complémentaires

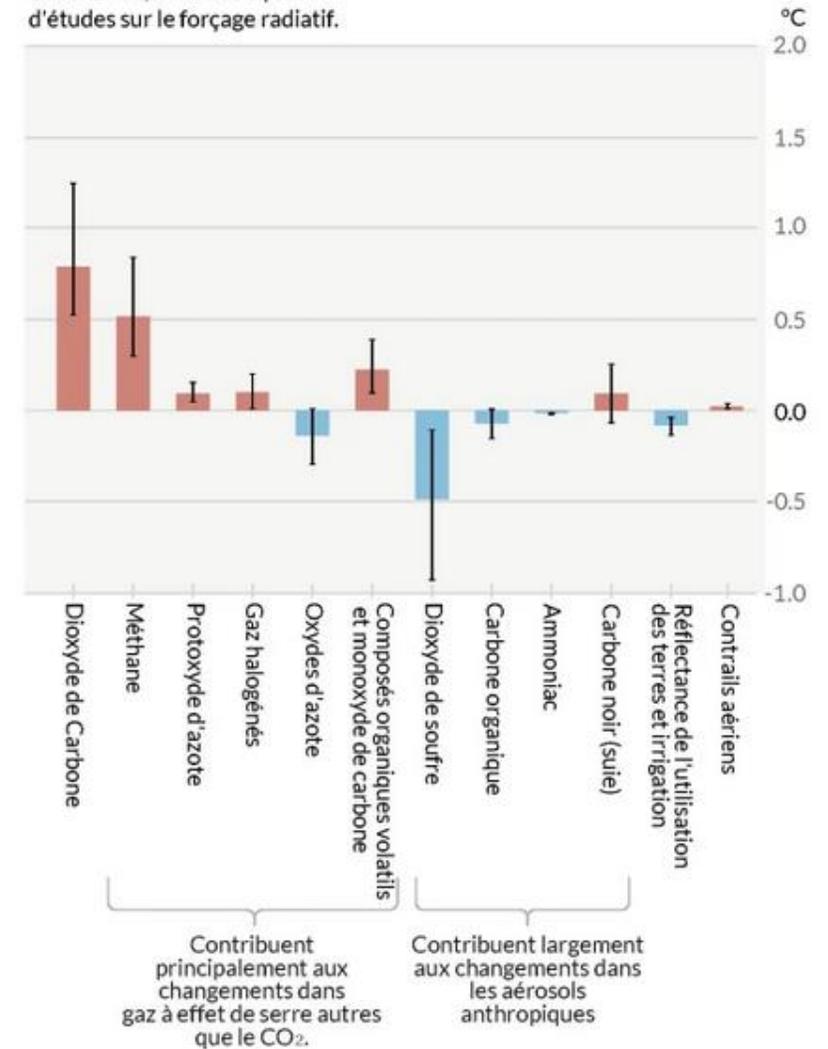
a) Réchauffement observé de 2010 à 2019 par rapport à 1850-1900



b) Contributions agrégées au réchauffement de 2010-2019 par rapport à 1850-1900, évaluées à partir des études d'attribution.

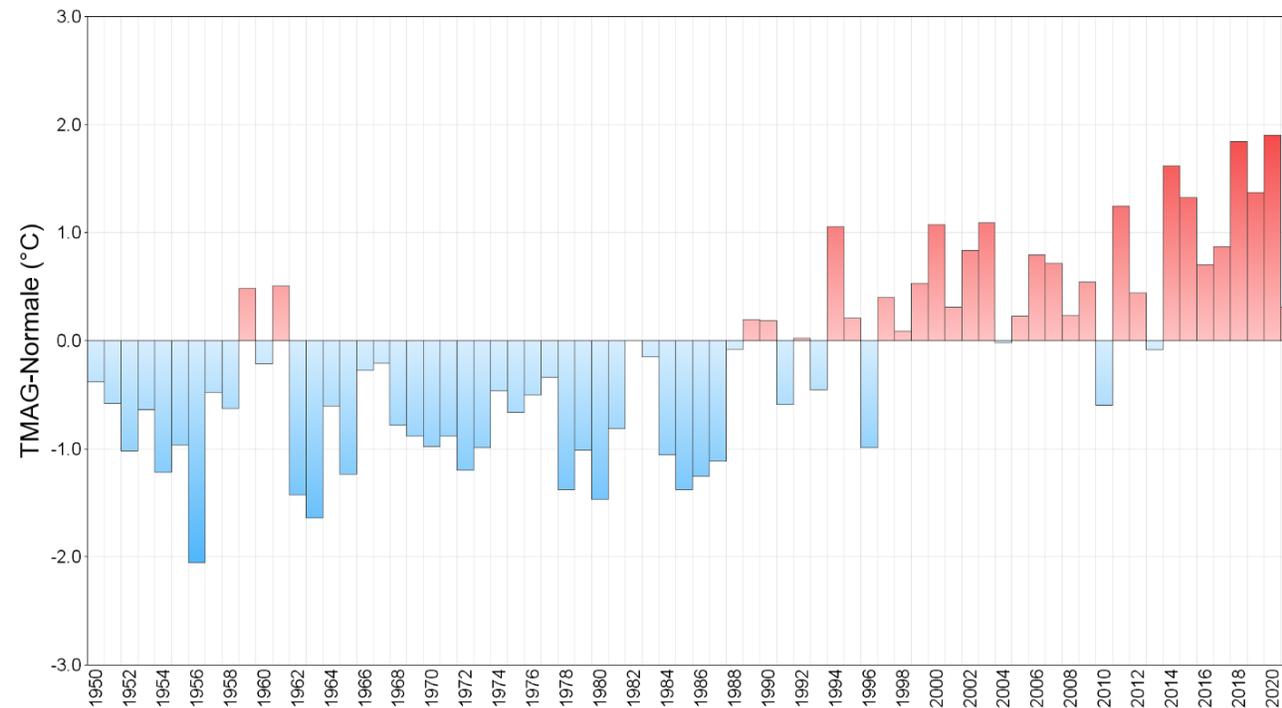


c) Contributions au réchauffement de 2010-2019 par rapport à 1850-1900, évaluées à partir d'études sur le forçage radiatif.



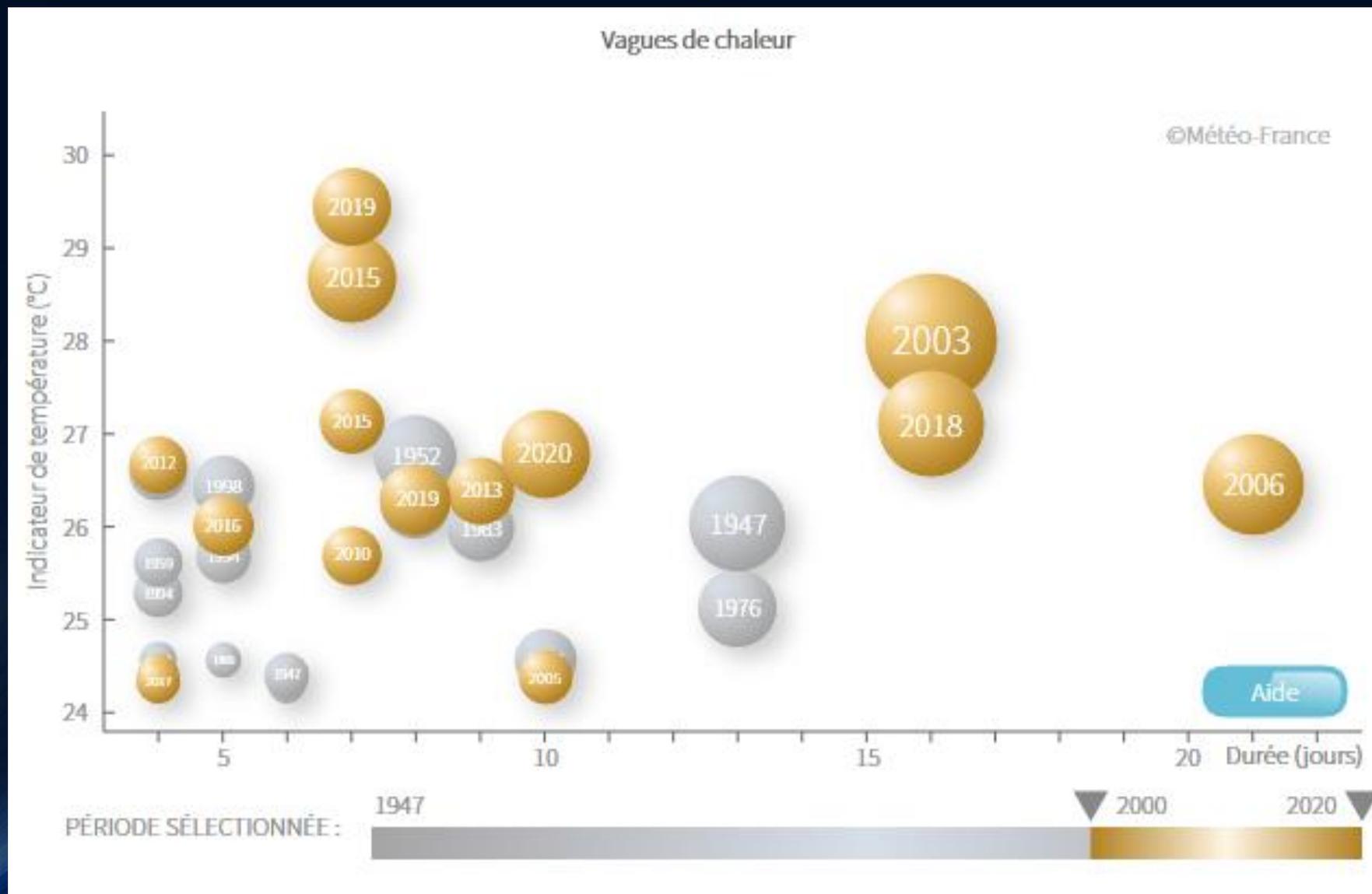
# VOSGES | Anomalie de température moyenne

1950 à 2021

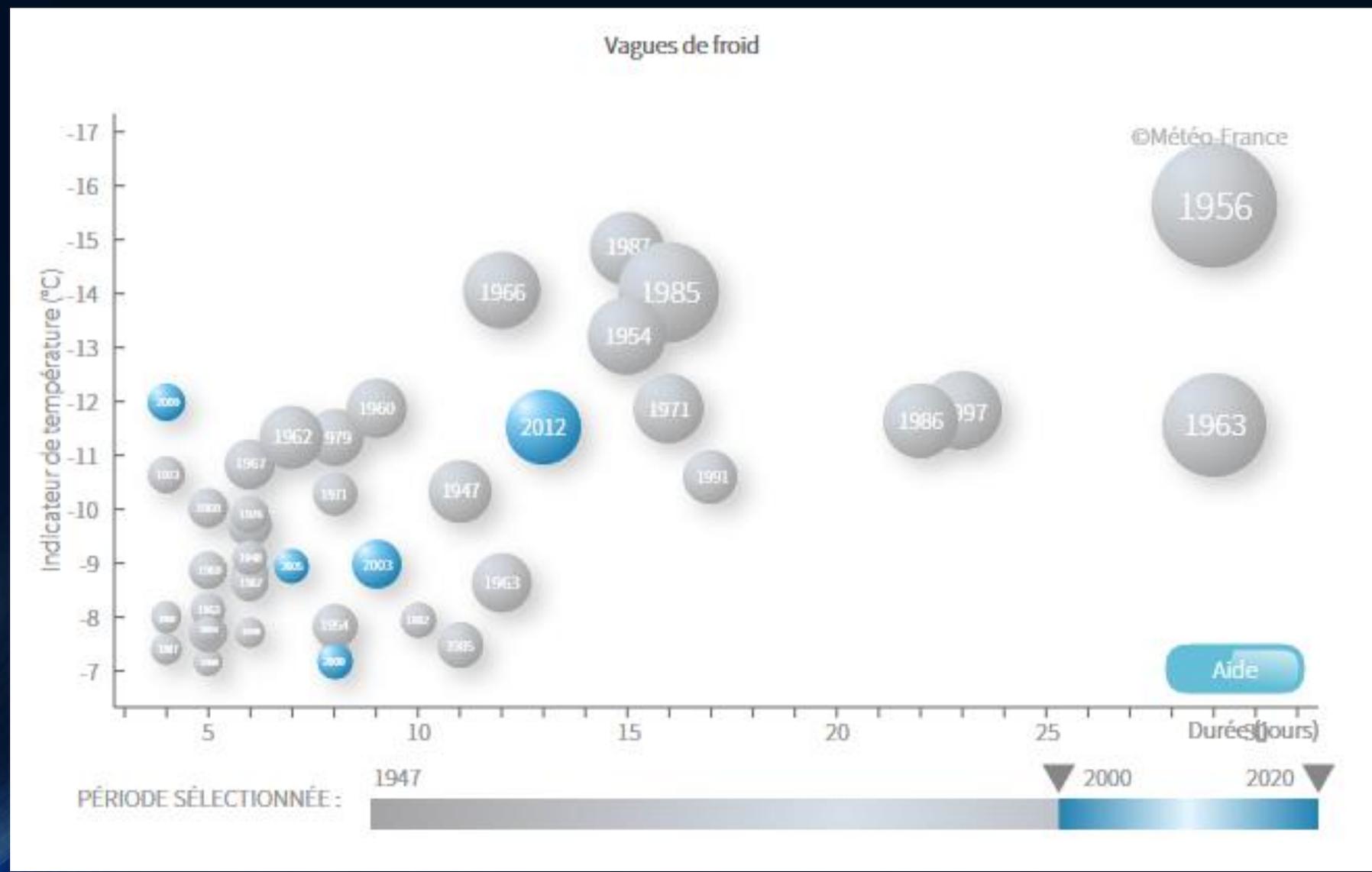


□ Ecart à la normale annuelle

# LORRAINE | Des vagues de chaleur plus nombreuses et plus sévères

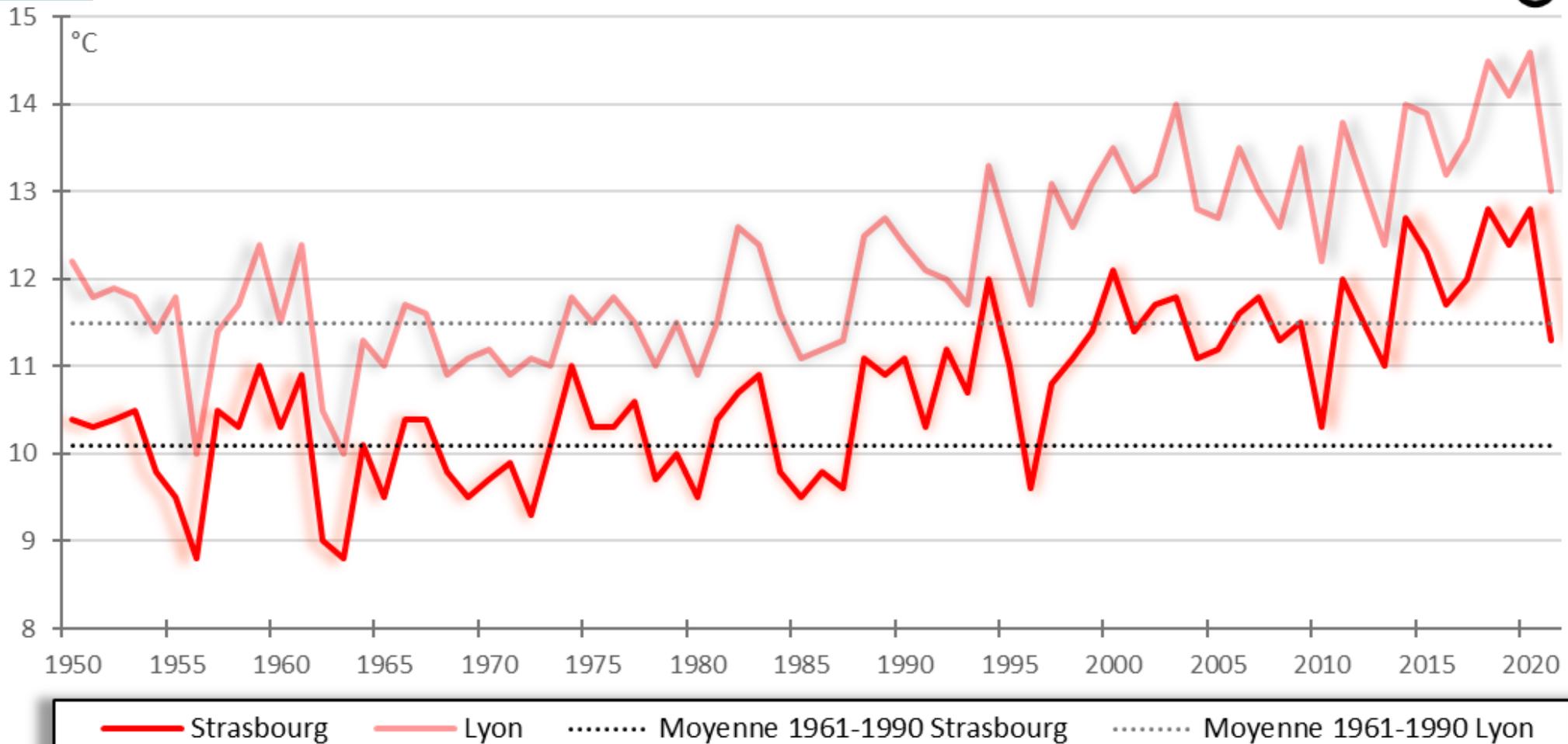


# LORRAINE | Des vagues de froid moins nombreuses et moins sévères



# NORD-EST FRANCE | Évolution du climat

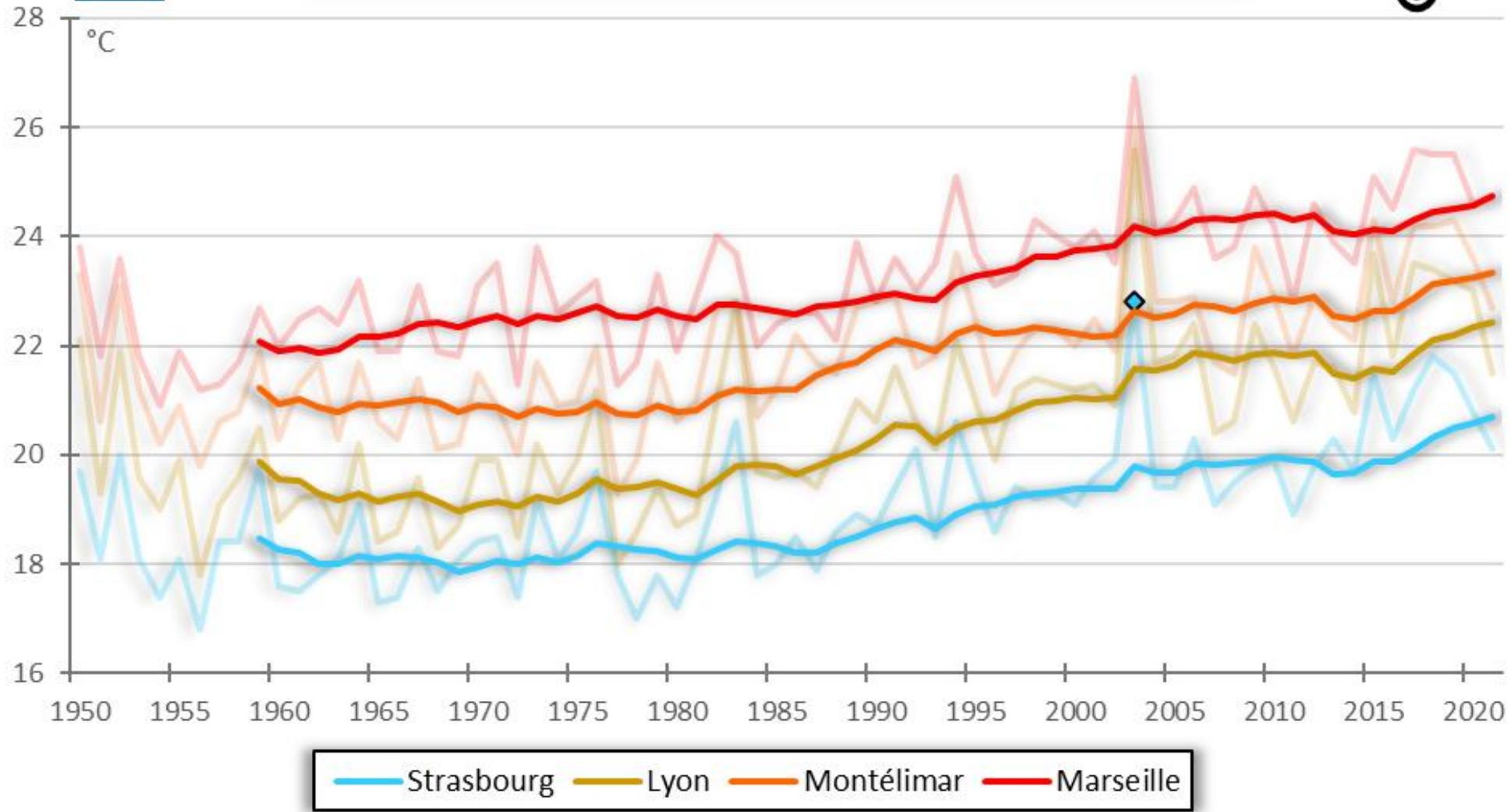
## Évolution des températures moyennes annuelles à Lyon et Strasbourg



# NORD-EST FRANCE | Évolution du climat

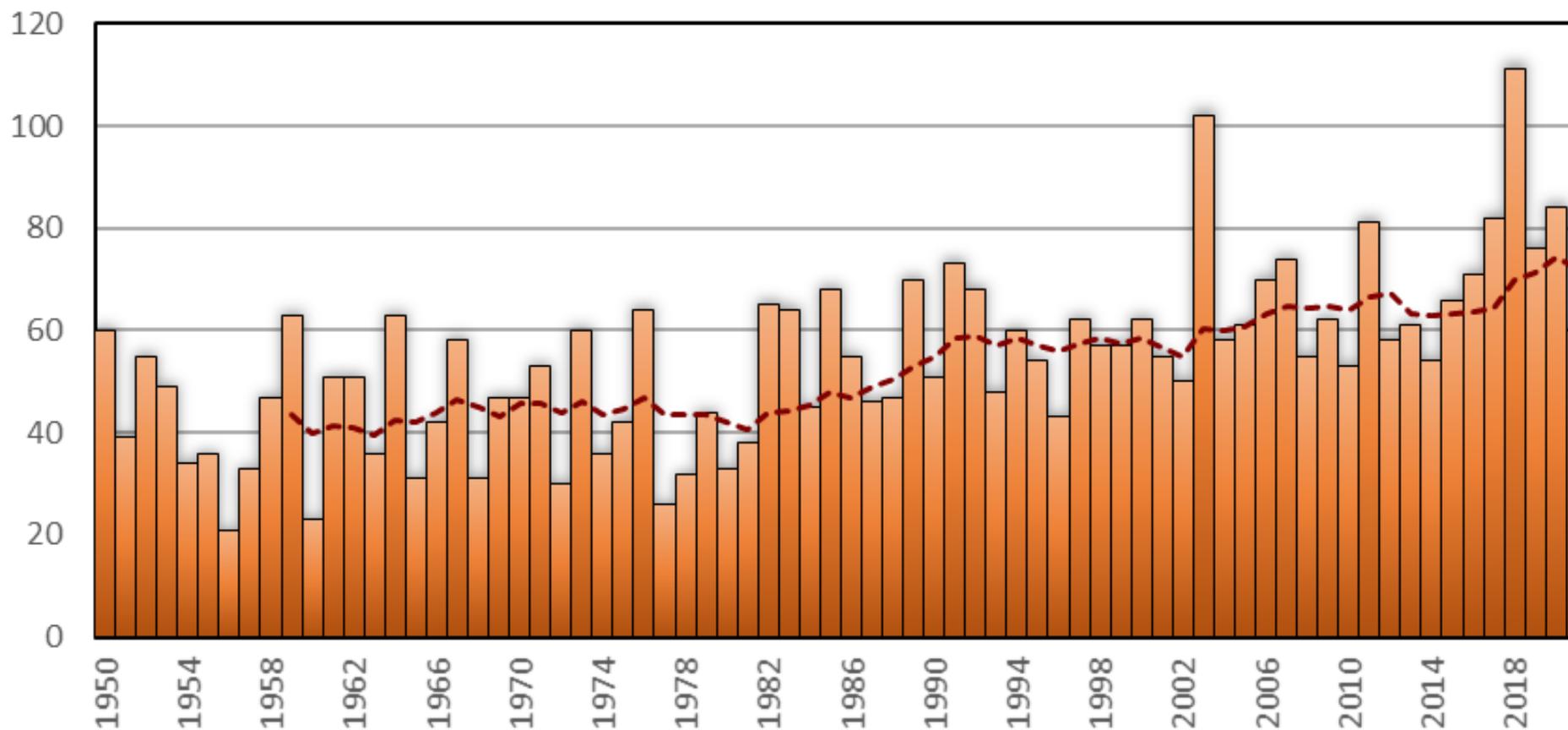


## Évolution des températures moyennes estivales





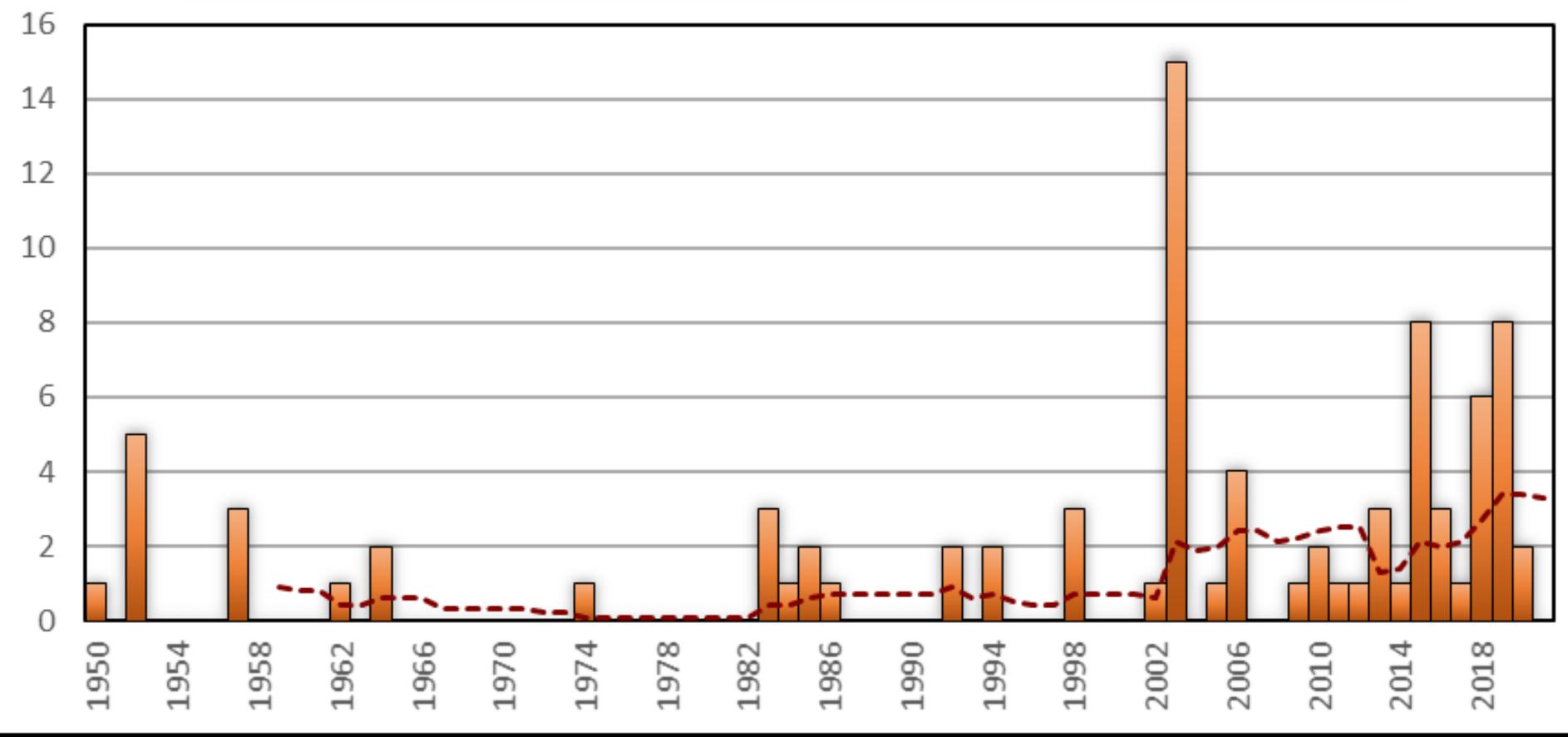
## Nombre de jours avec température maximale $\geq 25^{\circ}\text{C}$ à BALE-MULHOUSE



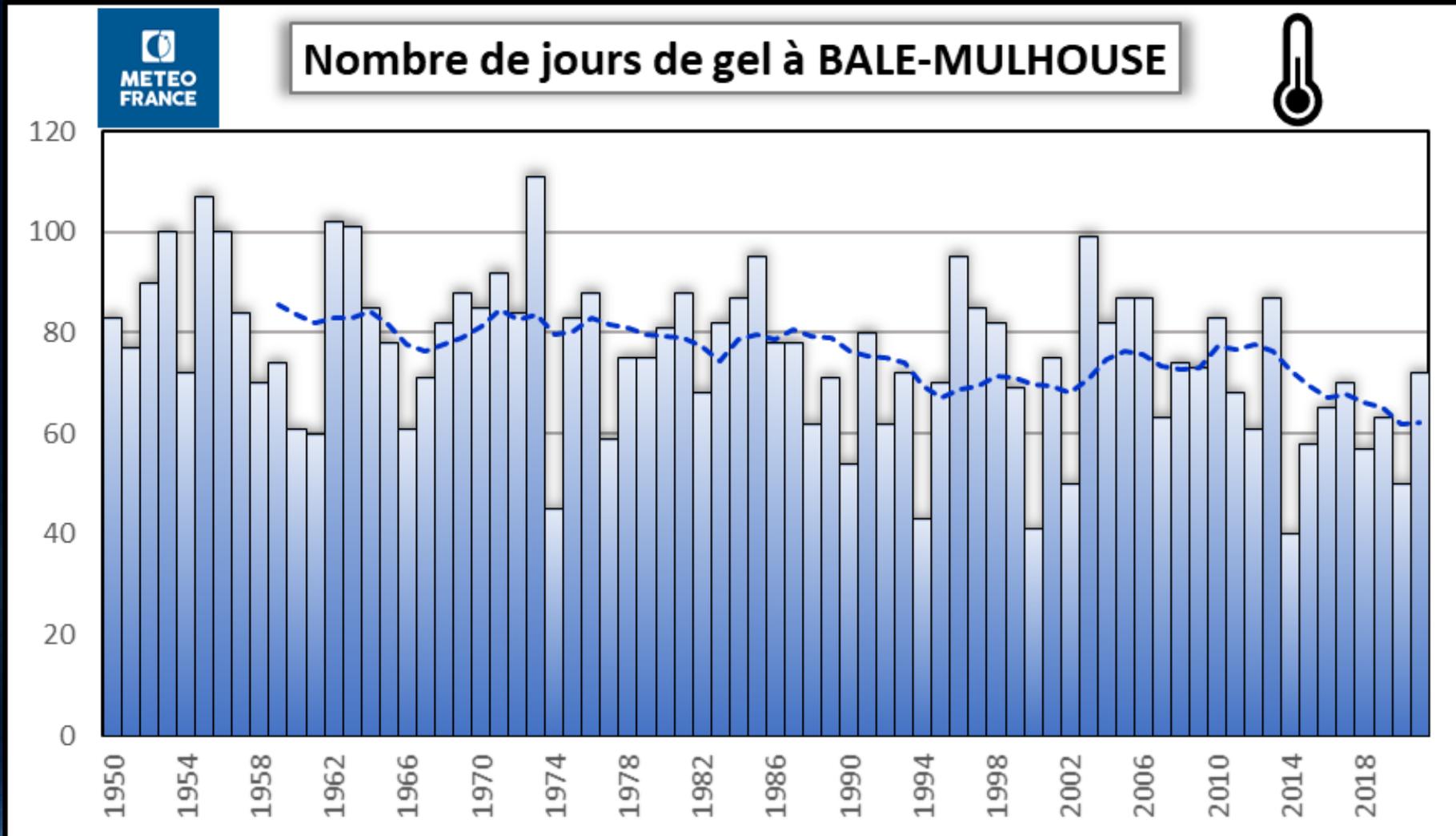
# NORD-EST FRANCE | Évolution du climat



## Nombre de jours avec température maximale $\geq 35^{\circ}\text{C}$ à BALE-MULHOUSE



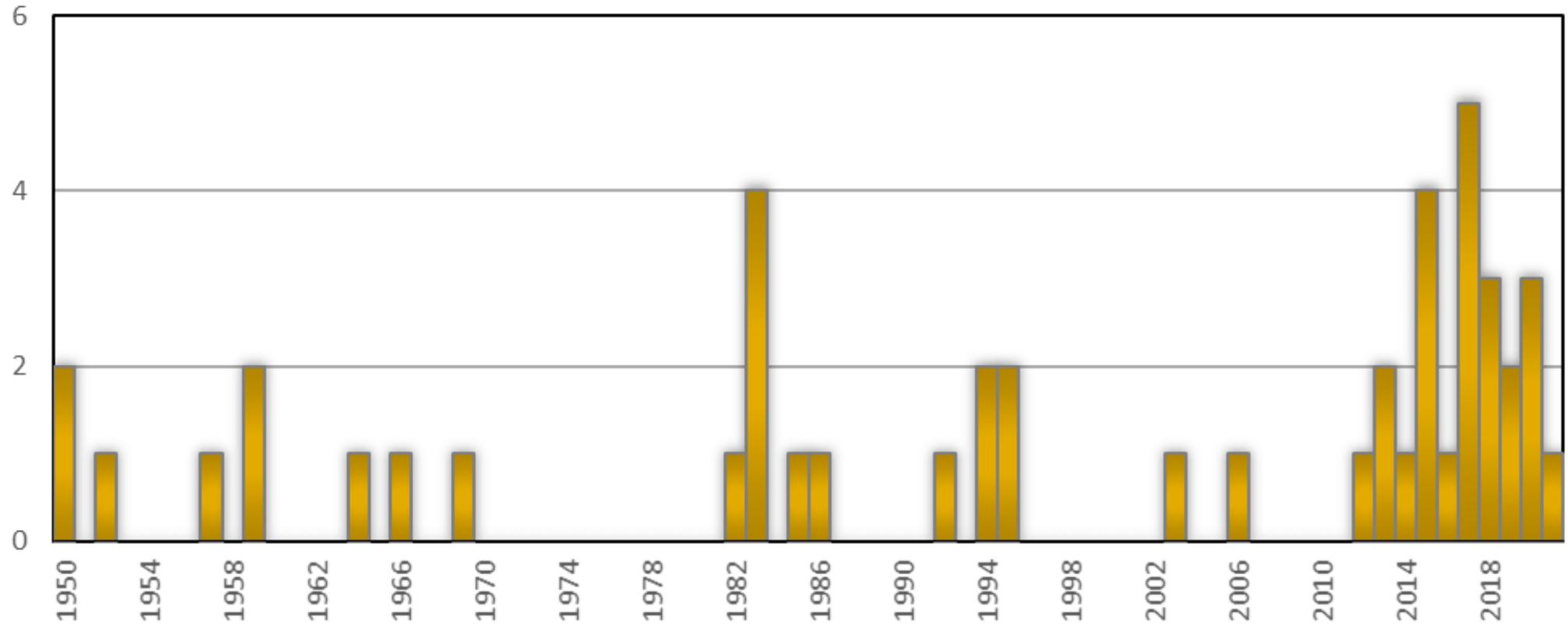
# NORD-EST FRANCE | Évolution du climat



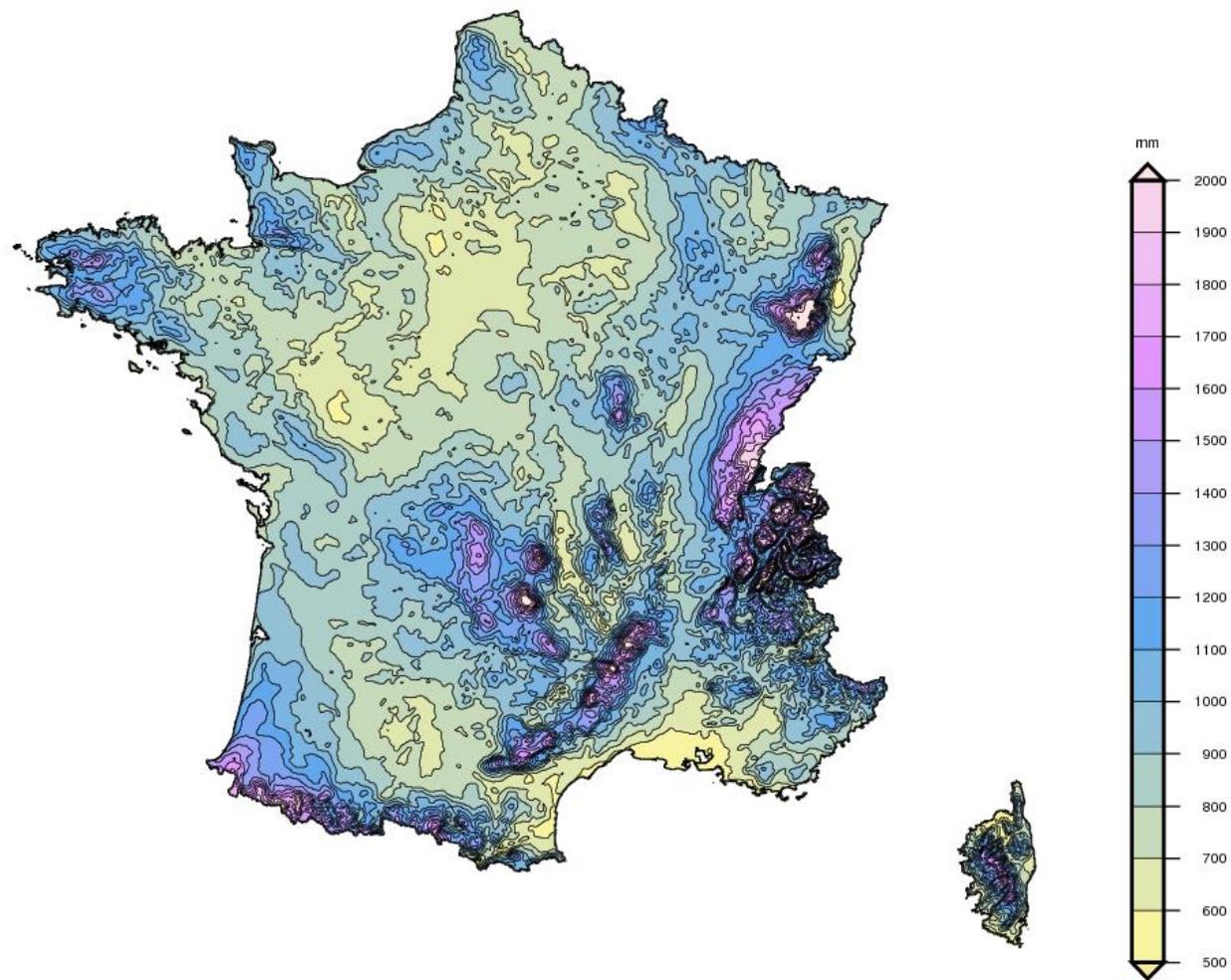
# NORD-EST FRANCE | Évolution du climat



## Nombre de jours avec température minimale $\geq 20^{\circ}\text{C}$ à BALE-MULHOUSE

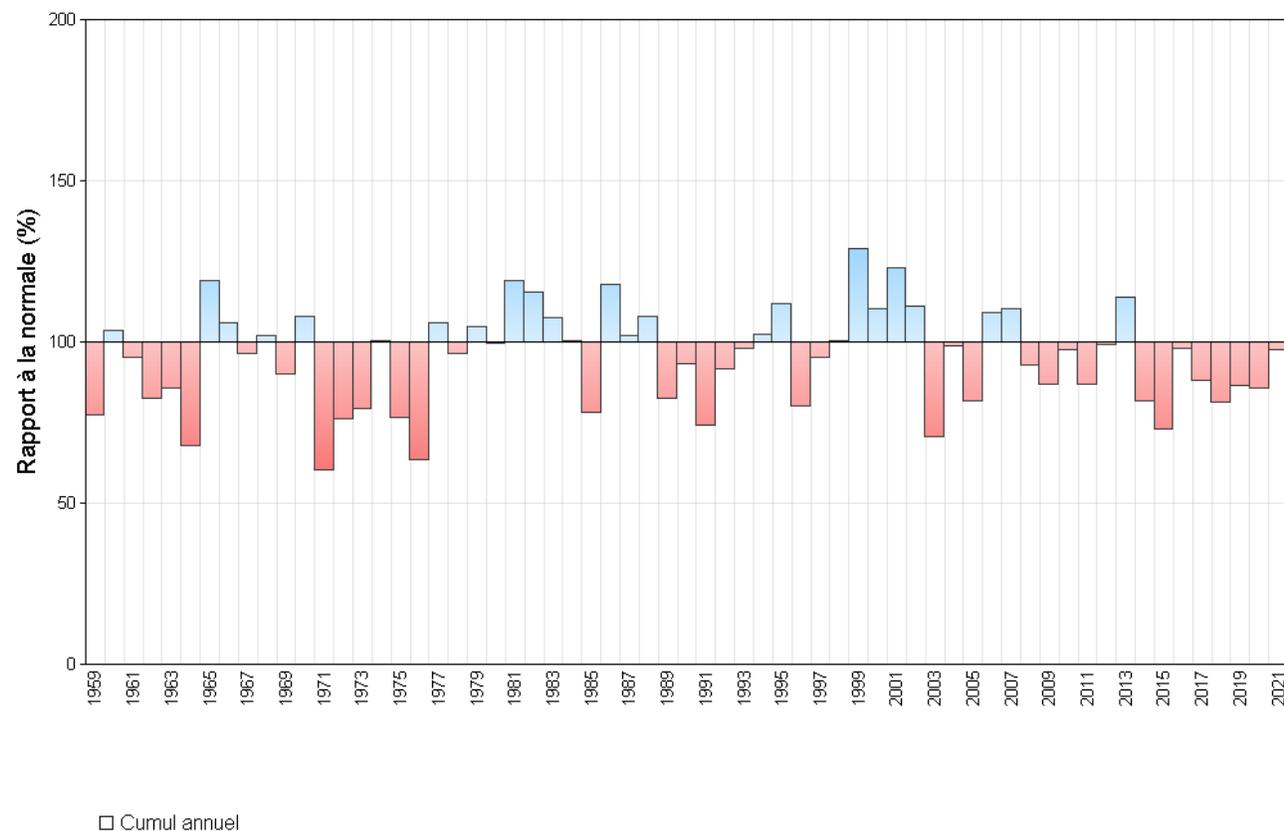


# FRANCE | Moyenne annuelle de référence des précipitations

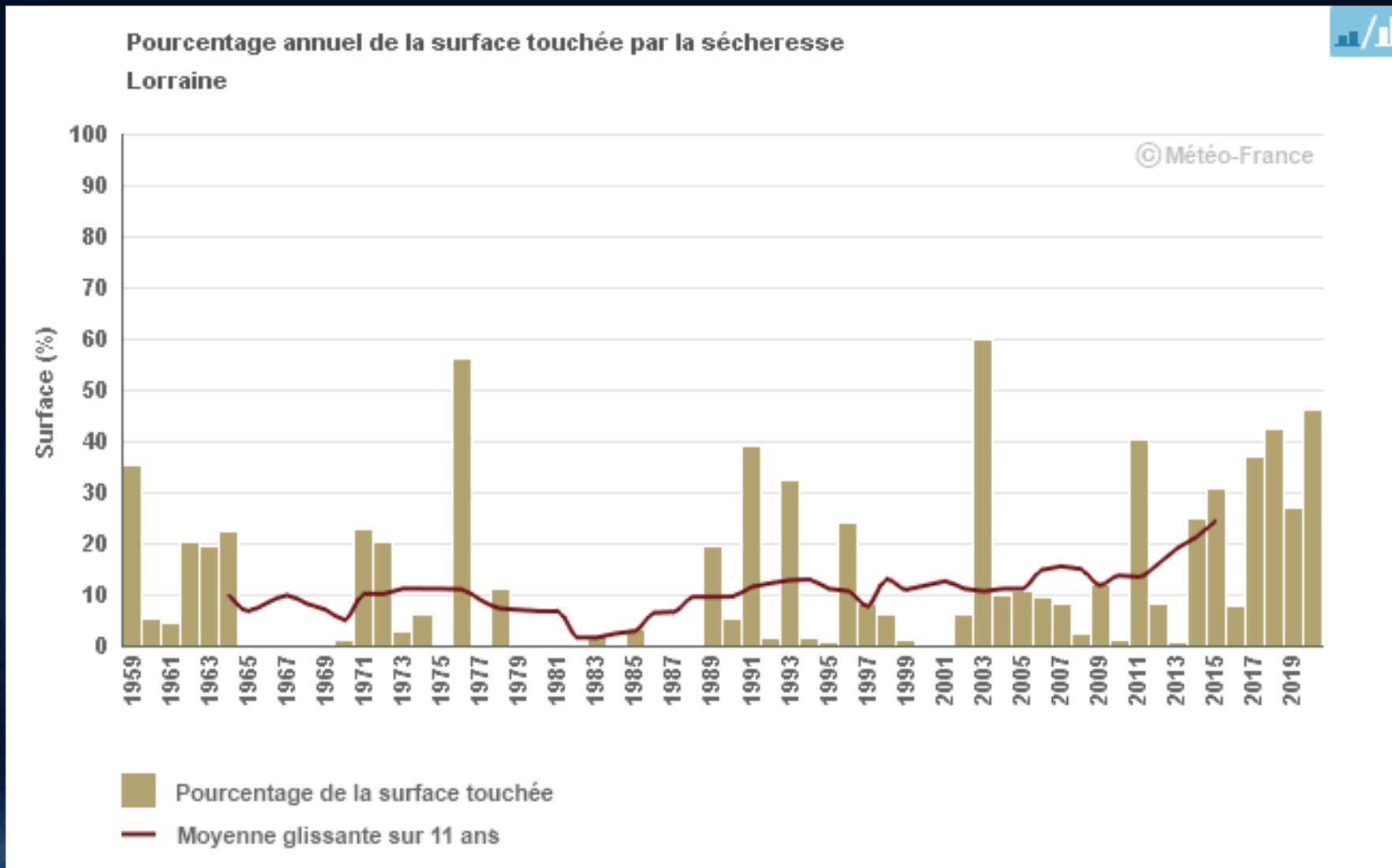


# VOSGES | Anomalie de précipitations

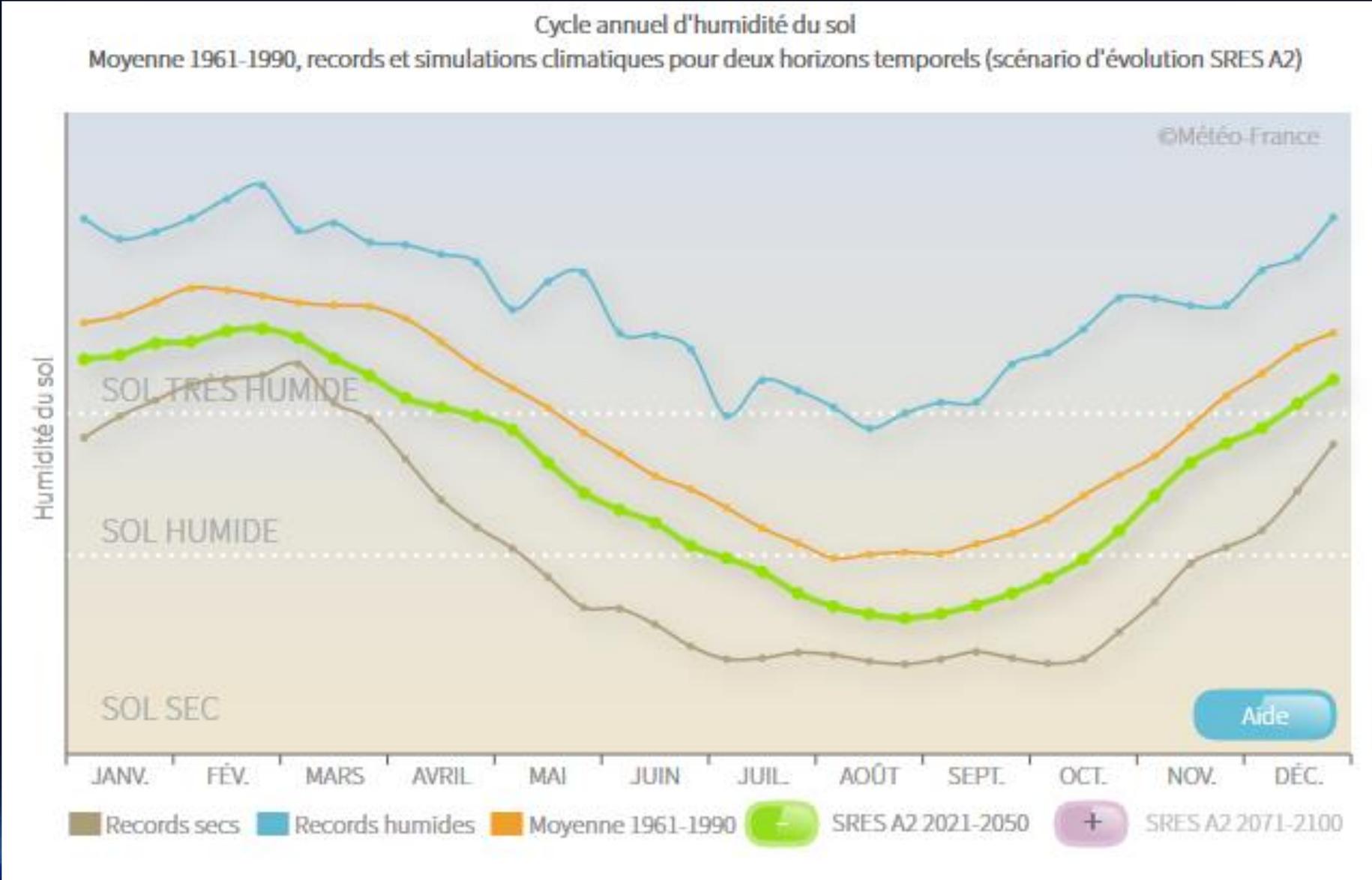
1959 à 2021



# LORRAINE | Des sécheresses des sols plus fréquentes et plus sévères



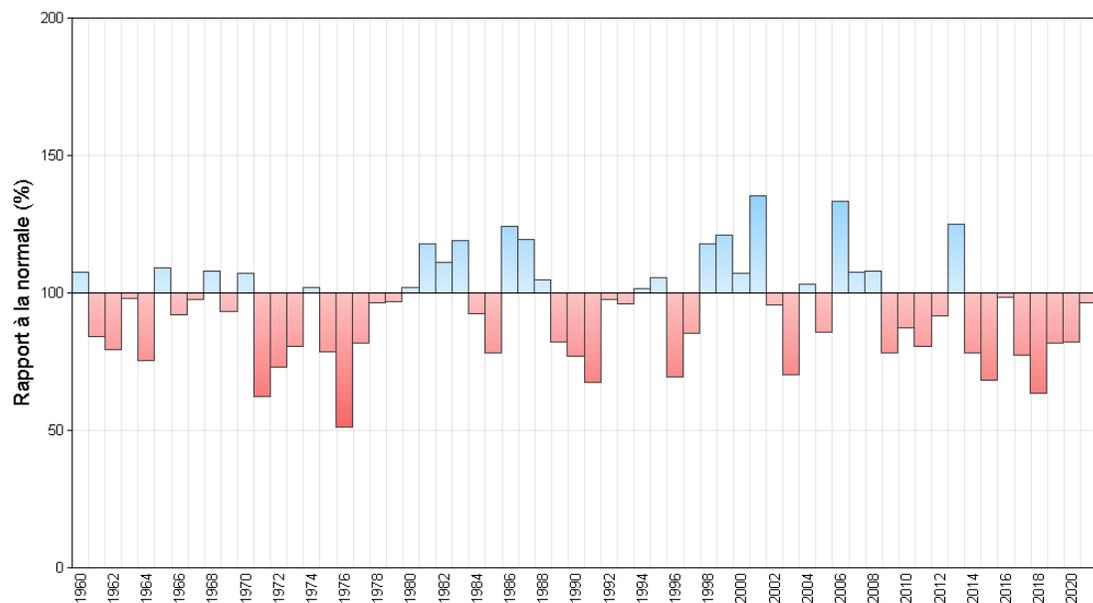
# LORRAINE | Un sol de plus en plus sec en toute saison



# VOSGES | Cumuls de précipitation - Saisons agricole et de recharge

Rapport à la normale de référence 1981-2010 des cumuls de précipitations agrégées sur la saison agricole  
Vosges

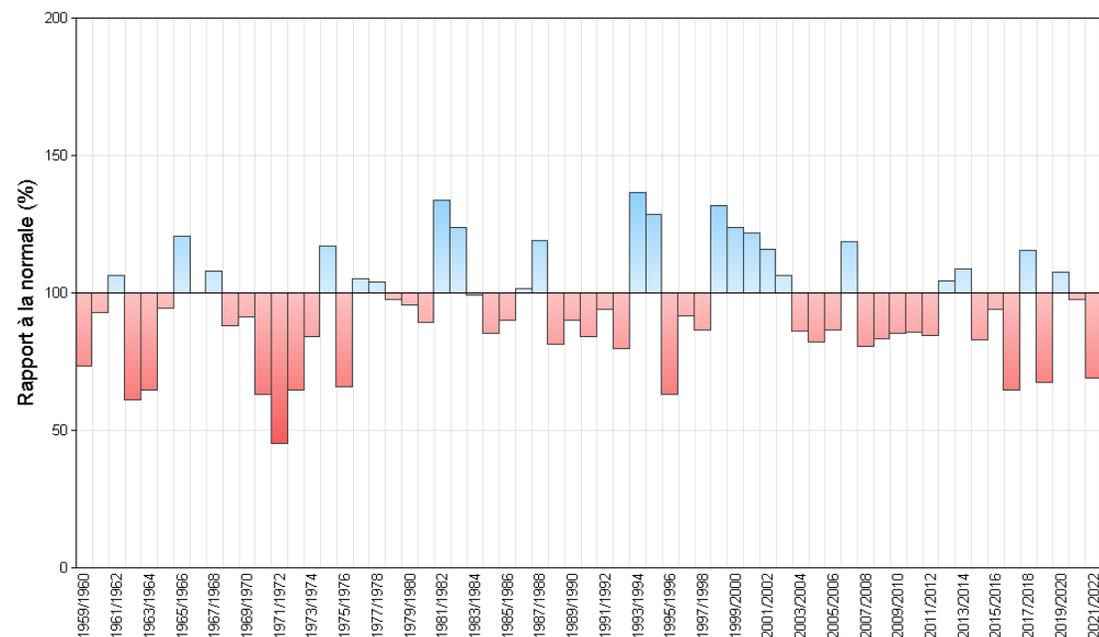
Saison agricole 1960 à 2021



□ Cumul sur la saison agricole

Rapport à la normale de référence 1981-2010 des cumuls de précipitations agrégées sur la saison de recharge  
Vosges

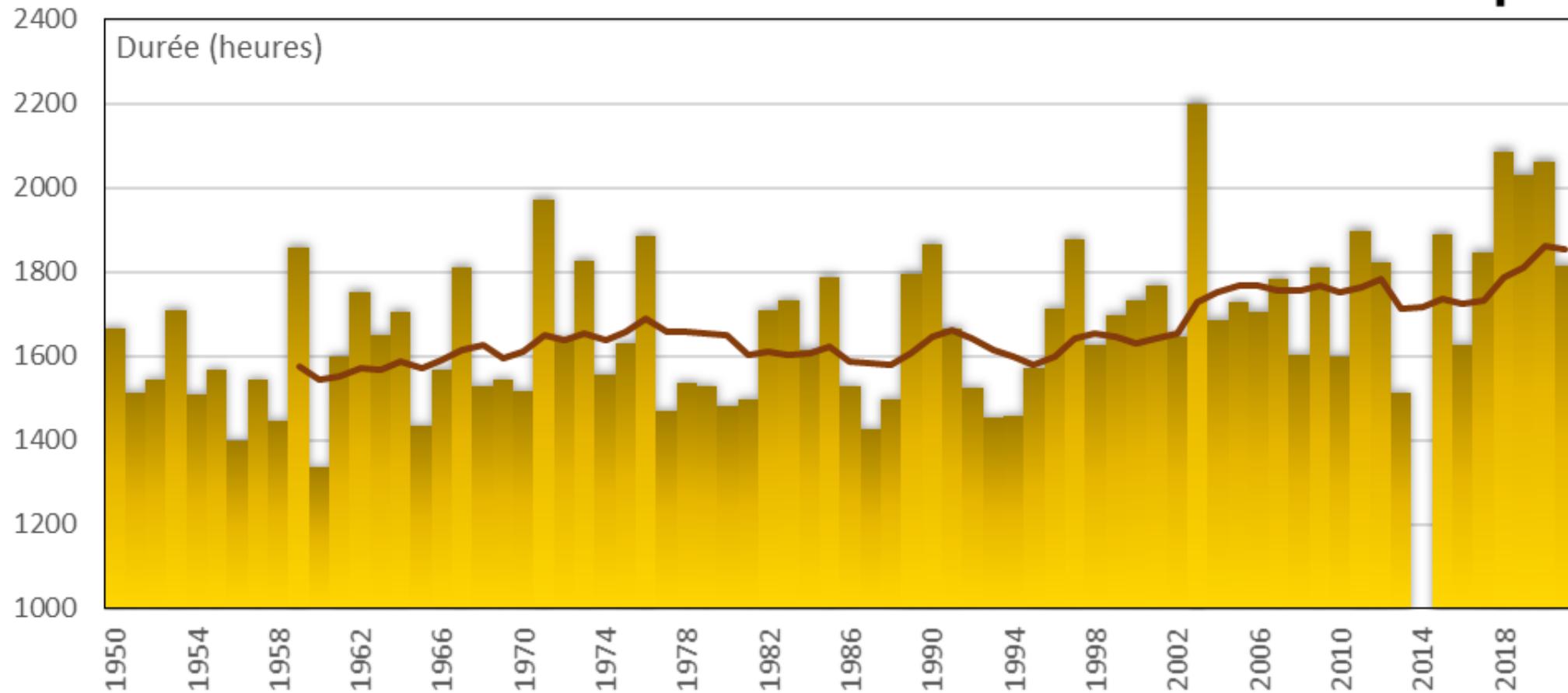
Saison de recharge 1960 à 2022



□ Cumul sur la saison de recharge

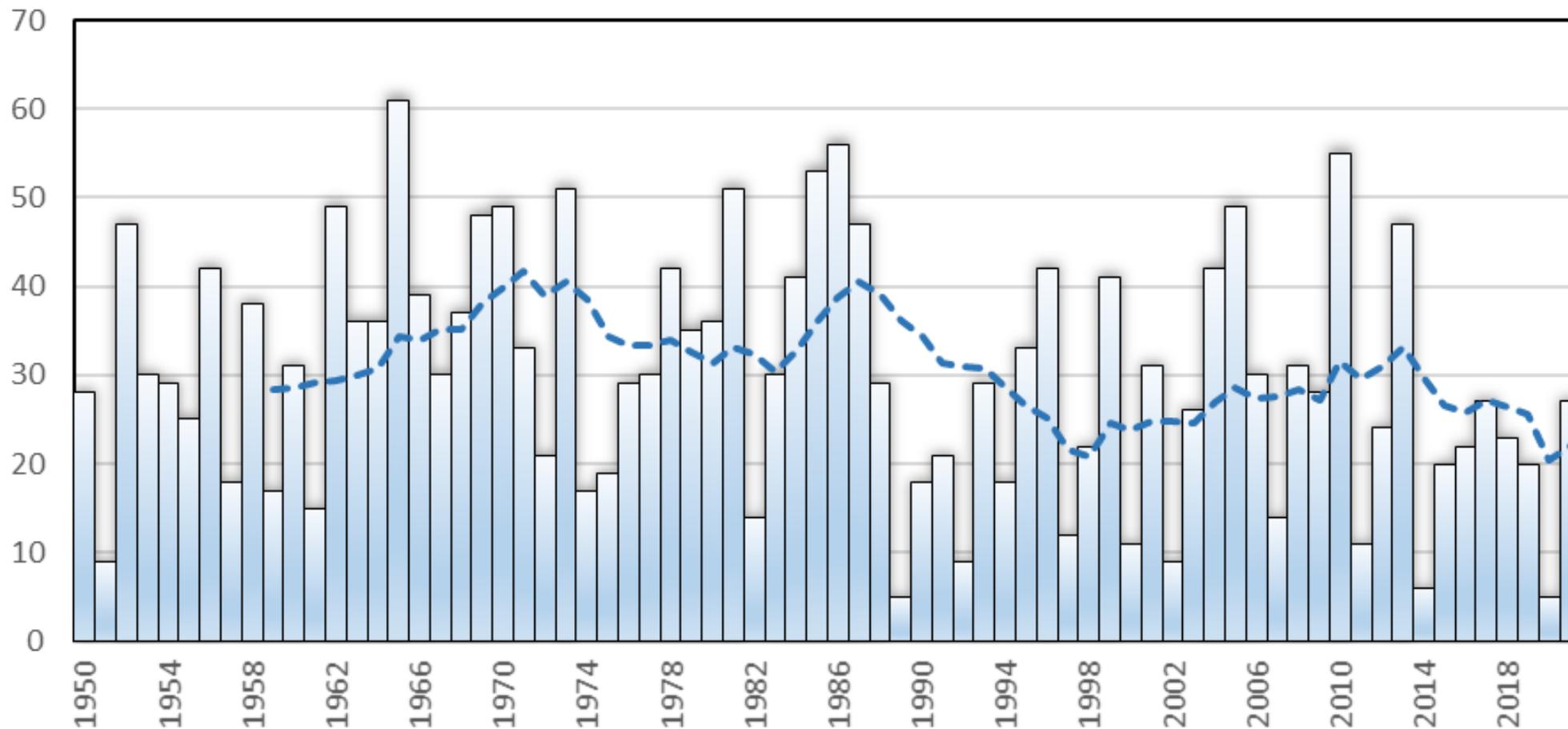


## Cumul annuel des durées d'ensoleillement à STRASBOURG

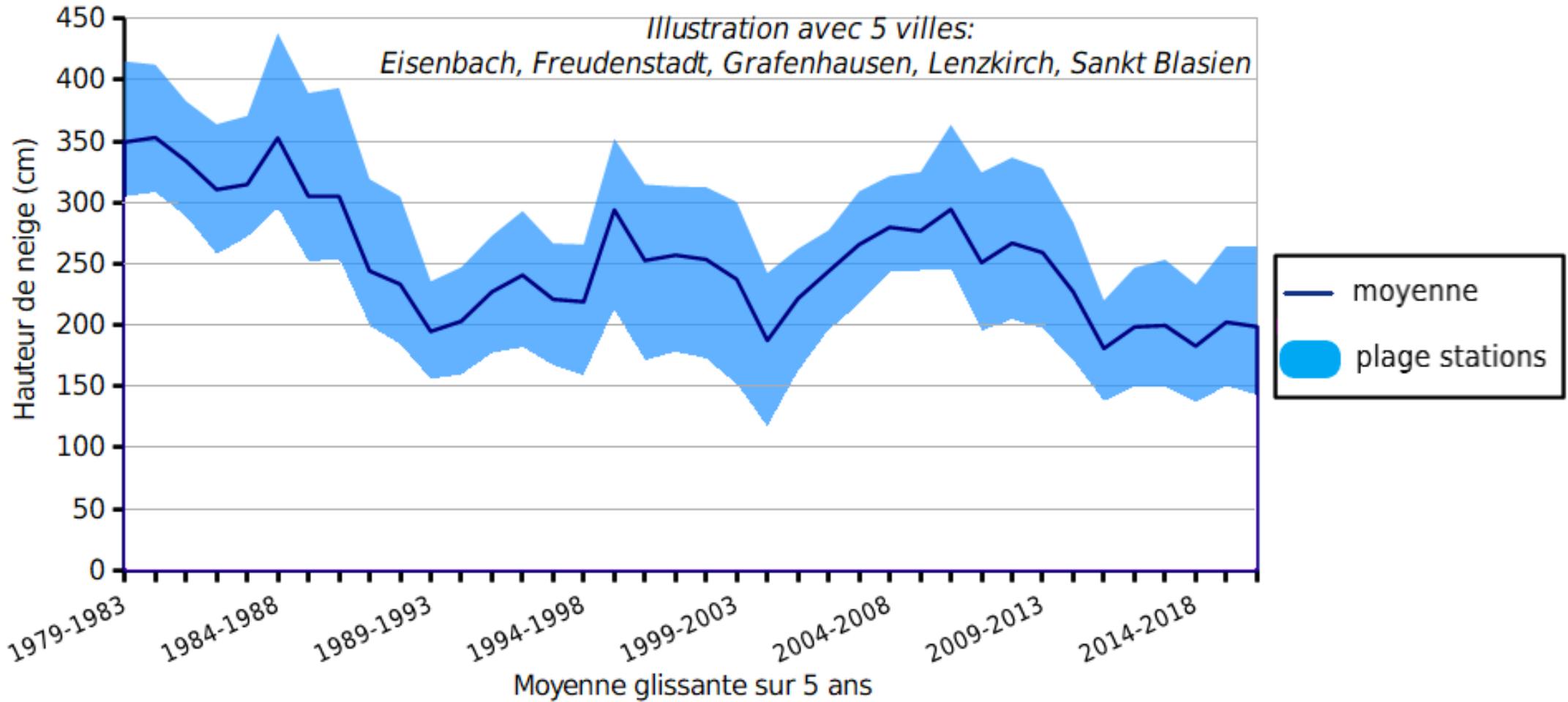




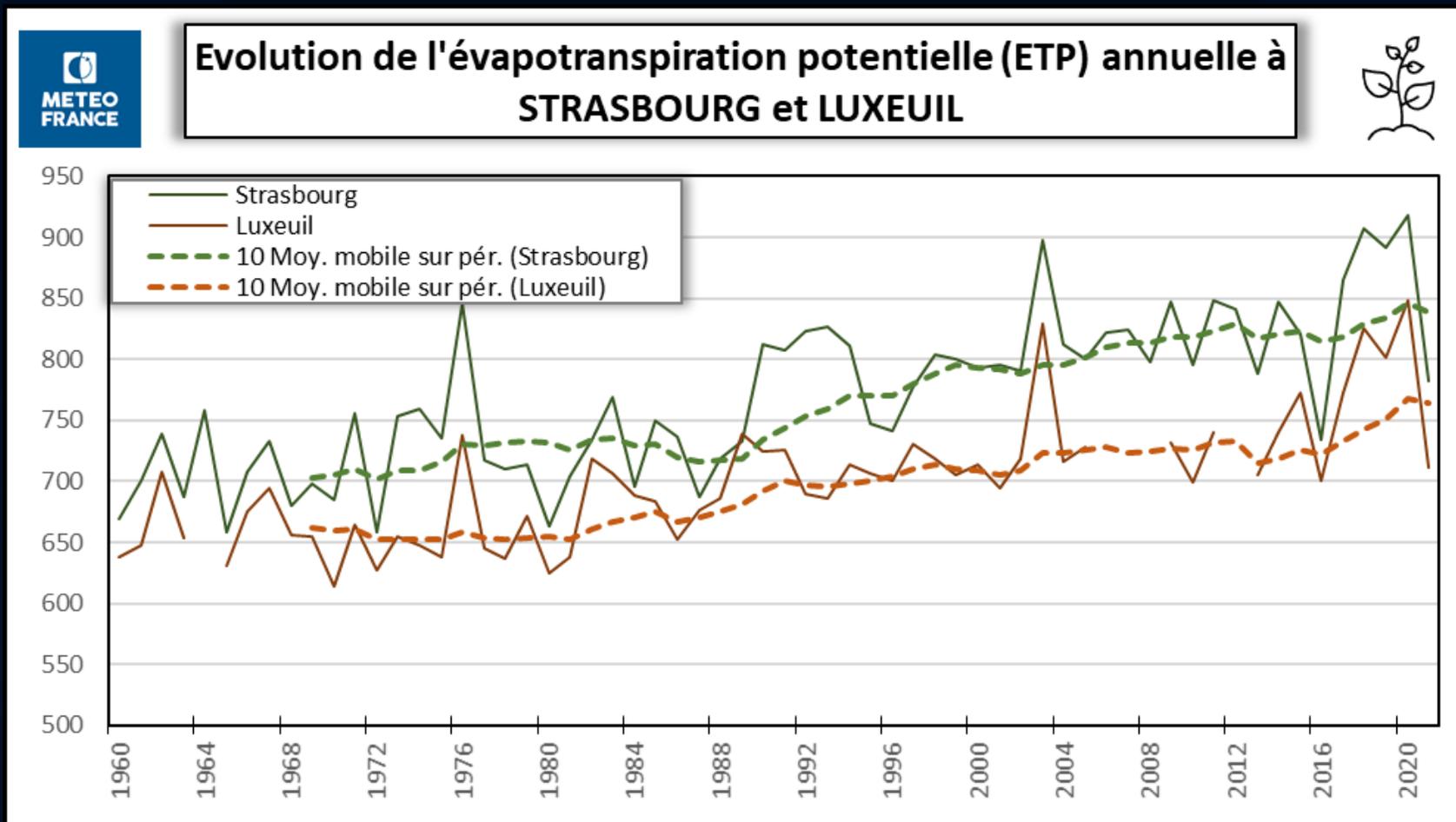
## Nombre de jours annuel de chutes de neige à MULHOUSE



## Hauteur accumulée de neige dans le massif de la Forêt Noire



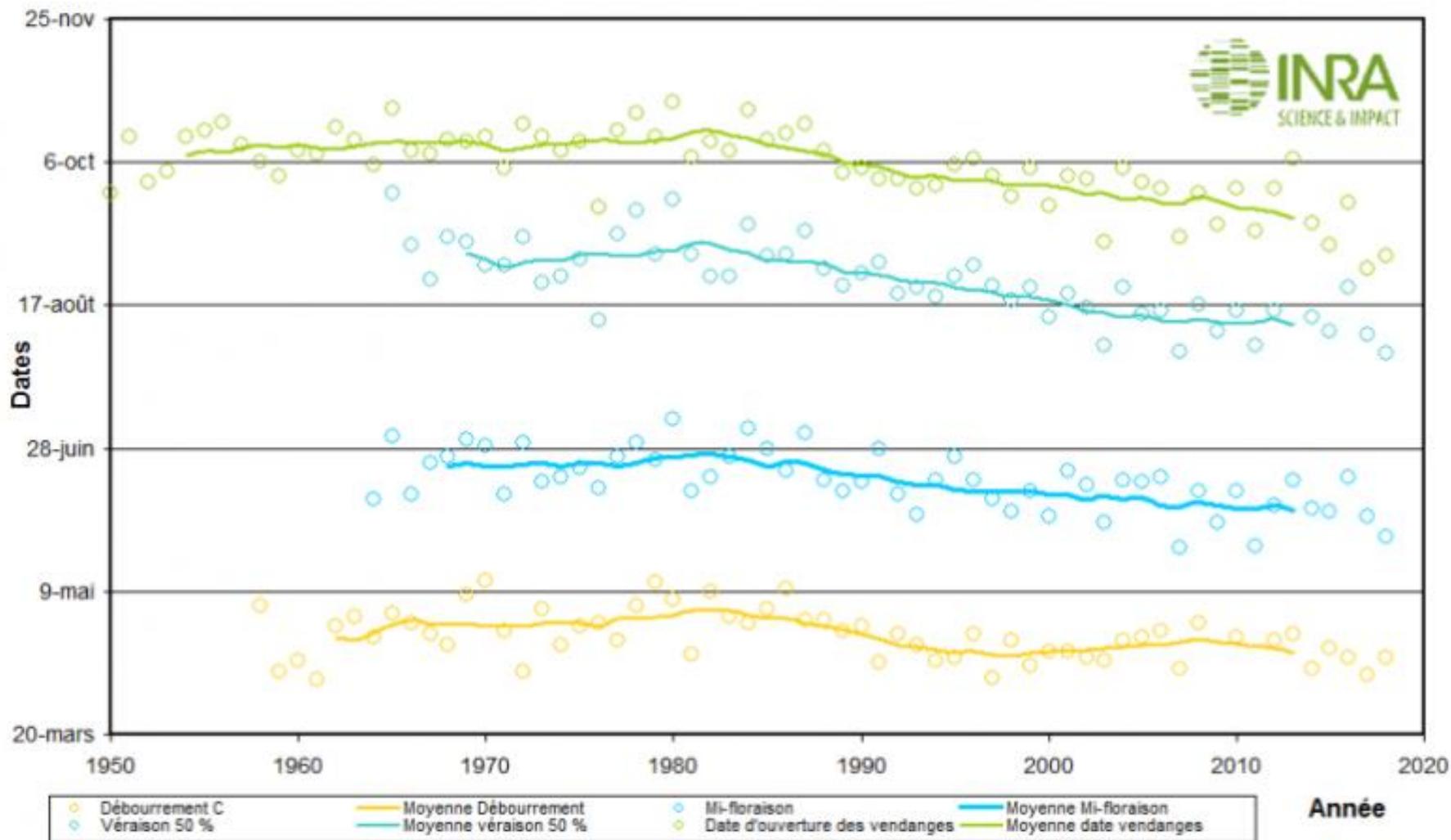
# NORD-EST | Évapotranspiration potentielle



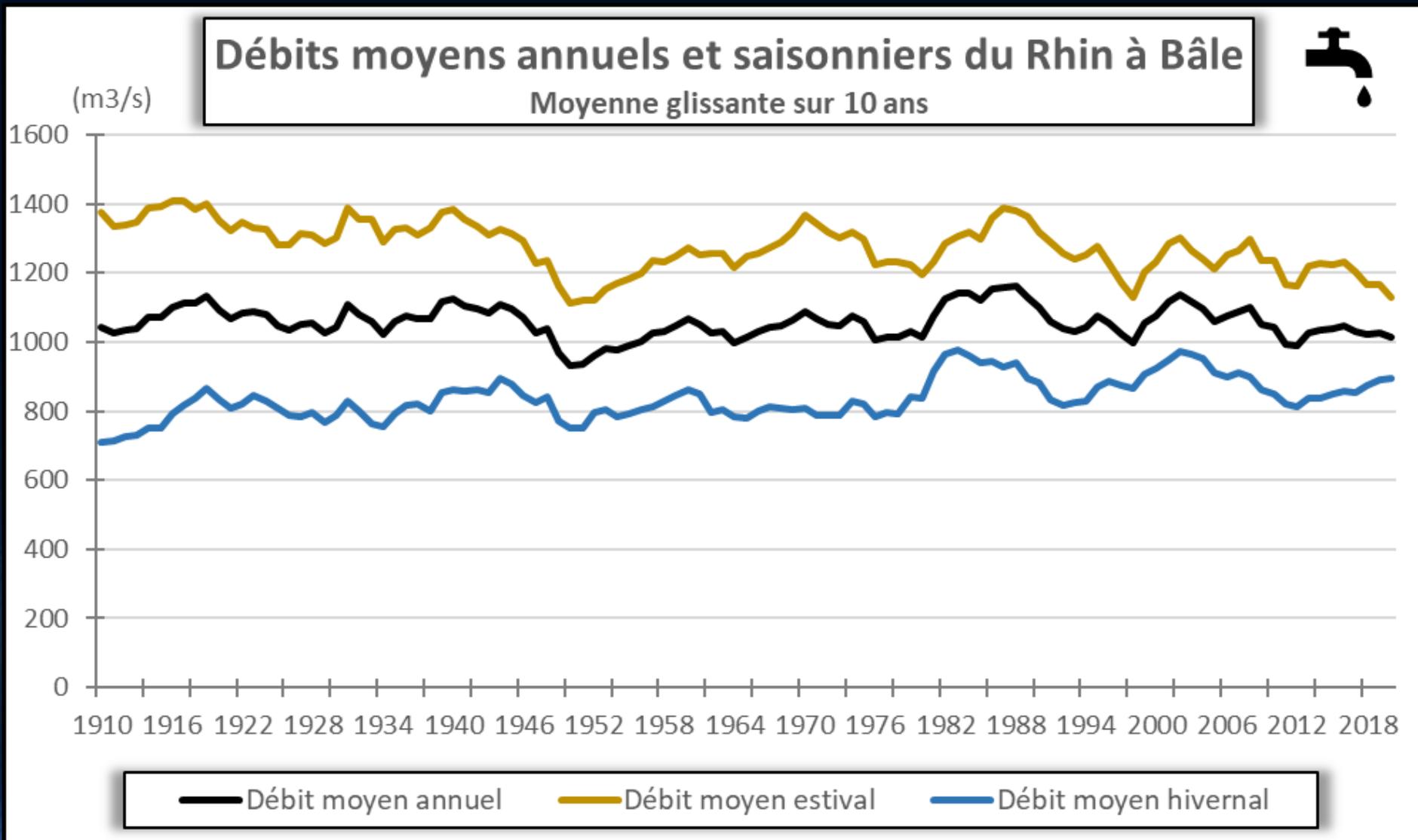
L'évapotranspiration potentielle ou potentiel d'évaporation d'un sol est défini comme la quantité d'évaporation qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant. Si l'évapotranspiration réelle considère la demande nette de l'atmosphère en humidité par rapport à une surface et la capacité de cette surface à fournir l'humidité, l'ETP est une mesure de la demande. Elle dépend de paramètres tels que la pluie, la date, la latitude, l'humidité relative, l'insolation, la vitesse du vent, l'albédo, la température et l'altitude.

# Indicateurs du changement climatique

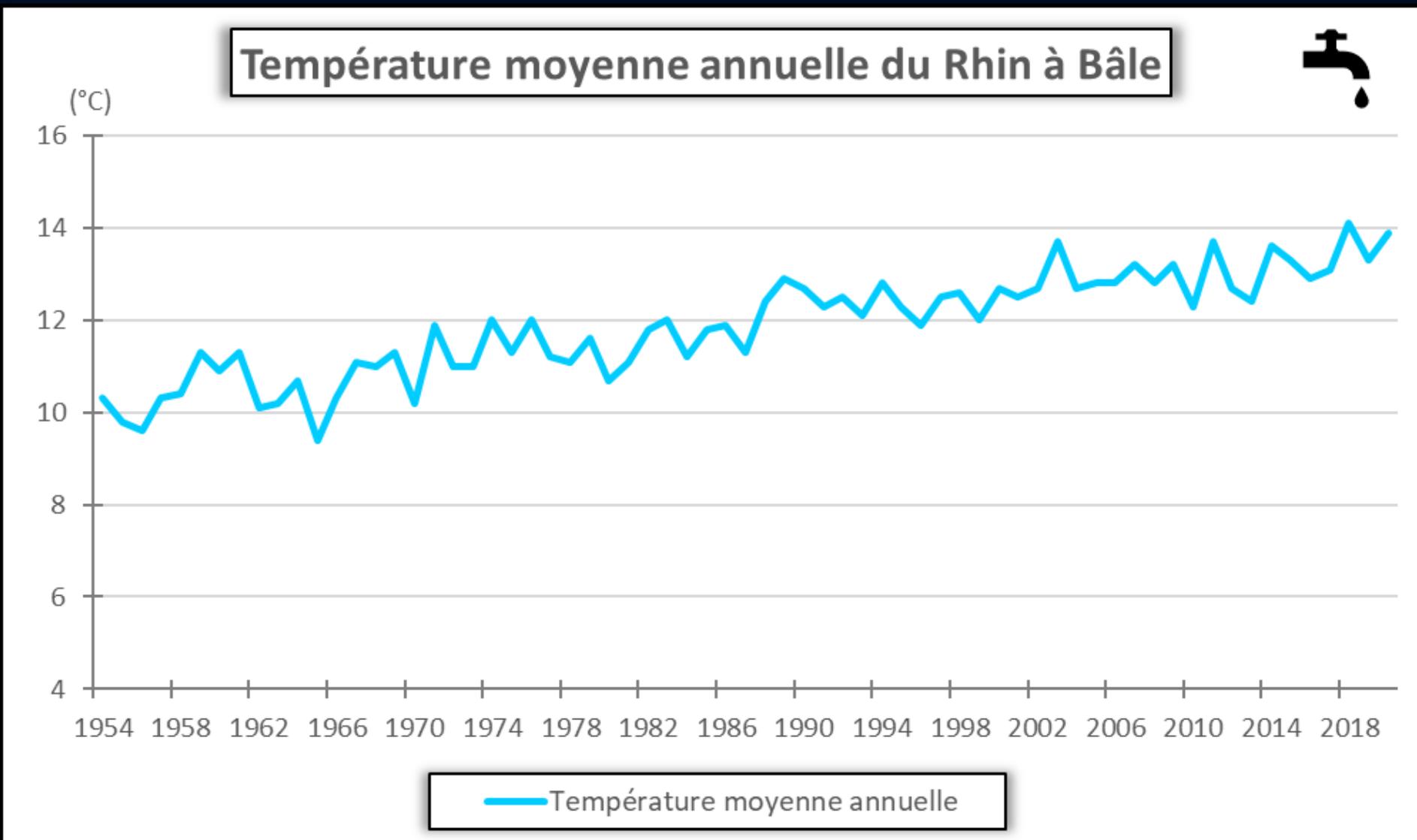
## Stade de développement des vignes en Alsace (cépage Riesling)



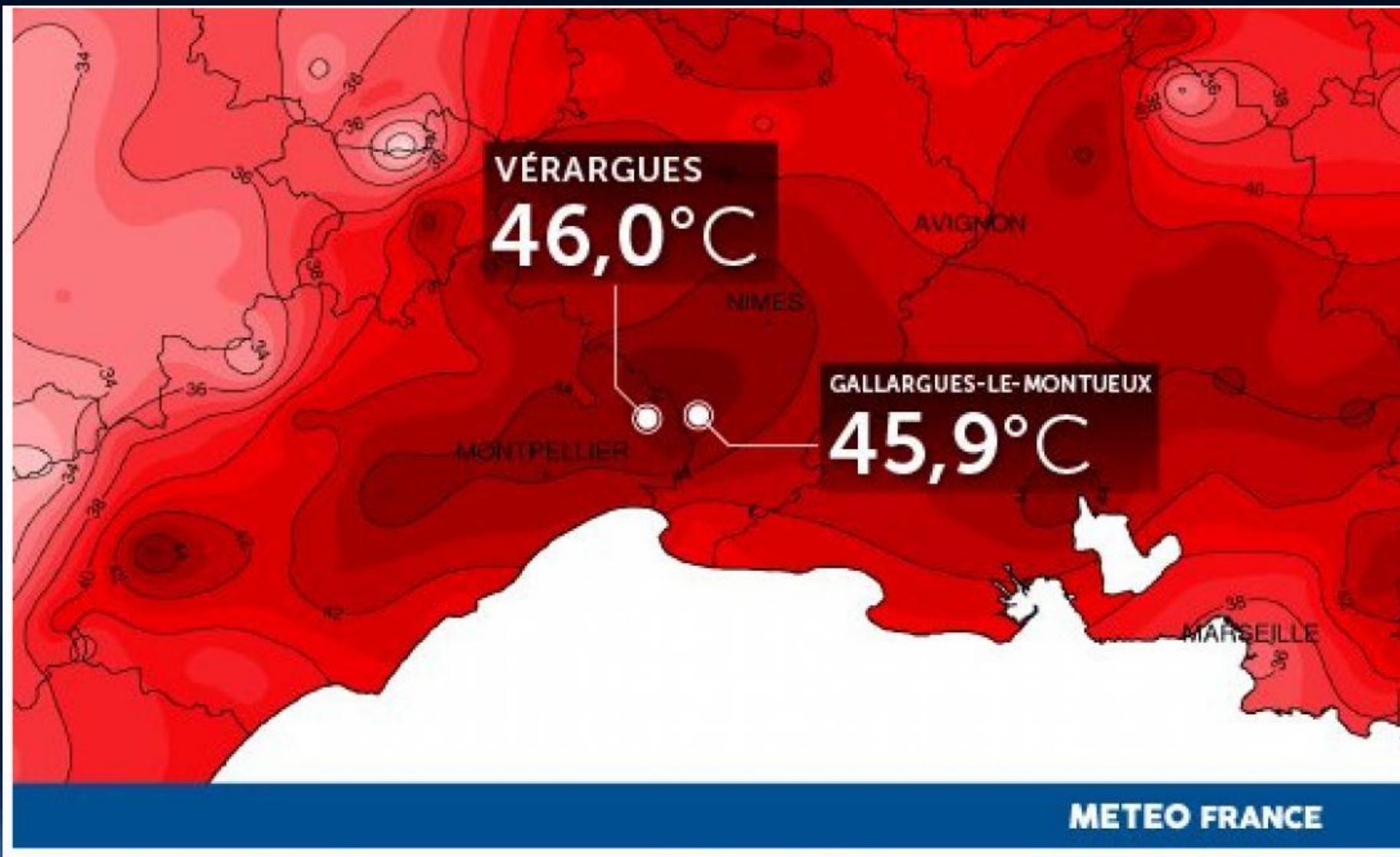
# Indicateurs du changement climatique



# Indicateurs du changement climatique

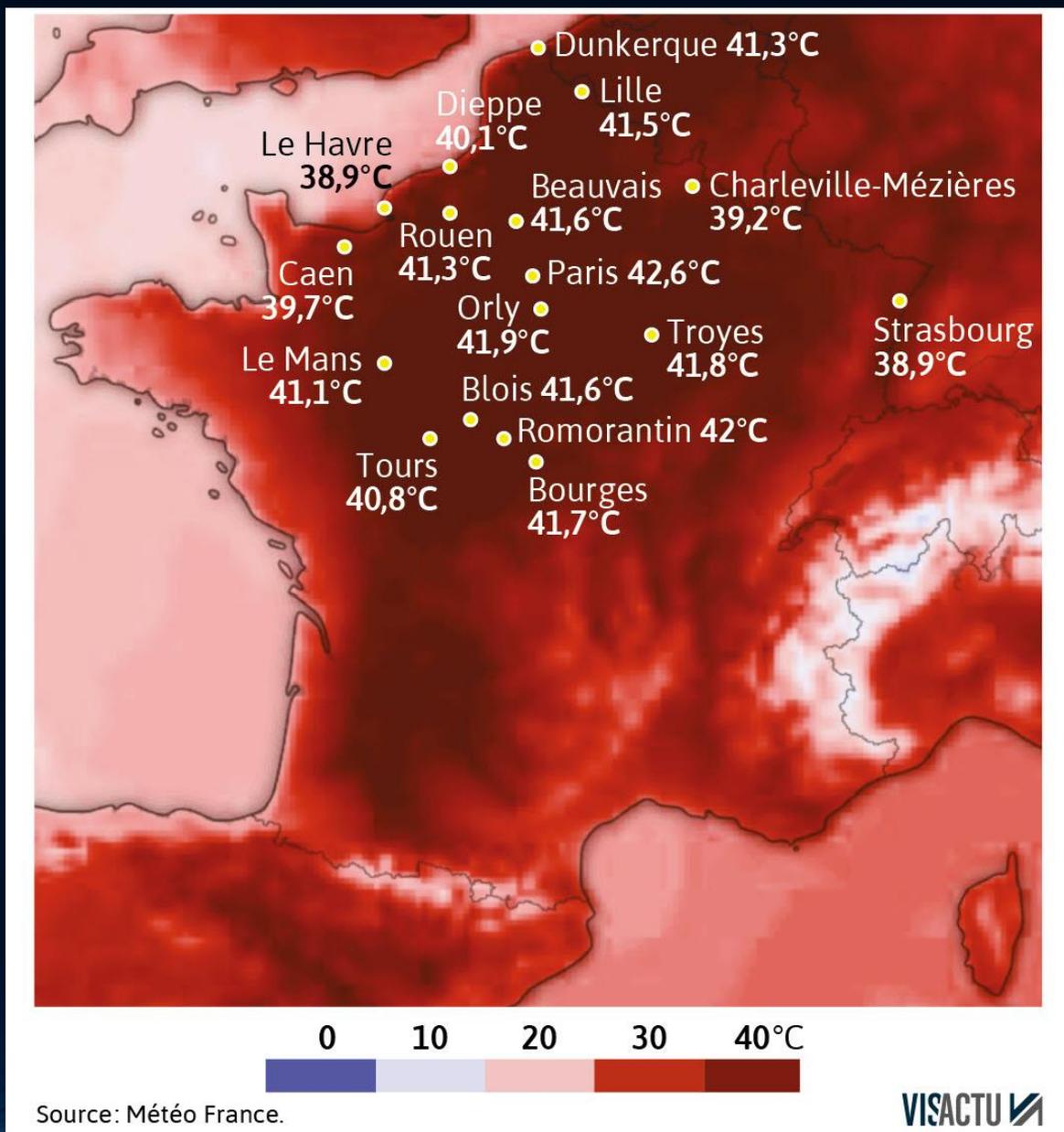


## Des événements extrêmes ces dernières années



Canicule juin 2019

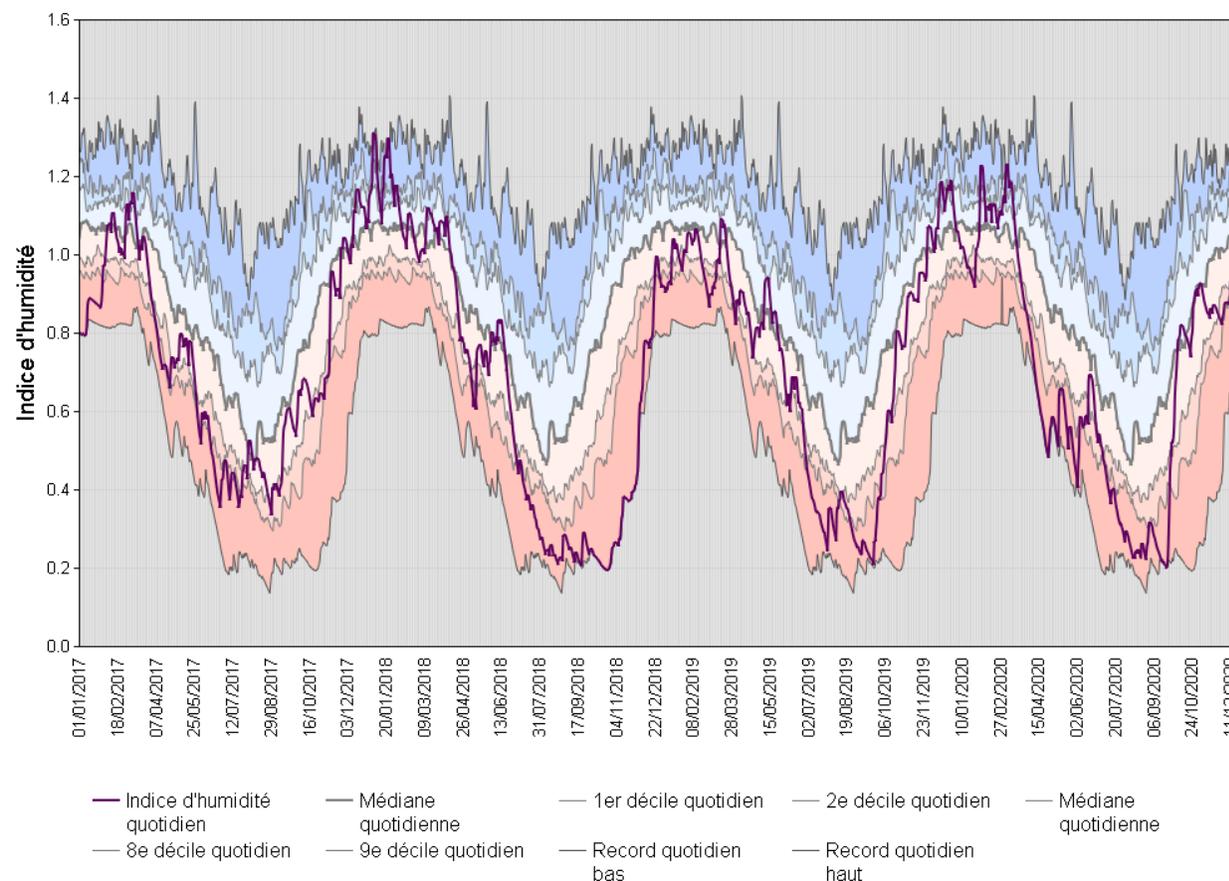
# Des évènements extrêmes ces dernières années



Canicule juillet 2019

# Des évènements extrêmes ces dernières années

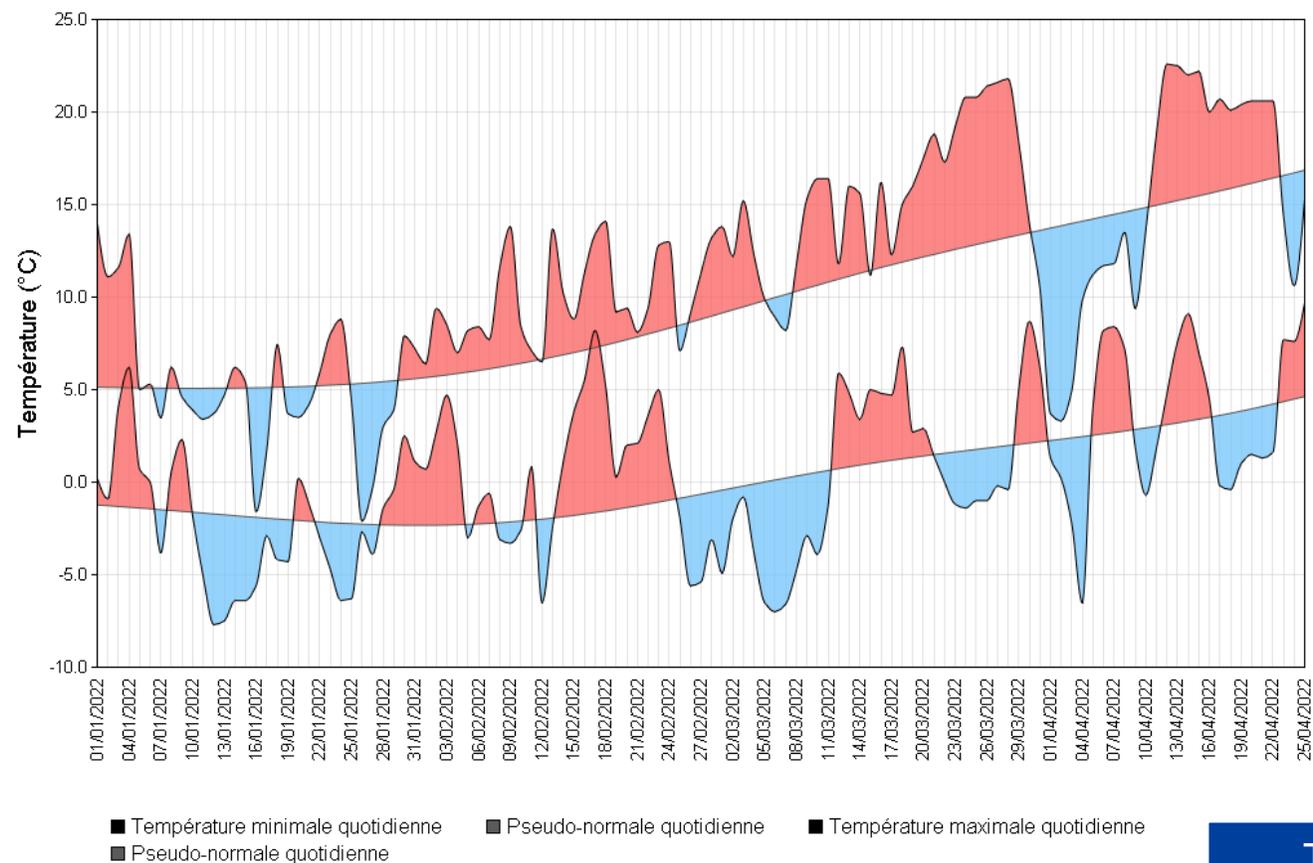
1er janvier 2017 au 31 décembre 2020



Indice d'humidité des sols dans le département des Vosges

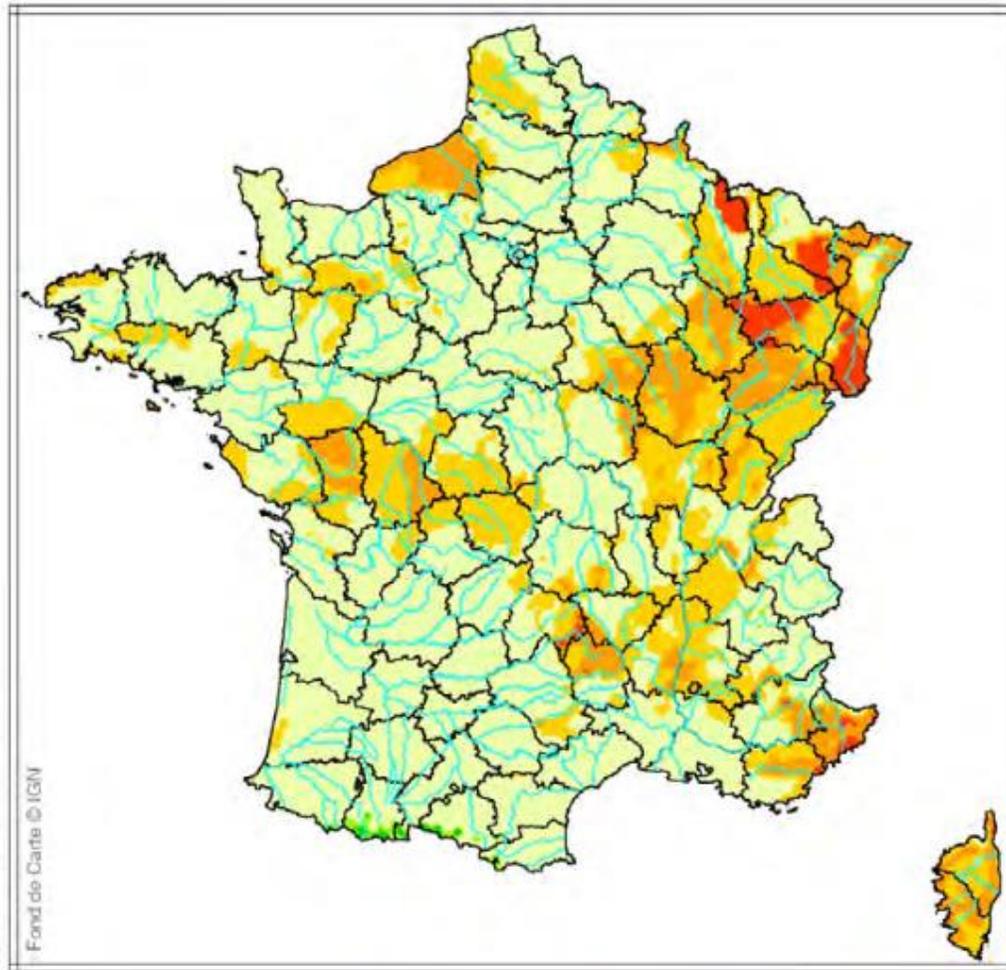
# Et en 2022 ?

1er janvier 2022 au 25 avril 2022



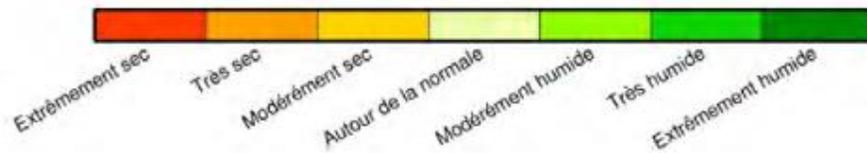
Températures minimales et maximales quotidiennes à Luxeuil

Et en 2022 ?



produit élaboré le 04 Avril 2022

Fond de Carte © IGN



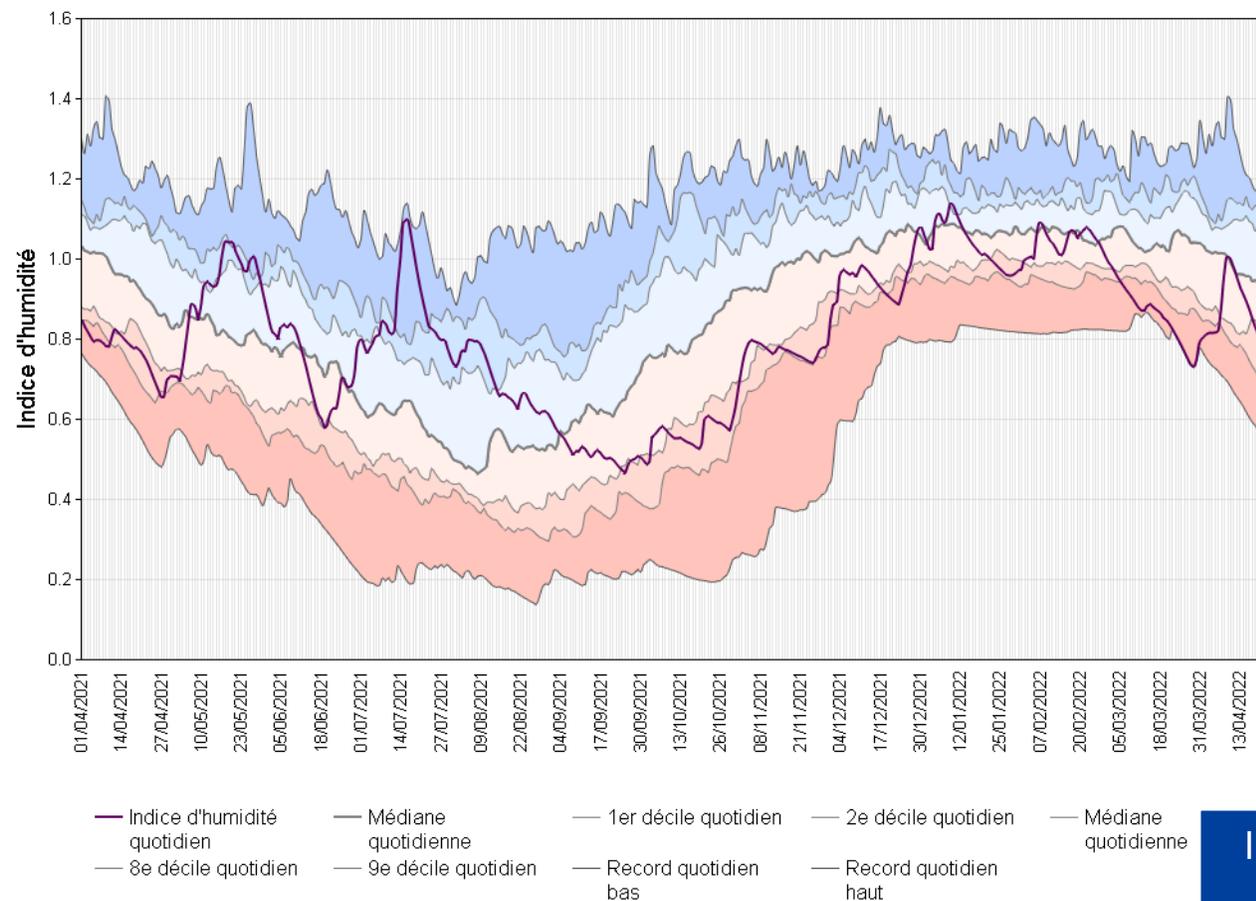
## Bulletin de Situation Hydrologique

Situation au 1<sup>er</sup> avril 2022

Indicateur de la sécheresse des sols  
Janvier à mars 2022

# Et en 2022 ?

1er avril 2021 au 25 avril 2022



Indice d'humidité des sols dans le département des Vosges

# Tendances climatiques à trois mois Avril à juin 2022

## PROBABILITÉS DE SCÉNARIO DE TEMPÉRATURES POUR LA FRANCE MÉTROPOLITAINE



## PROBABILITÉS DE SCÉNARIO DE PRÉCIPITATIONS POUR LA FRANCE MÉTROPOLITAINE



# Chaque tonne de CO<sub>2</sub> émise contribue au réchauffement de la planète.

Augmentation de la température de surface mondiale depuis 1850-1900 (°C) en fonction des émissions cumulées de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>) .

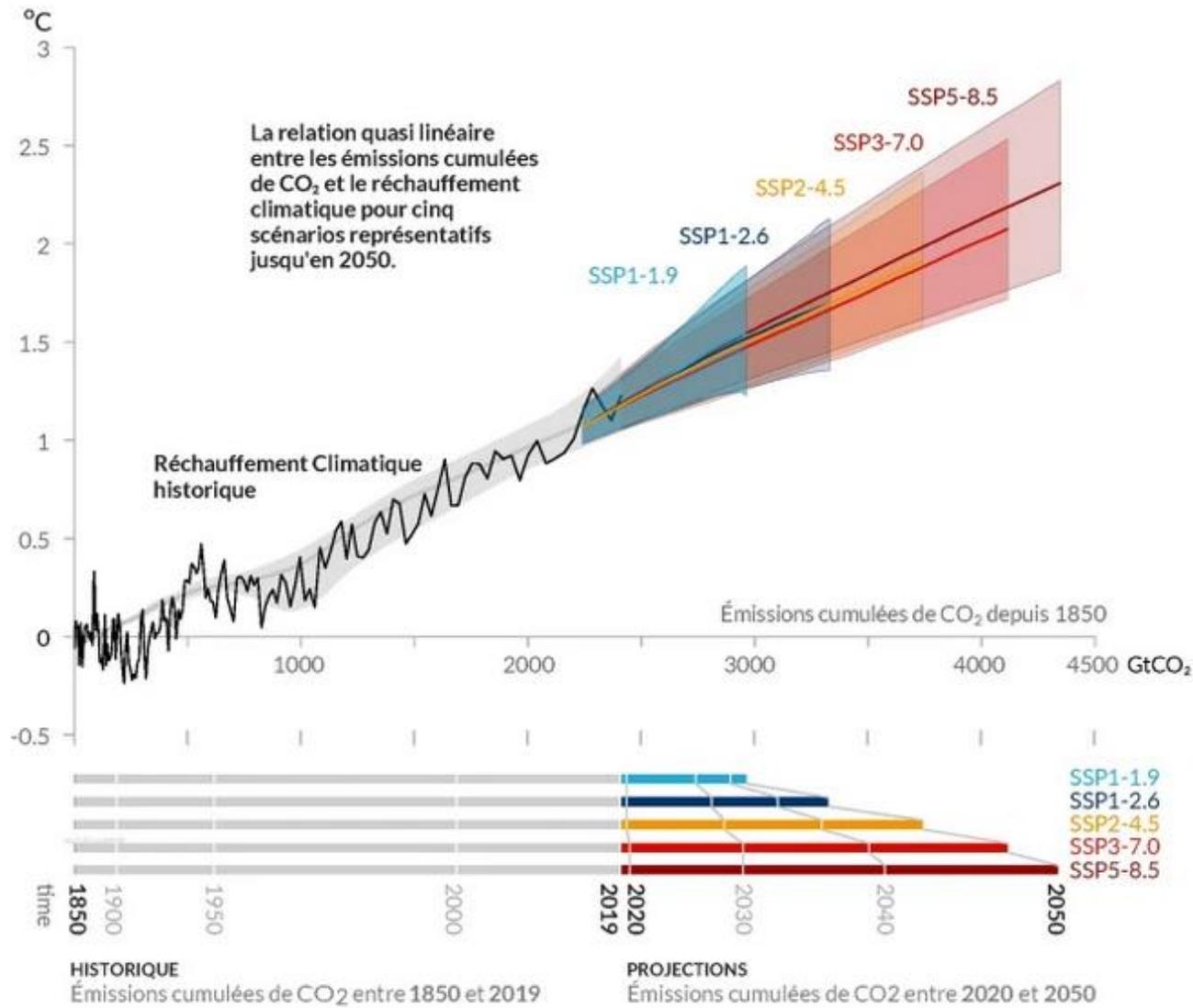
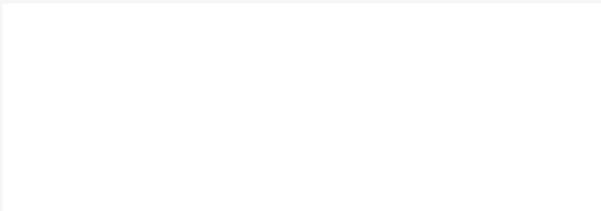


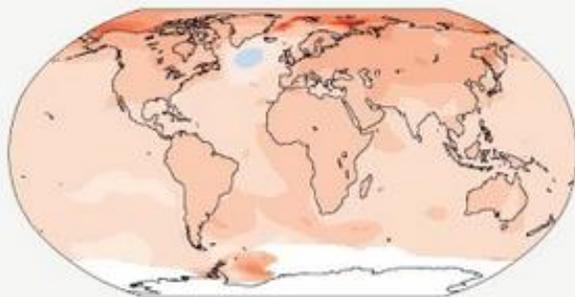
Figure SPM.10: Relation quasi-linéaire entre les émissions cumulées de CO<sub>2</sub> et l'augmentation de la température de la surface du globe.

# À chaque hausse du réchauffement climatique global, les changements s'accroissent au niveau de la température moyenne régionale, des précipitations et de l'humidité du sol.

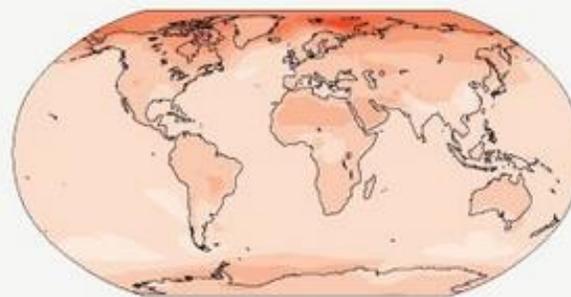
a) Changement de la température moyenne annuelle (°C) pour un réchauffement climatique de 1 °C



Évolution observée pour un réchauffement climatique de 1 °C



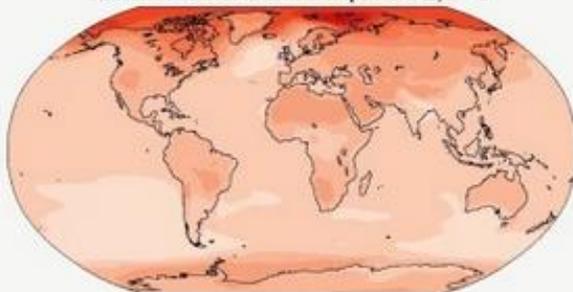
Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 1 °C



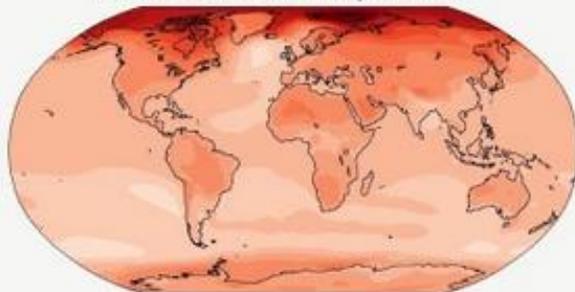
b) Changement de la température moyenne annuelle (°C) par rapport à 1850-1900



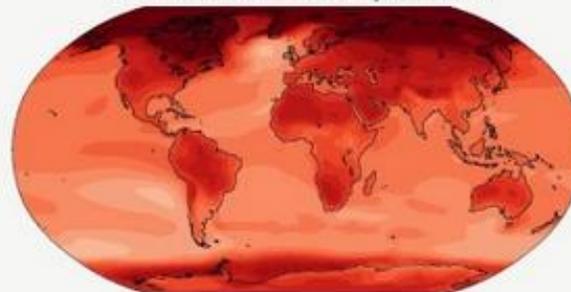
Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 1,5 °C



Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 2 °C

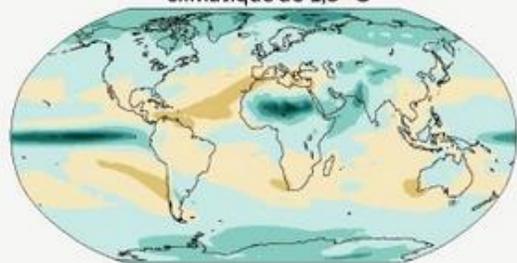


Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 4 °C

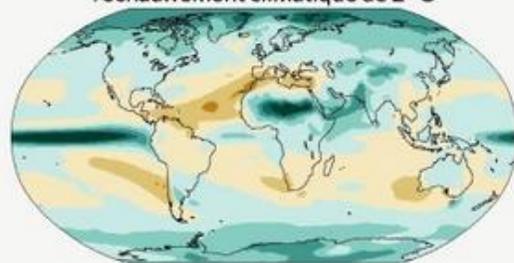


### c) Variation des précipitations moyennes annuelles (%) par rapport à 1850-1900

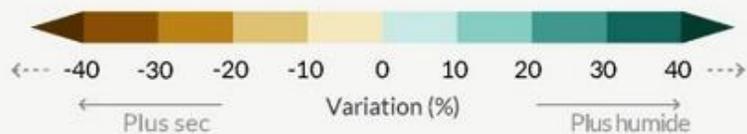
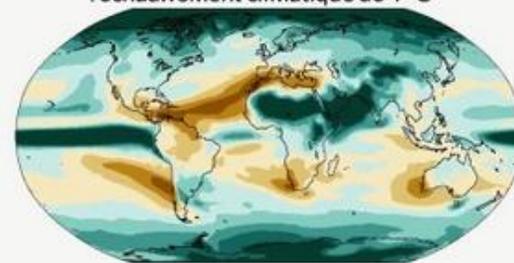
Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 1,5 °C



Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 2 °C

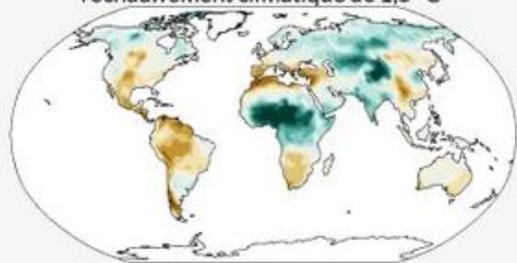


Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 4 °C

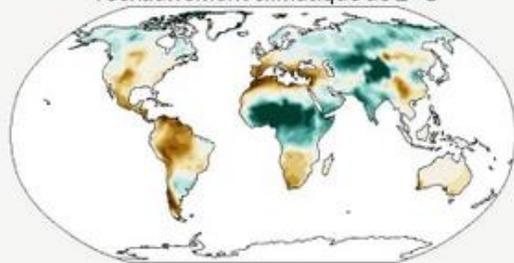


### d) Variation moyenne annuelle de l'humidité dans la colonne du sol (écart-type)

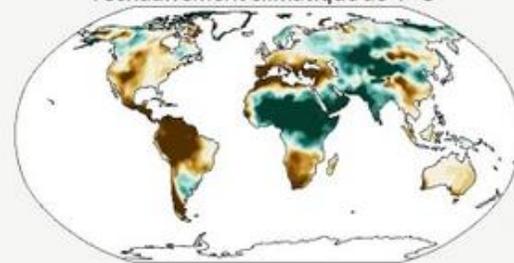
Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 1,5 °C



Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 2 °C

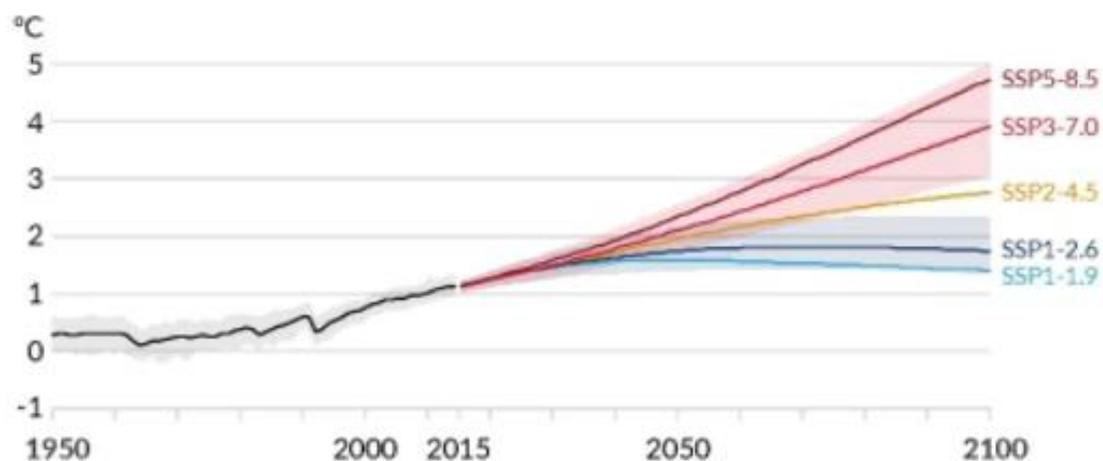


Évolution modélisée pour un réchauffement climatique de 4 °C

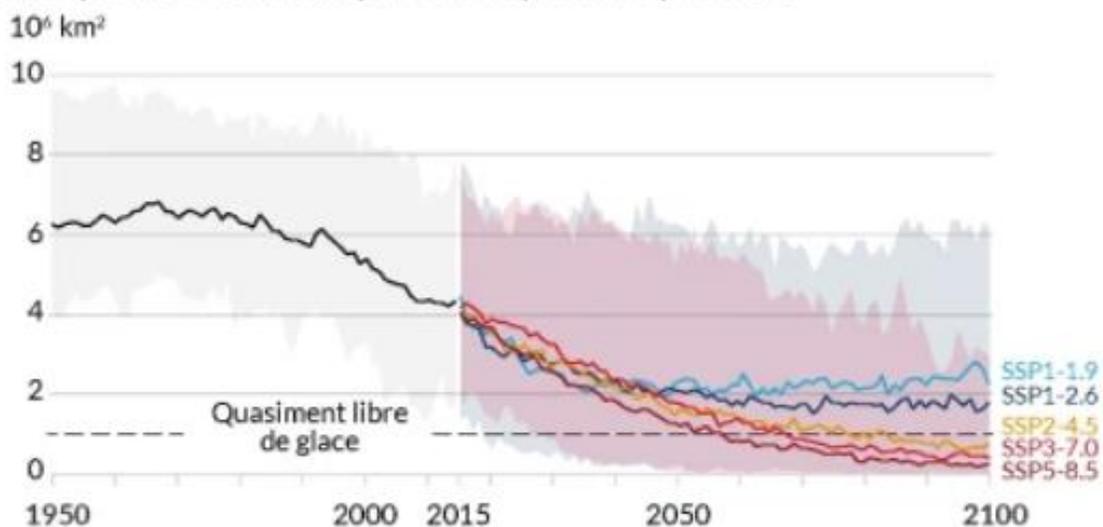


# Les activités humaines affectent les principaux éléments du système climatique, certains y réagissent sur des décennies et d'autres sur des siècles.

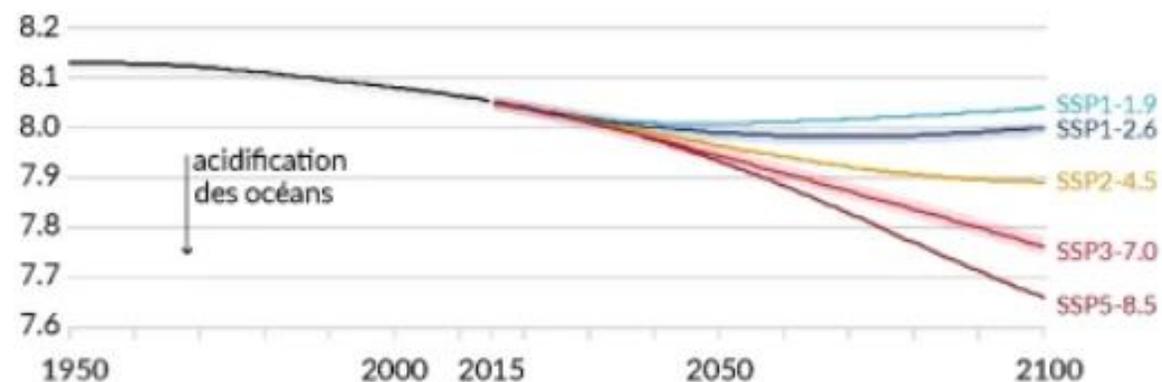
a) Changement de la température de surface mondiale par rapport à 1850-1900



b) Superficie de la banquise arctique en Septembre



c) pH de la surface globale de l'océan (une mesure de l'acidité)

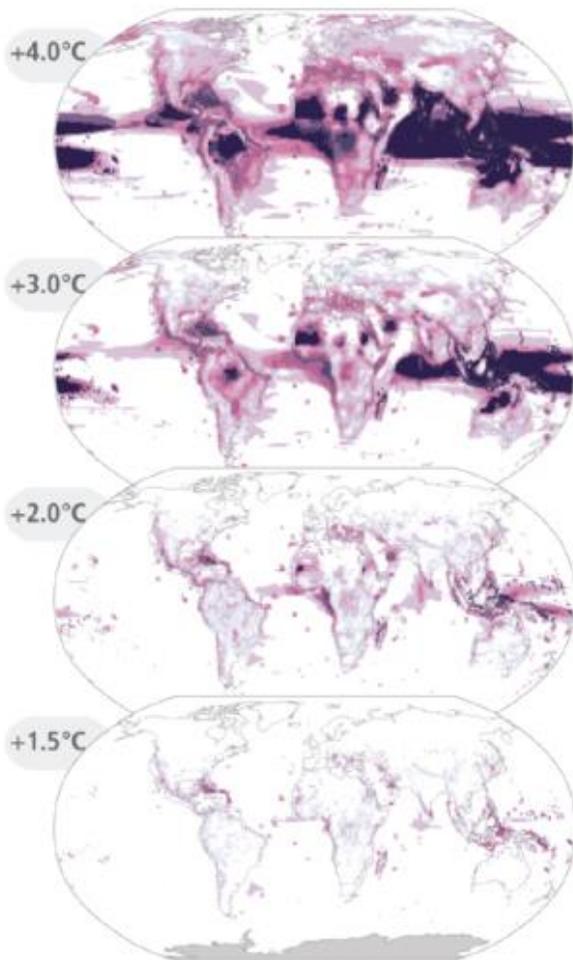


d) Variation de la moyenne mondiale du niveau des océans par rapport à 1900



# Chaque dixième de degré compte

Pourcentage d'espèces potentiellement exposées à des conditions climatiques dangereuses

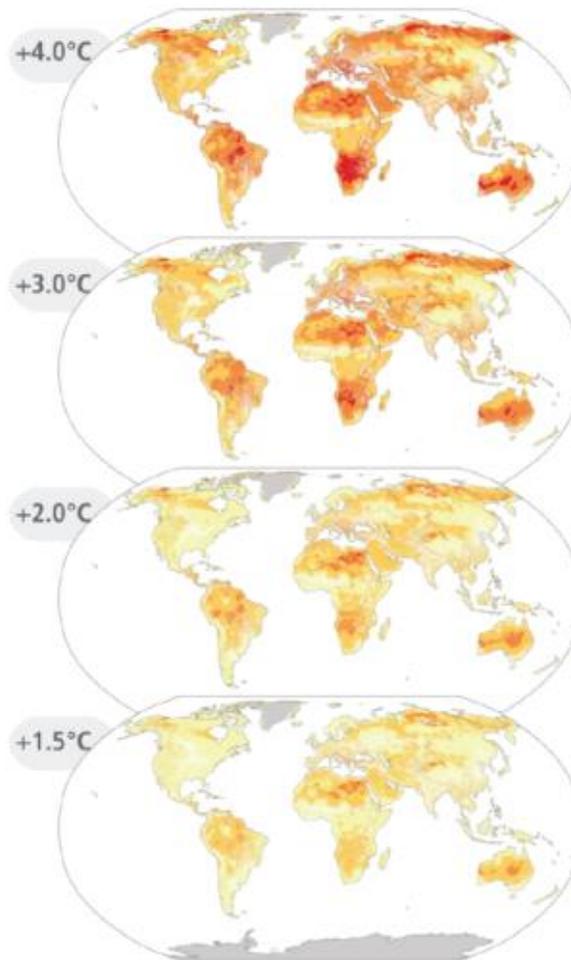


Pourcentage de biodiversité exposée



0.1% 0.5% 10% 20% 40% 60% >80%

Projection de la perte de biodiversité terrestre et d'eau douce comparé à la période pré-industrielle



Pourcentage de biodiversité perdue

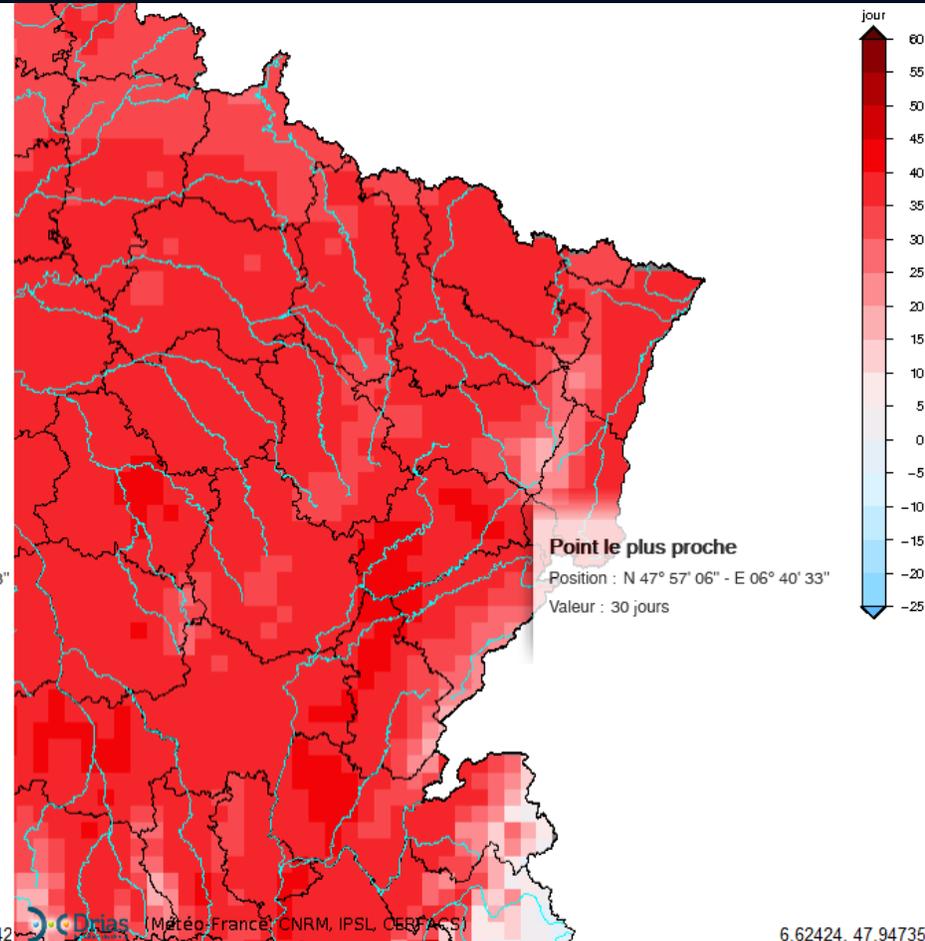
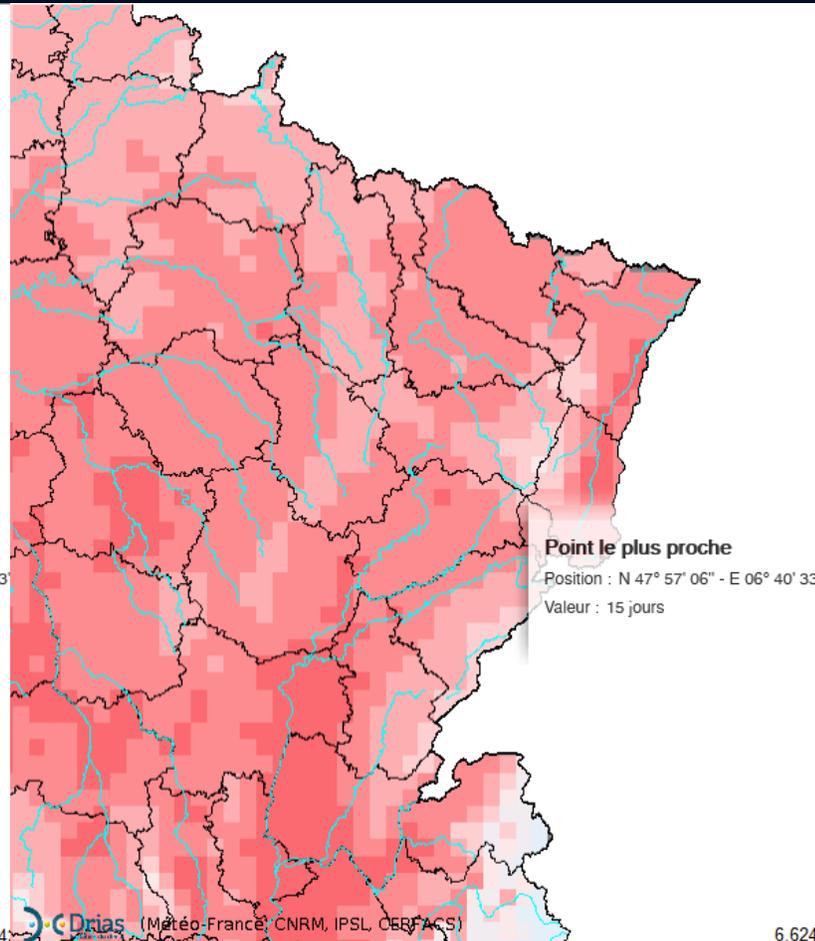


25% 50% >75%

5<sup>e</sup> centile

Médiane

95<sup>e</sup> centile

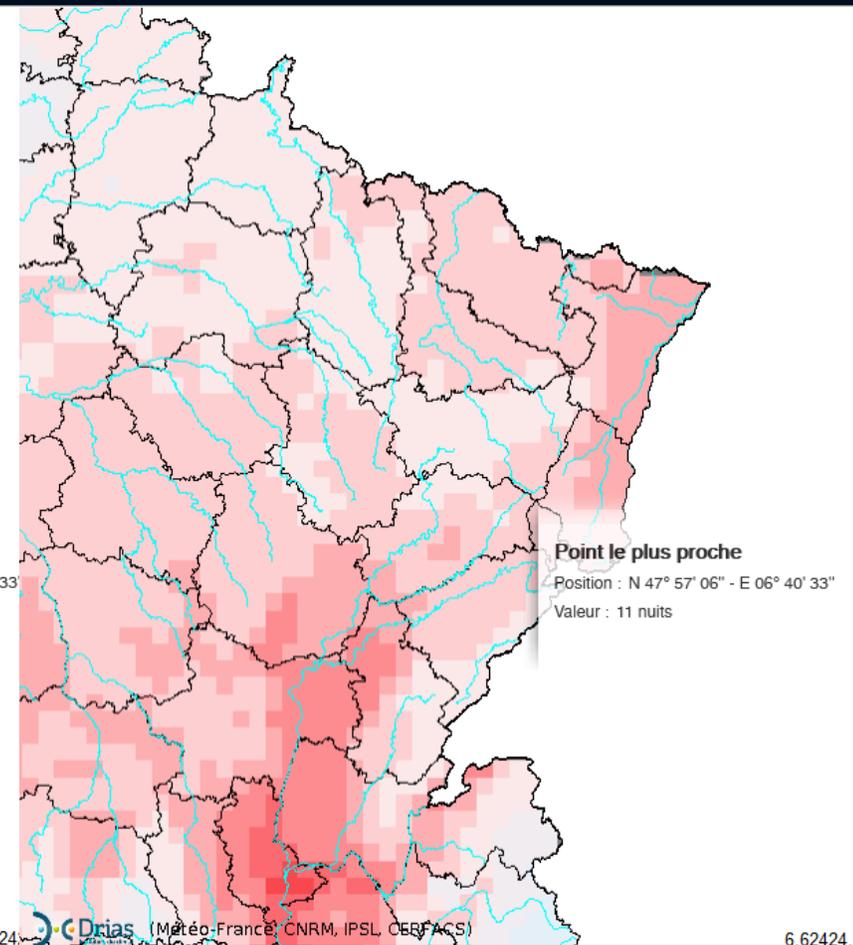
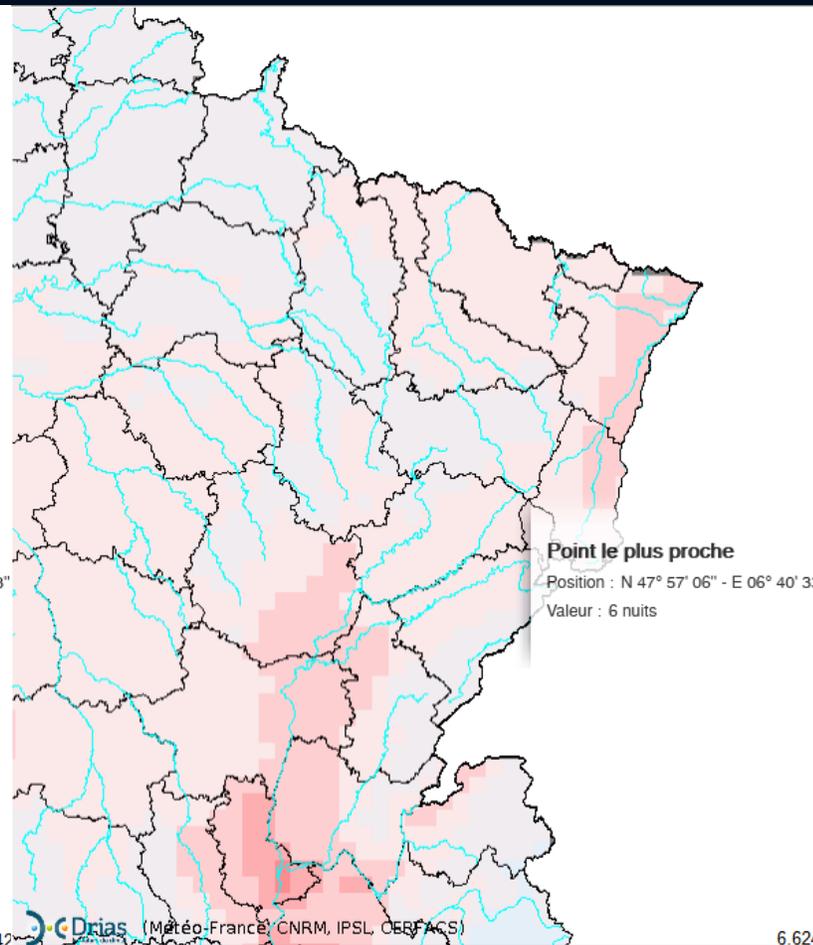
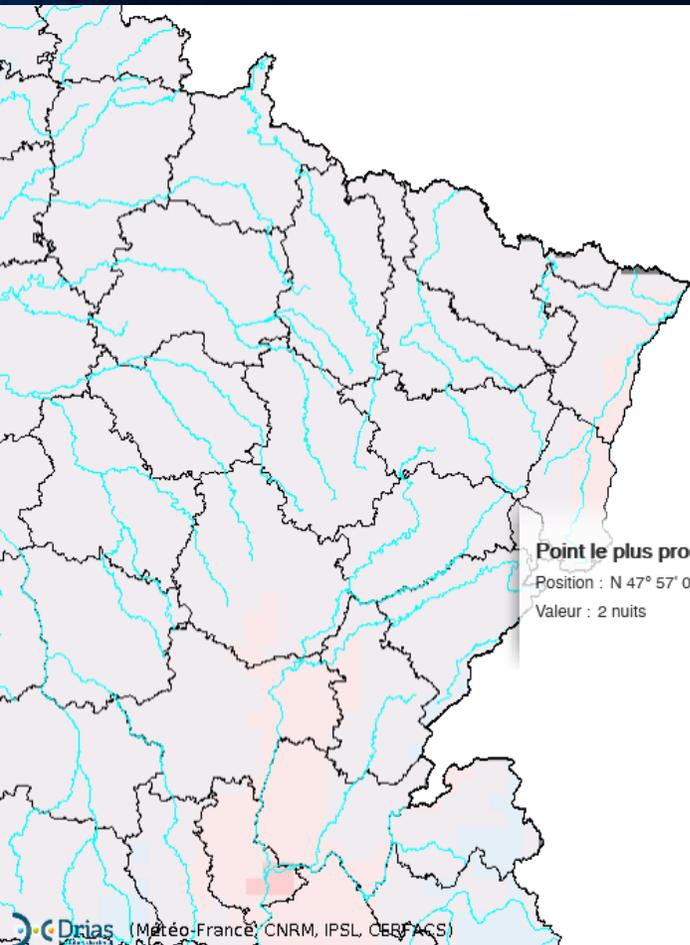


Référence 1976-2005: 15 jours

5<sup>e</sup> centile

Médiane

95<sup>e</sup> centile

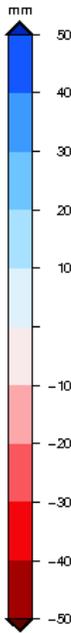
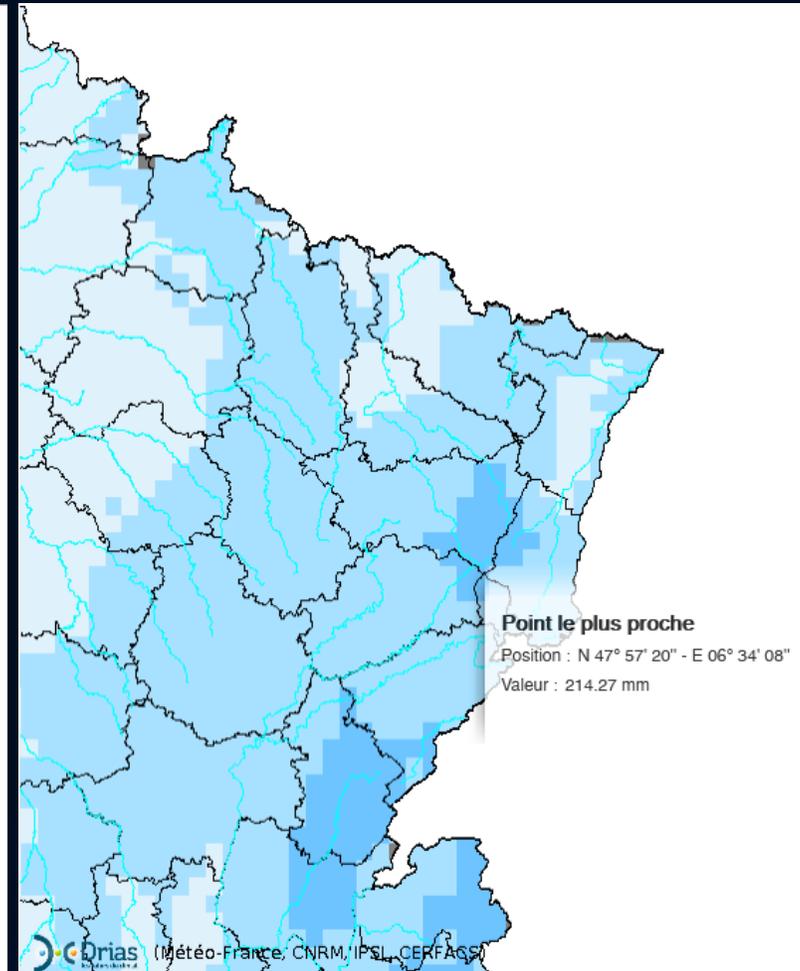
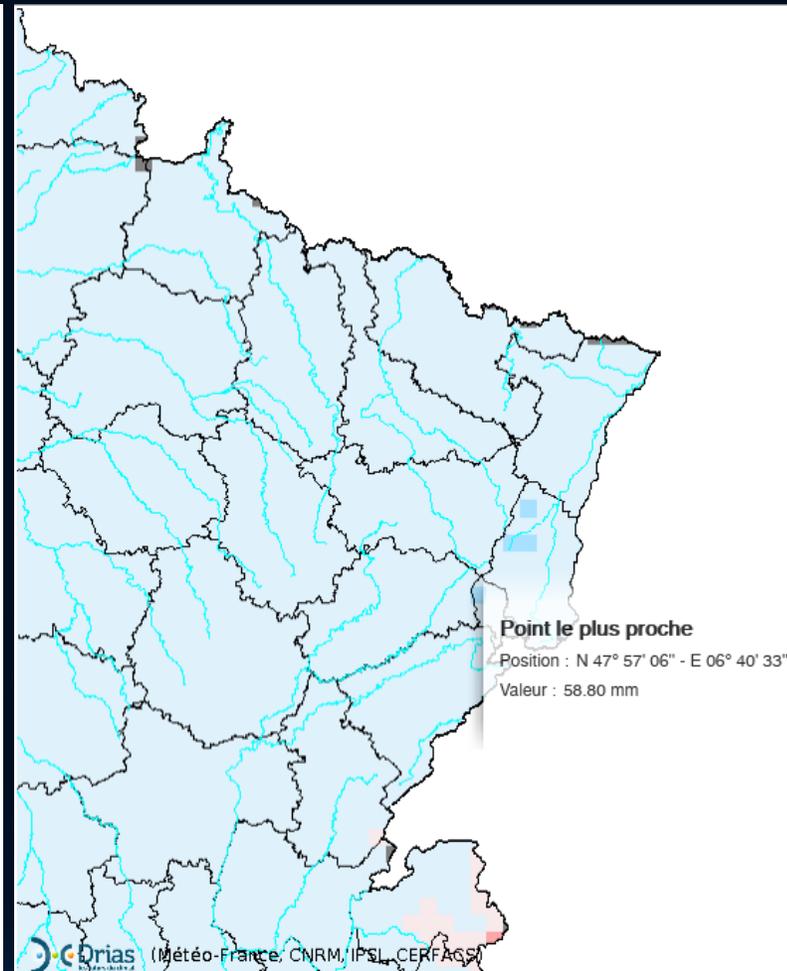
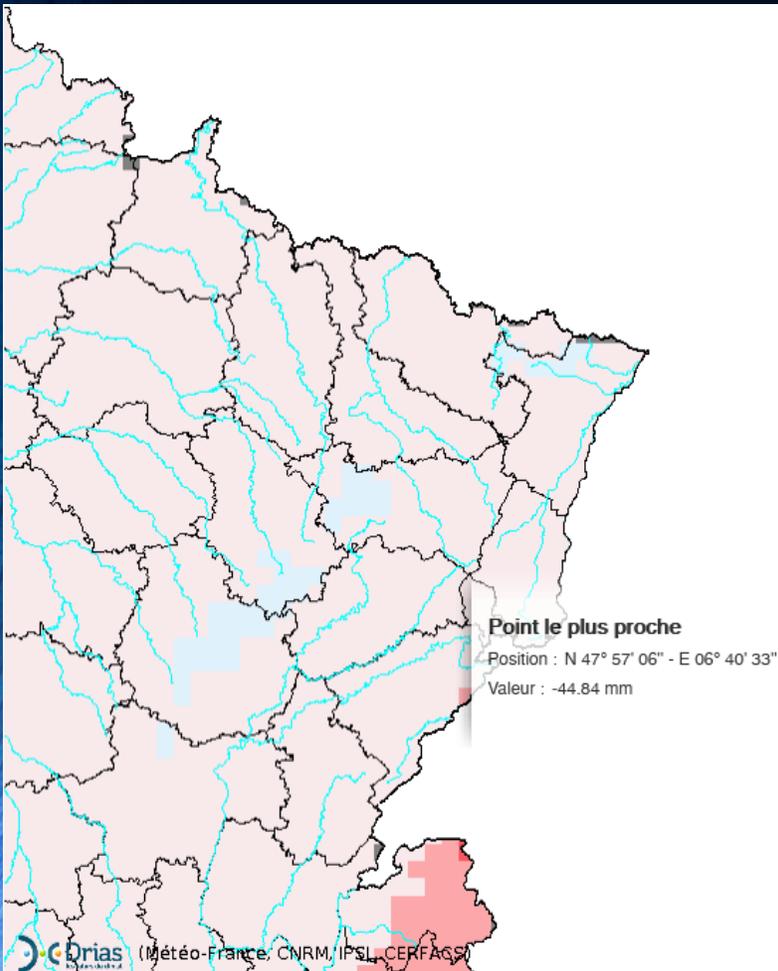


Référence 1976-2005: 1 nuit

5<sup>e</sup> centile

Médiane

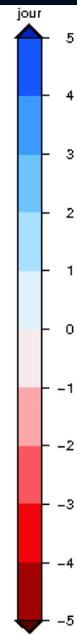
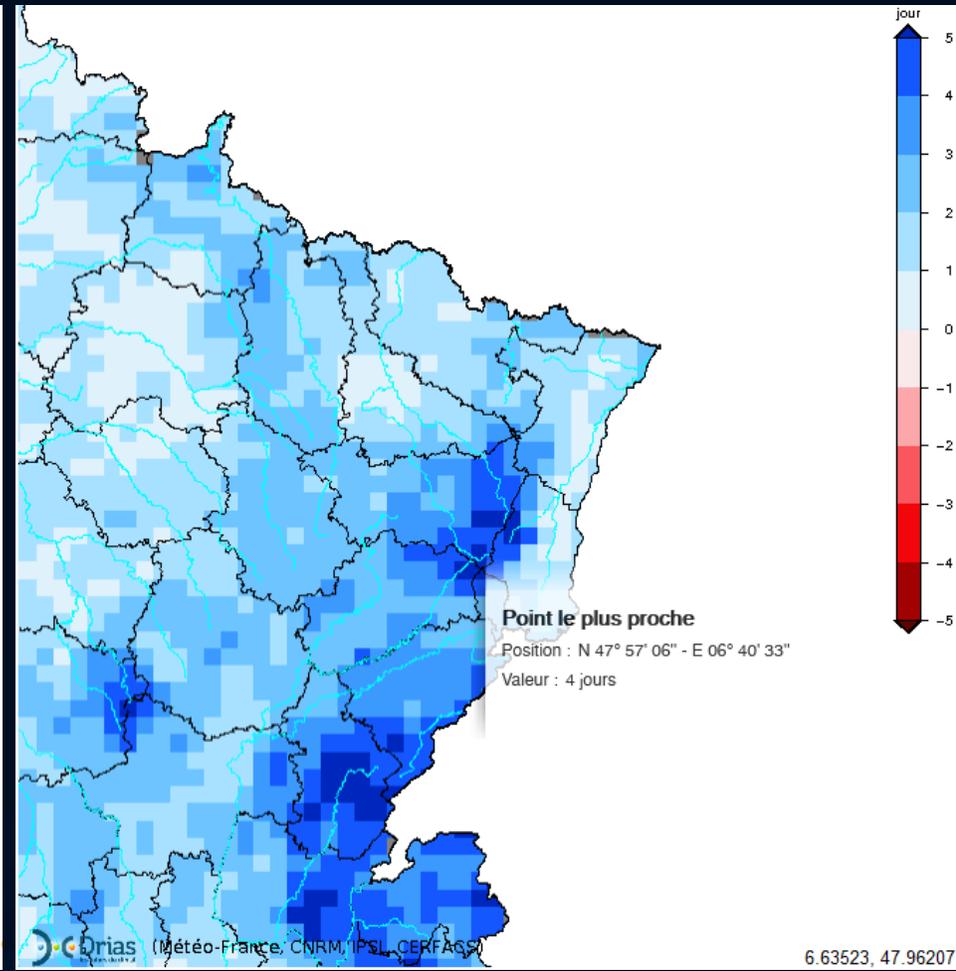
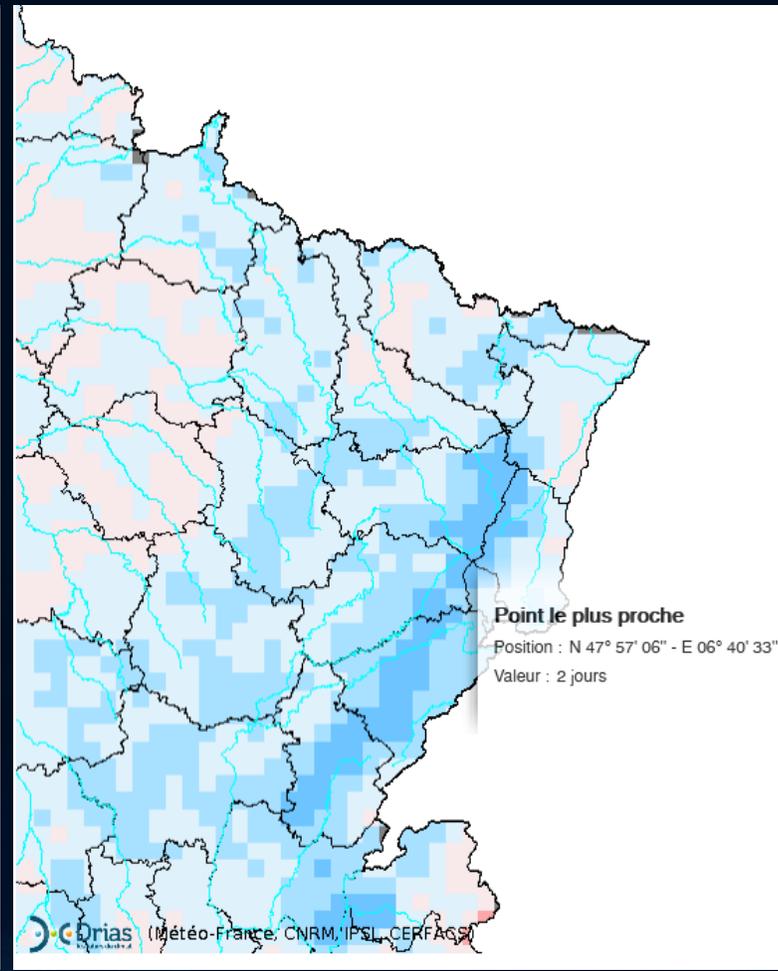
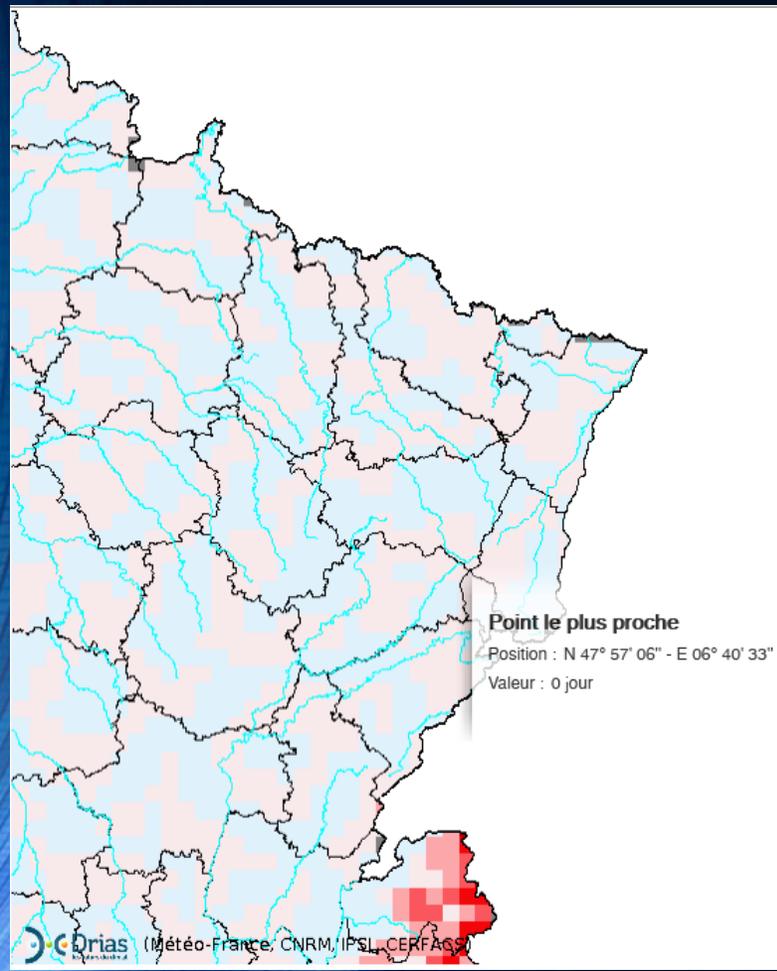
95<sup>e</sup> centile



5<sup>e</sup> centile

Médiane

95<sup>e</sup> centile

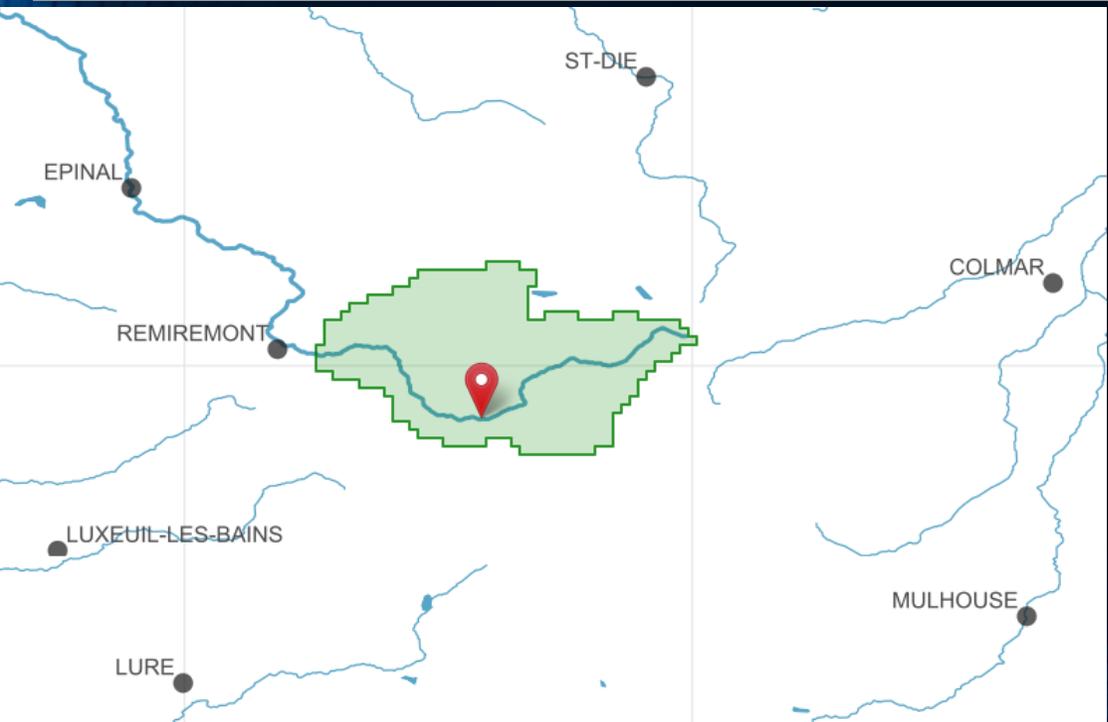
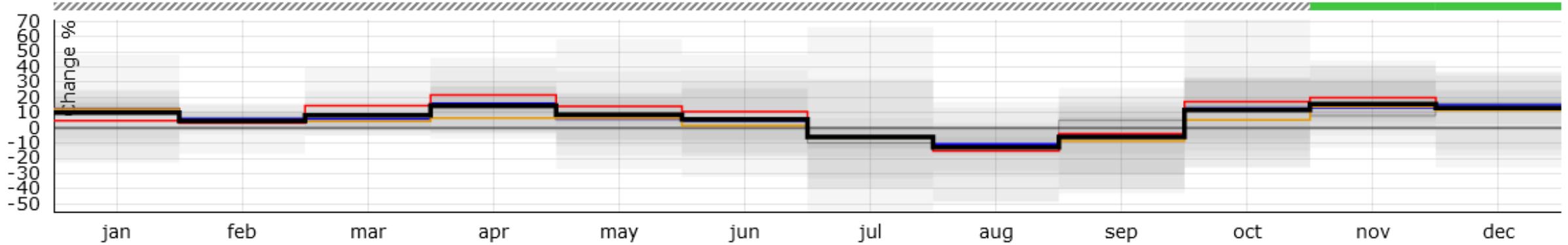


Référence 1976-2005: 17 jours

# Futurs climatiques | Débit des rivières

## River flow

Ensemble E-HYPE 2.1 VIC421 Lisflood



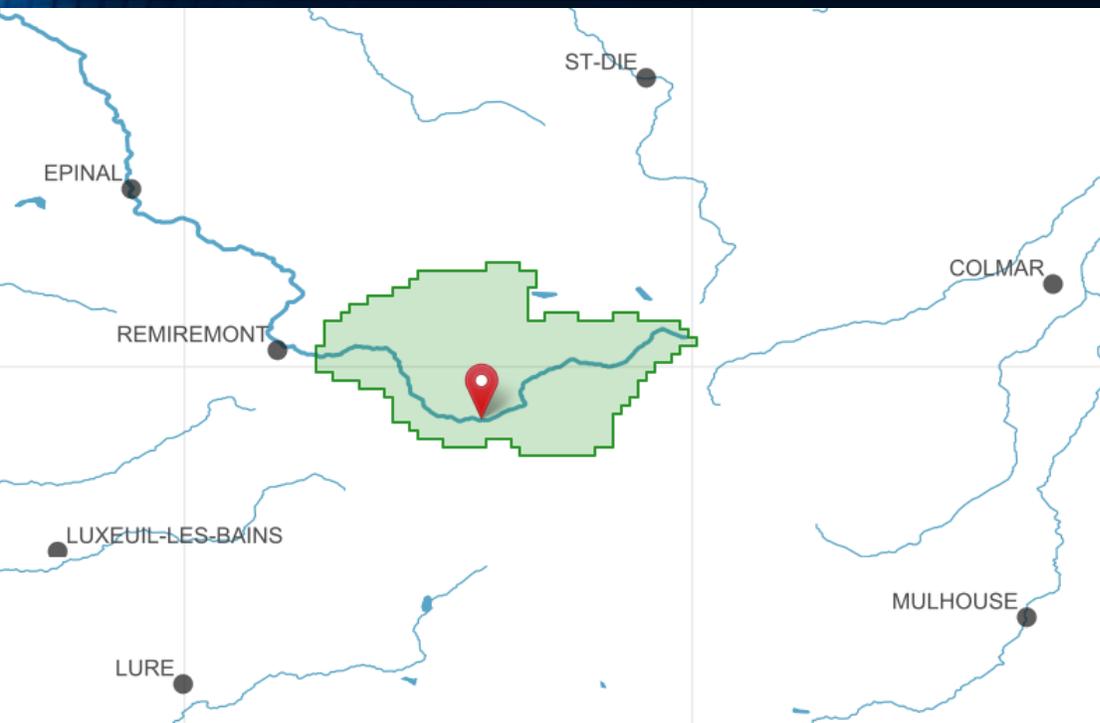
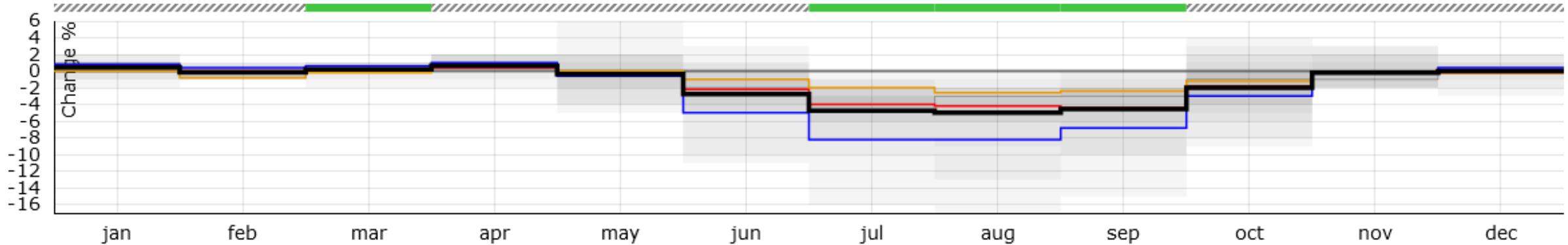
Horizon 2050  
Scénario RCP4.5

<https://hypeweb.smhi.se/explore-water/climate-change-data/europe-climate-change/>

# Futurs climatiques | Contenu en eau du sol

## Soil water content

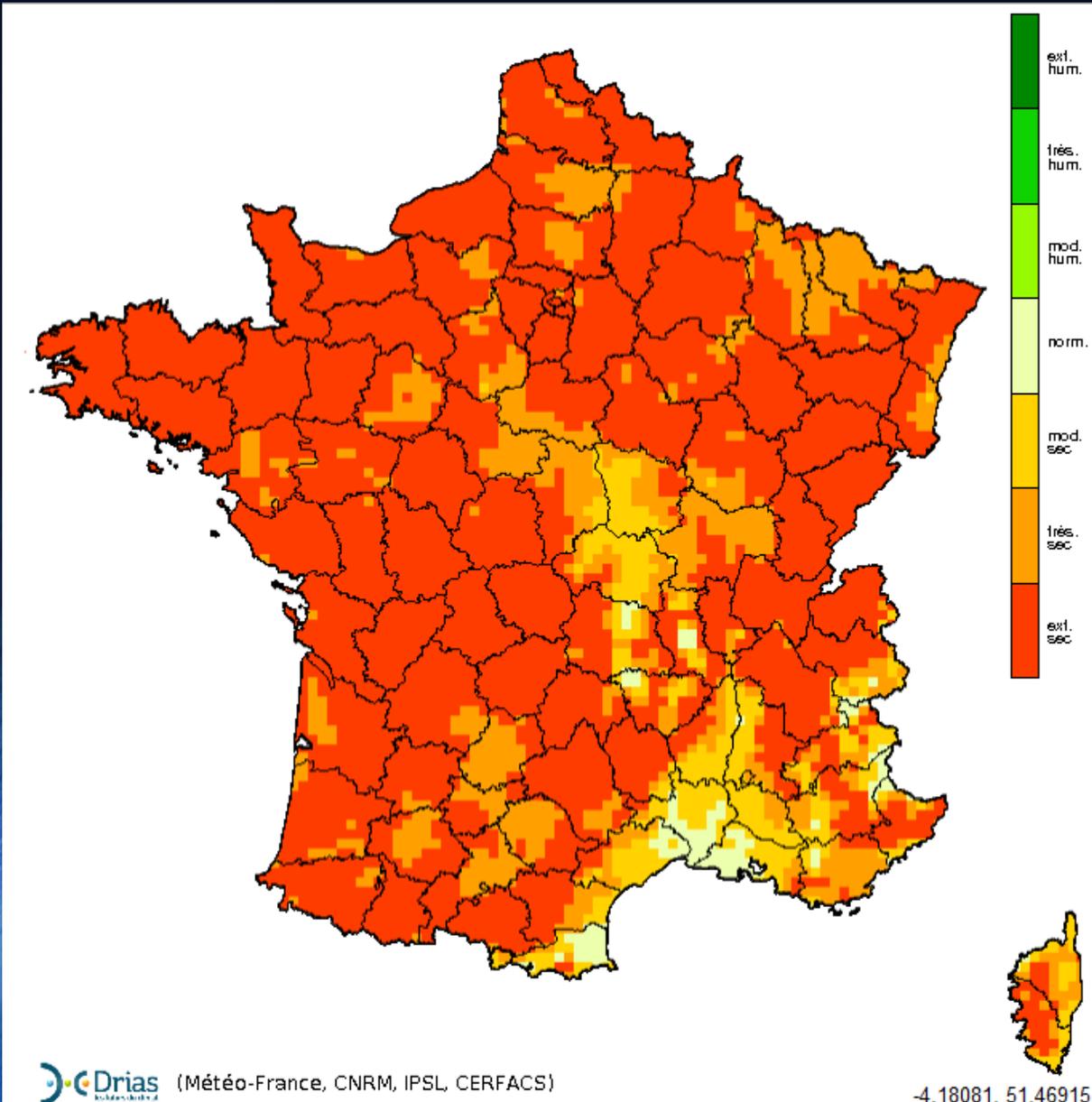
Ensemble E-HYPE 2.1 VIC421 Lisflood



Horizon 2050  
Scénario RCP4.5

<https://hypeweb.smhi.se/explore-water/climate-change-data/europe-climate-change/>

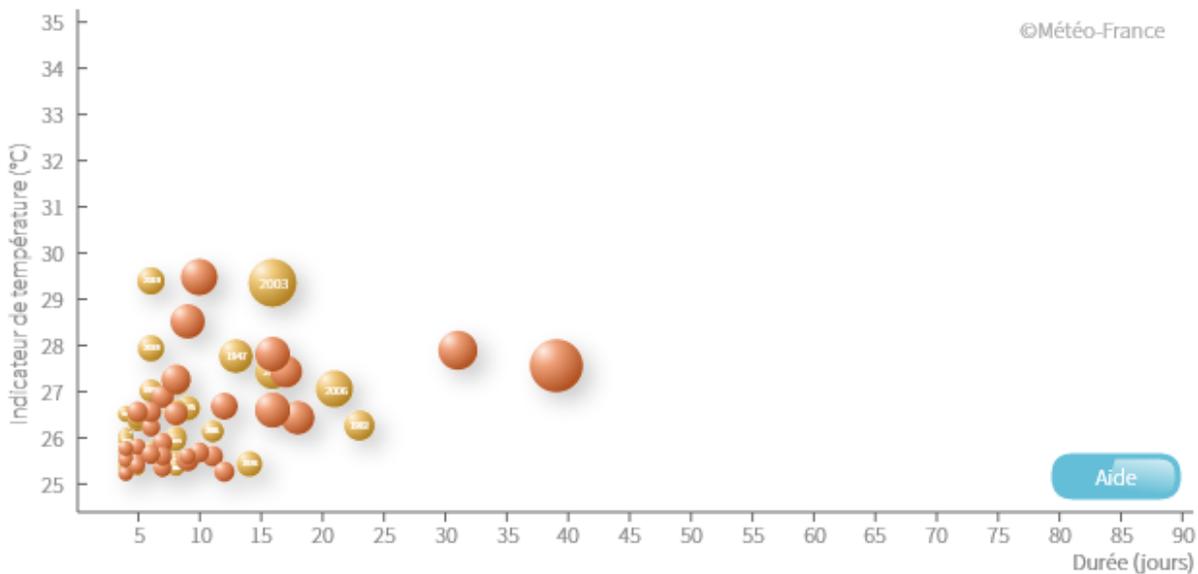
# Futurs climatiques | Indice sécheresse d'humidité des sols



**Indice sécheresse d'humidité des sols (SSWI) du modèle ISBA**  
**Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)**  
 Horizon moyen (autour de 2055) - Moyenne annuelle  
 CLIMSEC-2010 : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

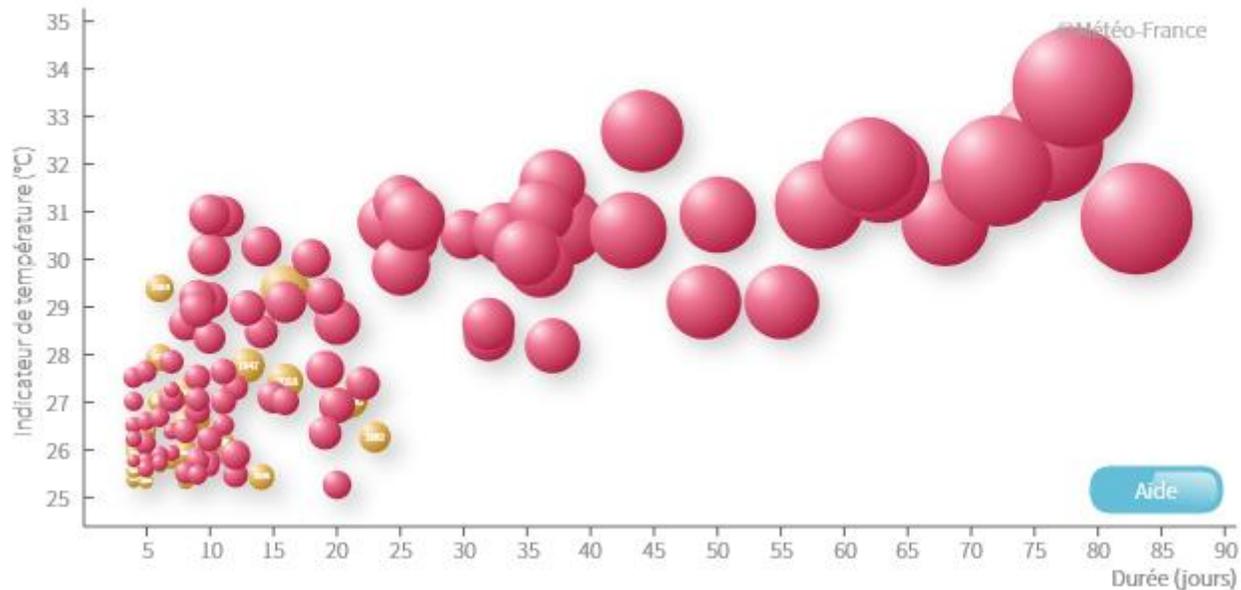
# Futurs climatiques | Vagues de chaleur en France

Vagues de chaleur : simulations pour différents scénarios et différents horizons



Horizon 2021-2050  
Tous scénarios

Vagues de chaleur : simulations pour différents scénarios et différents horizons



Horizon 2071-2100  
Scénario RCP8.5

# Outils à disposition pour s'adapter au changement climatique



**Un véritable outil d'aide à la décision!**  
Optimisez au quotidien votre gestion de la neige.

Animez les échanges parmi vos équipes grâce à notre système de prévisions des conditions météorologiques et d'enneigement sur vos pistes.



Issu d'un projet de recherche de 3 ans financé par la Commission Européenne.



13 Partenaires



5 Pays



8 Stations pilotes



❁ Prévisions à l'échelle météorologique et saisonnière, plusieurs jours et plusieurs mois.



❁ Modélisation du manteau neigeux.



❁ Prise en compte des techniques de gestion de la neige (damage, neige de culture)...

❁ L'intégration d'observations locales.

❁ Cartes globales et graphiques pour chaque sous-secteur de piste, avec prévisions nivo-météorologiques...



**CONTACTEZ NOUS!**

[contact@prosnow.org](mailto:contact@prosnow.org)

<http://prosnow.org/>



Carlo Carmagnola : [carlo.carmagnola@meteo.fr](mailto:carlo.carmagnola@meteo.fr)



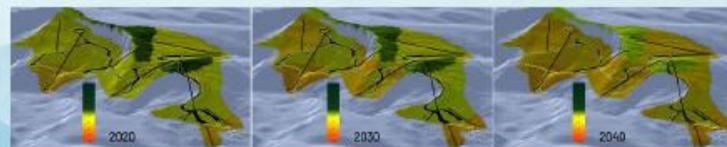
Nos équipes passionnées et spécialistes du secteur, prêts à répondre à vos problématiques!



**Planifier vos choix d'investissement grâce à nos projections de l'état futur du manteau neigeux.**

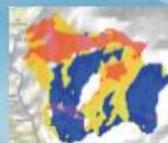
Moteur de l'économie sur votre territoire touristique, l'enneigement est soumis à des évolutions constantes.

**Des adaptations aux impacts du changement climatique s'imposent à nous!**



Climsnow vous fournit des informations sur la fiabilité et la variabilité de l'enneigement à diverses échéances jusqu'à l'horizon 2100...

Votre Territoire



❁ Neige Naturelle

+  
Votre Station



❁ Neige Naturelle Damée

❁ Neige Naturelle et de Culture Damées

❁ Neige Naturelle et de Culture Damées

**CONTACTEZ NOUS!**

Devis gratuit : +33 (0)7 76 02 17 26

<https://www.climsnow.com/>



Carlo Carmagnola : [carlo.carmagnola@meteo.fr](mailto:carlo.carmagnola@meteo.fr)



Nos équipes passionnées et spécialistes du secteur, prêts à répondre à vos problématiques!

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
Liberté Égalité Fraternité

Er En

# DRIAS les futurs du climat

ACCUEIL ACCOMPAGNEMENT DÉCOUVERTE DONNÉES ET PRODUITS

Bienvenue sur le nouveau portail DRIAS  
Venez découvrir les nouvelles projections climatiques de référence et les nouveaux indicateurs à travers une ergonomie et un design renoués.




Merci pour votre attention !  
David PELOT  
david.pelot@meteo.fr

FR

# Climat<sup>HD</sup>

METEO FRANCE

Depuis plusieurs décennies, le changement climatique est en marche. Il va encore s'accroître au cours du XXI<sup>e</sup> siècle.

Climat<sup>HD</sup> propose une vision intégrée de l'évolution du climat passé et futur, aux plans national et régional.

Climat<sup>HD</sup> synthétise les derniers travaux des climatologues : des messages clés et des graphiques pour mieux appréhender le changement climatique et ses impacts.

FRANCE MÉTROPOLITAINE LA RÉUNION

CH<sub>4</sub> CO<sub>2</sub> N<sub>2</sub>O

DÉMARREZ DÉMARREZ

1900 1920 1940 1960 1980 2000 2020 2040 2060 2080 2100

LE PROJET SERVICES CLIMATIQUES BLOG CONTACTEZ-NOUS

DESIGN

ClimAbility<sup>TM</sup>  
Rhin Supérieur - Oberrhein  
www.clim-ability.eu

Le projet

## Préparons votre entreprise aux conséquences des changements climatiques dans le Rhin supérieur !

POURQUOI ? COMMENT ? BÉNÉFICIEZ D'UN AUDIT CLIMATIQUE




Logos of partner organizations at the bottom: AEM, European Union, BASF, BASIL, Universität de Strasbourg, INSA, etc.