

L'eau et l'adaptation aux changements climatiques

1. D'hier à aujourd'hui, état des lieux
2. Demain, projections

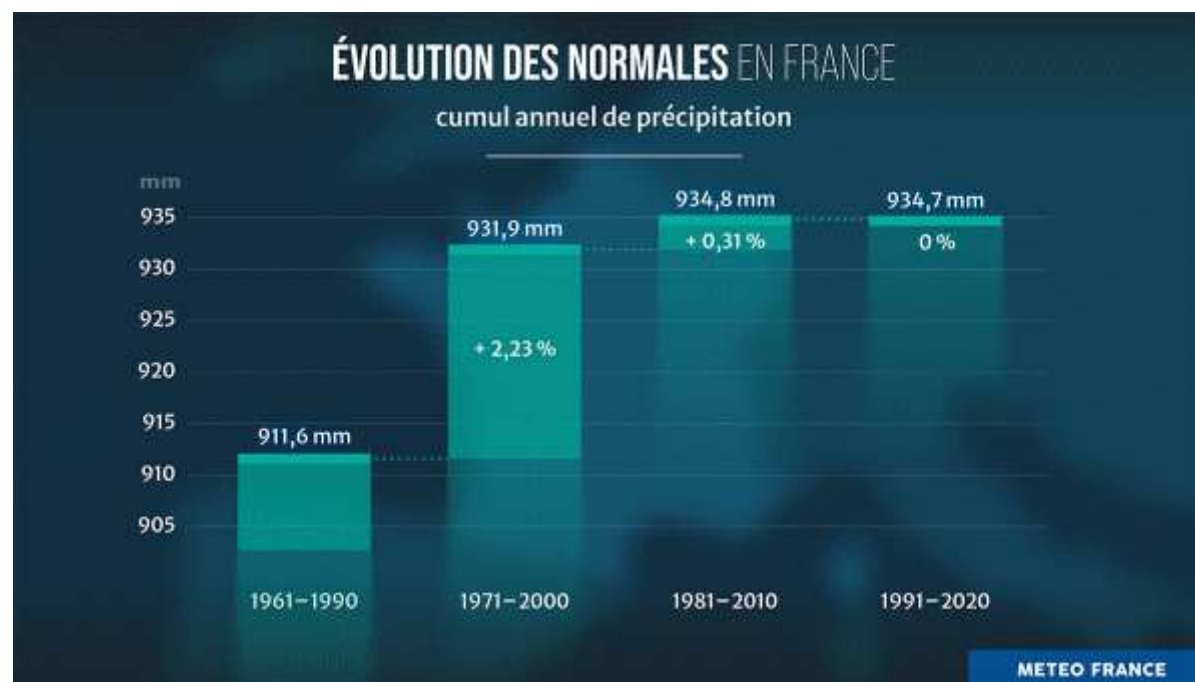
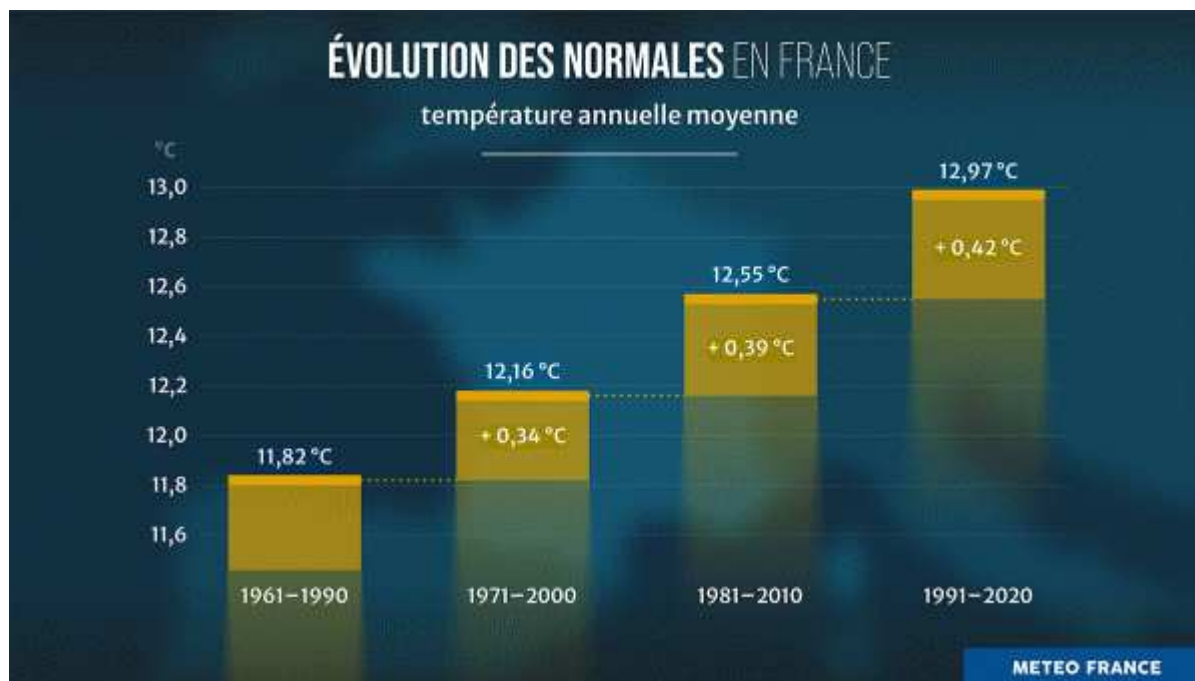
Lionel PFLUMIO, Ingénieur conseil en météorologie et climatologie.
Saint-Dizier, 22 septembre 2022

L'eau et l'adaptation aux changements climatiques

1. D'hier à aujourd'hui, état des lieux
2. Demain, projections

Lionel PFLUMIO, Ingénieur conseil en météorologie et climatologie.
Saint-Dizier, 22 septembre 2022

De nouvelles normales pour qualifier le climat en France





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Eau et changement climatique

> RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE



pour la température de l'air au-dessus
des continents depuis 1900
(GIEC)

> INONDATIONS



En France :

792

communes reconnues
en état de catastrophe
naturelle pour inondation
en 2015

(Eaufrance)

> MONTÉE DU NIVEAU DE LA MER



+60 à 110 cm

d'ici 2100 si on suit
la tendance actuelle
(GIEC)

> SÉCHERESSE, DÉSSERTIFICATION



500

millions de personnes
touchées par la
désertification dans le
monde

(GIEC)

> ASSÈCHEMENT PÉRIODIQUE DES COURS D'EAU



Les rivières
intermittentes

représenteraient environ
la moitié des cours d'eau
dans le monde

INRAE

001

001

4



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



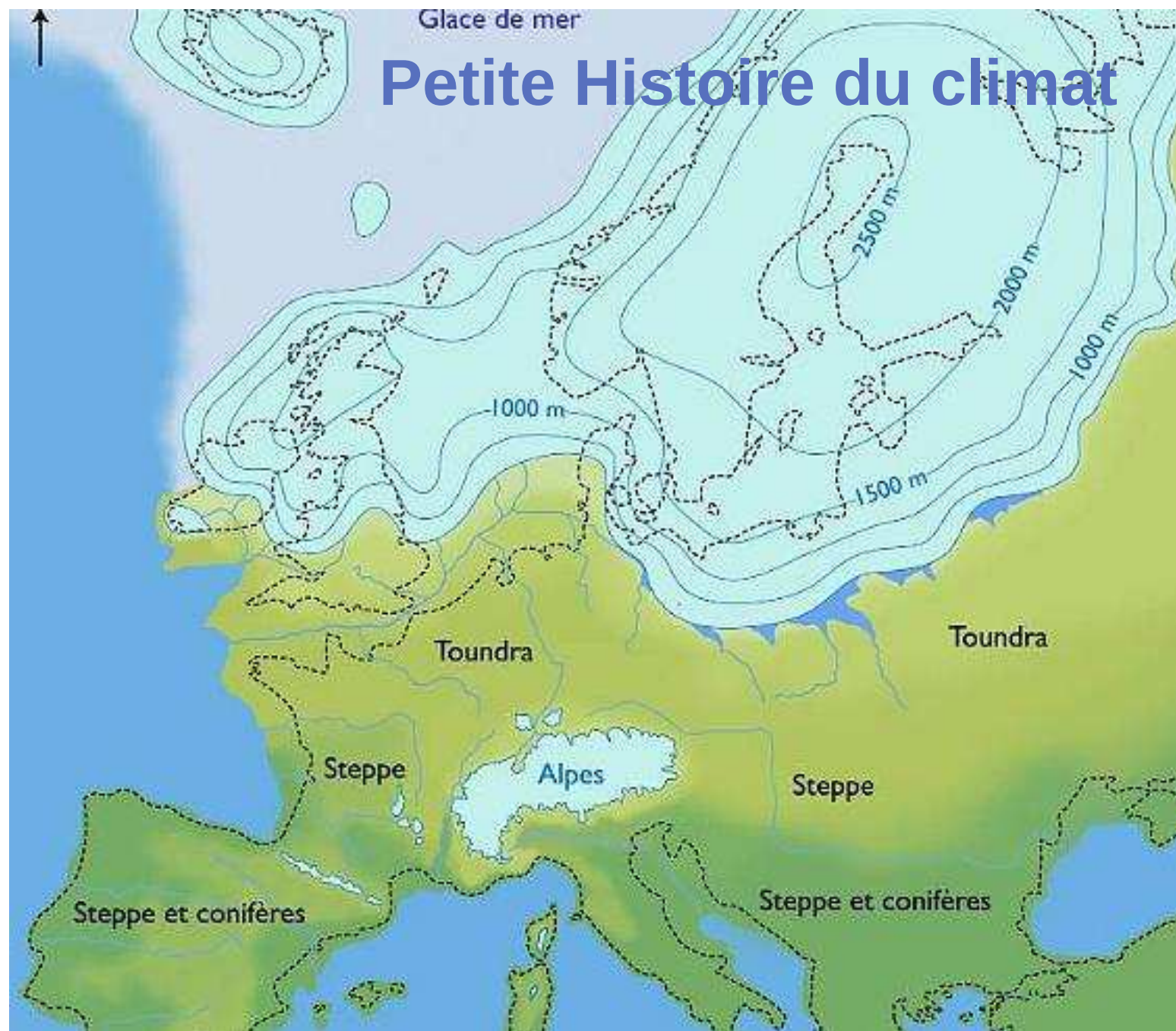
METEO
FRANCE

Glaciation
-20 000 ans

Écart de
température :

-5°C

Niveau moyen
des mers
-120m

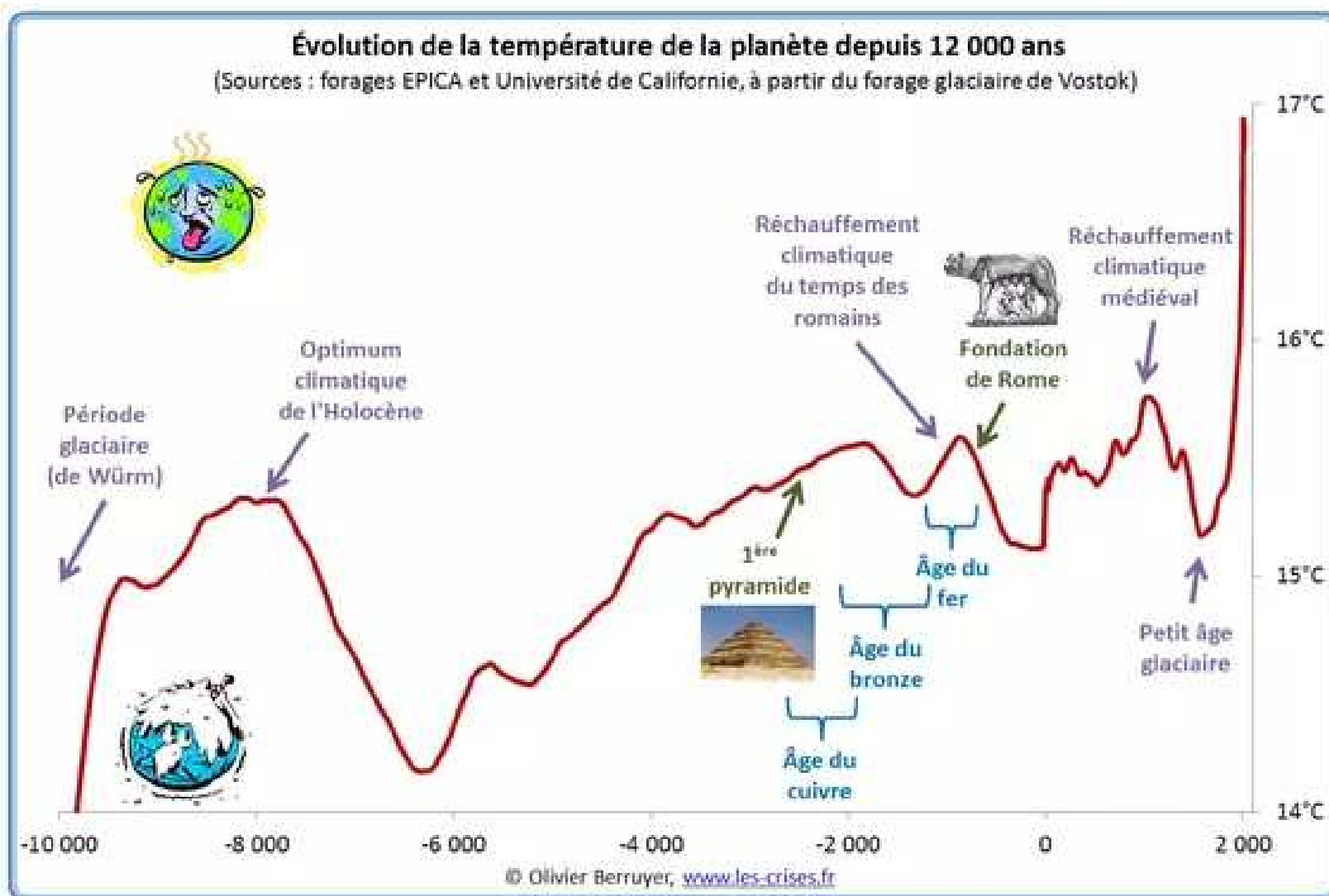


Petite Histoire du climat

Holocène
-12 000 ans

Écart de
température :

-3°C



Canicule record en Inde : "On a du mal à descendre en dessous de 36° la nuit", témoigne une Française qui réside au Rajasthan

Une canicule record en Inde provoque des coupures d'électricité et des pénuries d'eau pour des millions d'habitants depuis le mois de mars. Eline Caillaud, professeure de Français à Jaipur, dans le Rajasthan, témoigne sur franceinfo de son quotidien.



États-Unis : des restrictions d'eau sans précédent en Californie face à la sécheresse

Inondations

Reporterre
le quotidien de l'écologie

1850-2020

Écart de
température :

+1°C

En France
métropolitaine :

+1,5°C

Des inondations historiques frappent le nord du Brésil

SCIENCE&VIE

Le changement climatique accélère la fonte des glaces

LA CROIX

Incendies en Australie, en Californie et en Sibérie : « Les conséquences deviennent catastrophiques »

Le Monde

Nucléaire : « Le réchauffement climatique met en évidence la vulnérabilité des centrales à l'élévation des températures »

Les Echos

L'été 2021 est le plus chaud jamais enregistré en Europe

« Warming Stripes » du climatologue anglais Ed Hawkins.

1850-2020

Écart de
température :

+1°C

En France
métropolitaine :

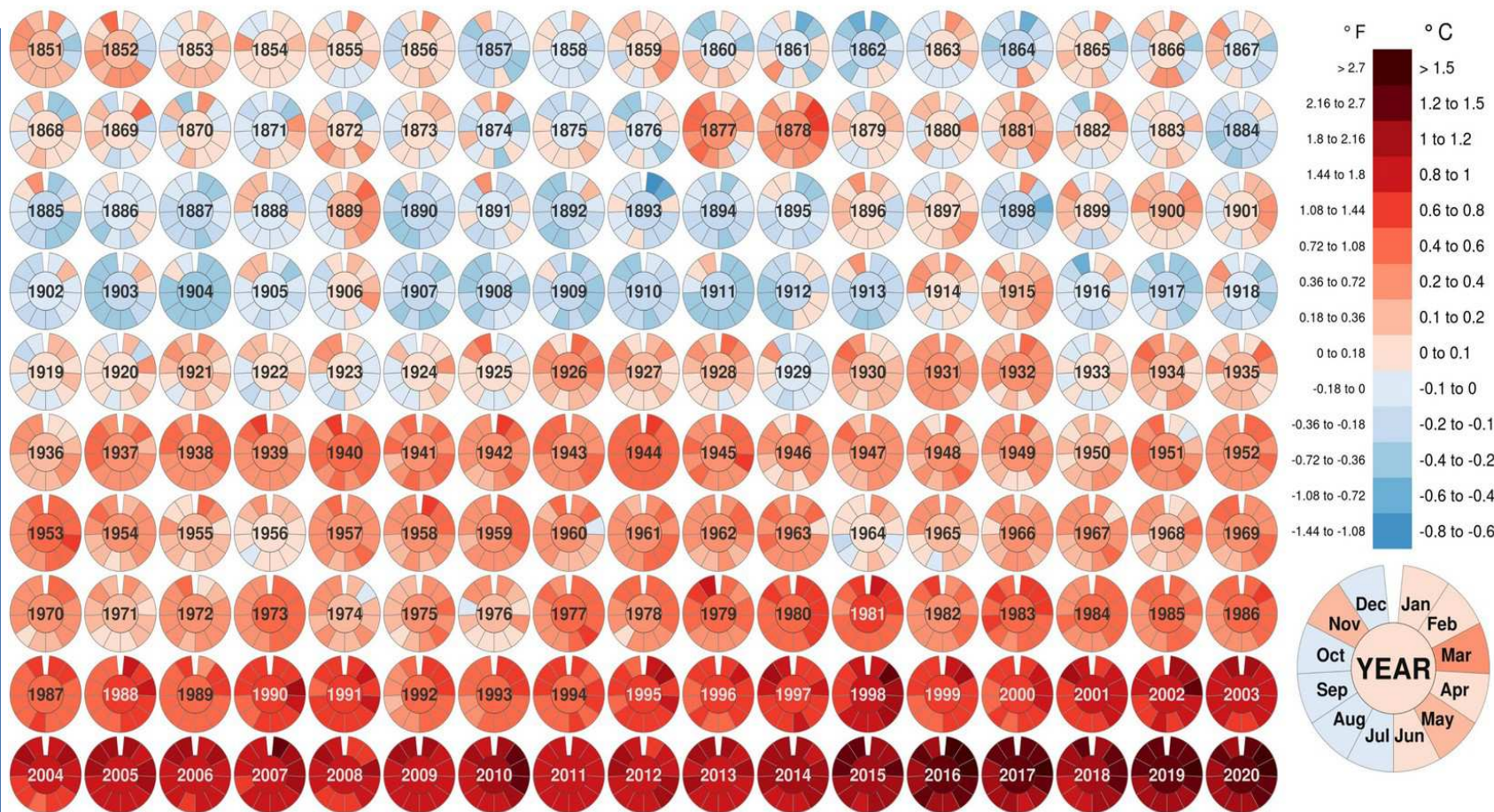
+1,5°C

Ces petites bandelettes bleues et
rouges représentent la
température moyenne mondiale
pour chaque année depuis
1850 jusqu'à 2018

La décennie 2010-2019 est la période de 10 années consécutives la plus chaude au moins depuis le début des mesures instrumentales, en 1850.

Monthly global mean temperature 1851 to 2020 (compared to 1850-1900 averages)

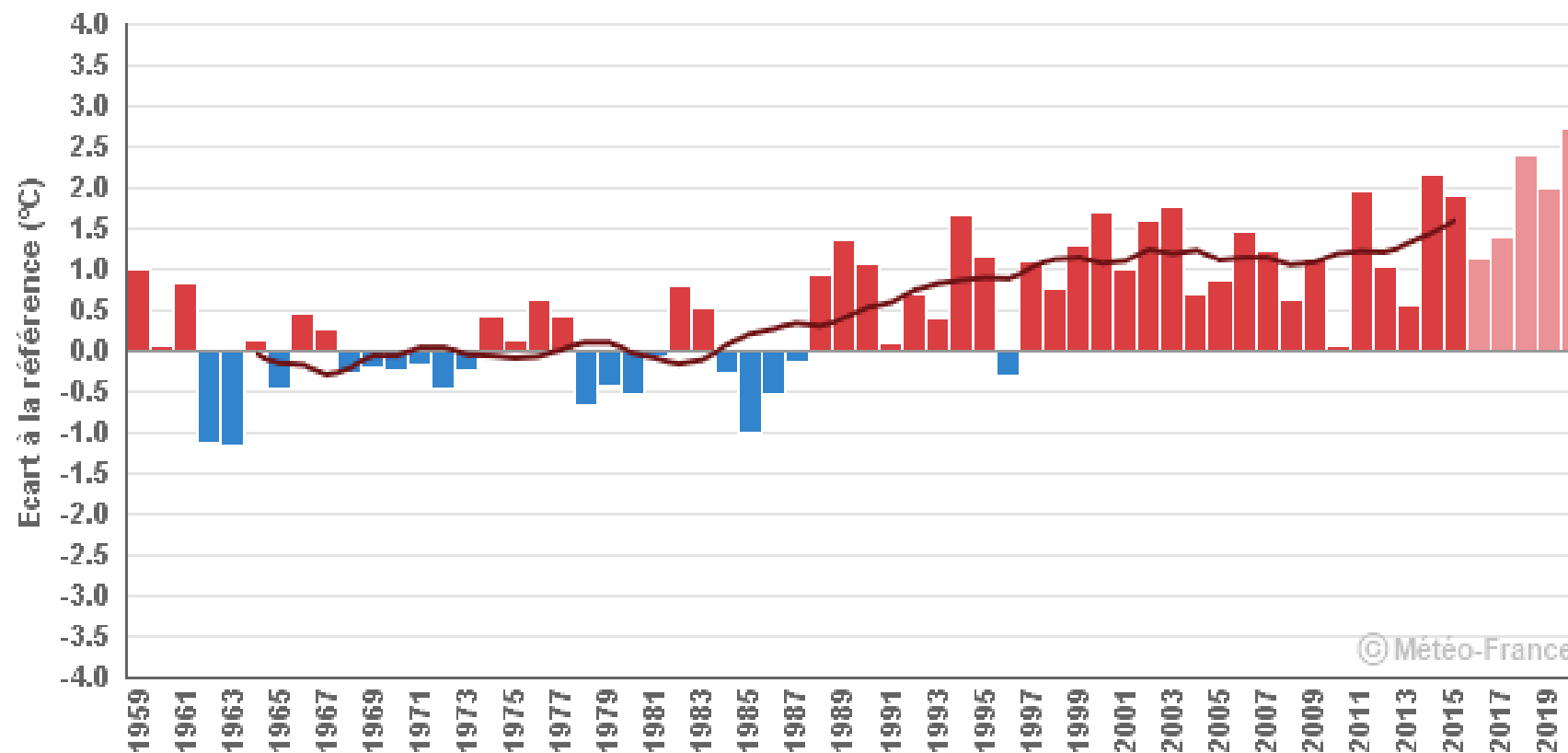
1850-2020
 Écart de température :
+1°C
 En France métropolitaine :
+1,5°C



Data: HadCRUT5 - Created by: @neilrkaye

Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990

Saint-Dizier

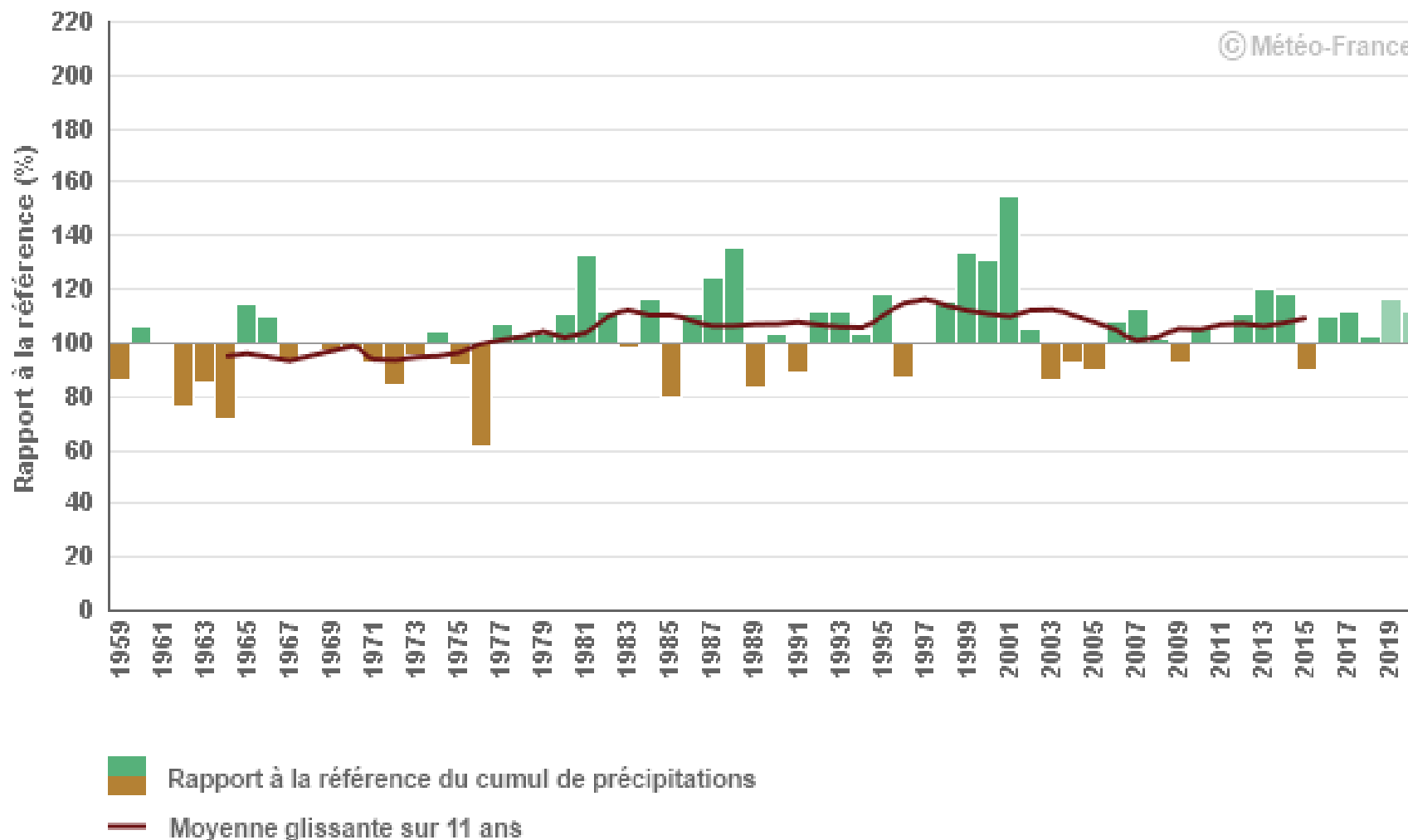


- Écart à la référence de la température moyenne
- Moyenne glissante sur 11 ans

© Météo-France

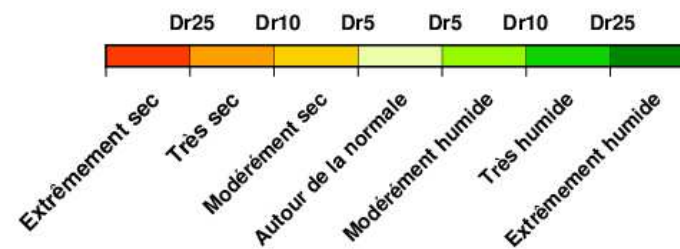
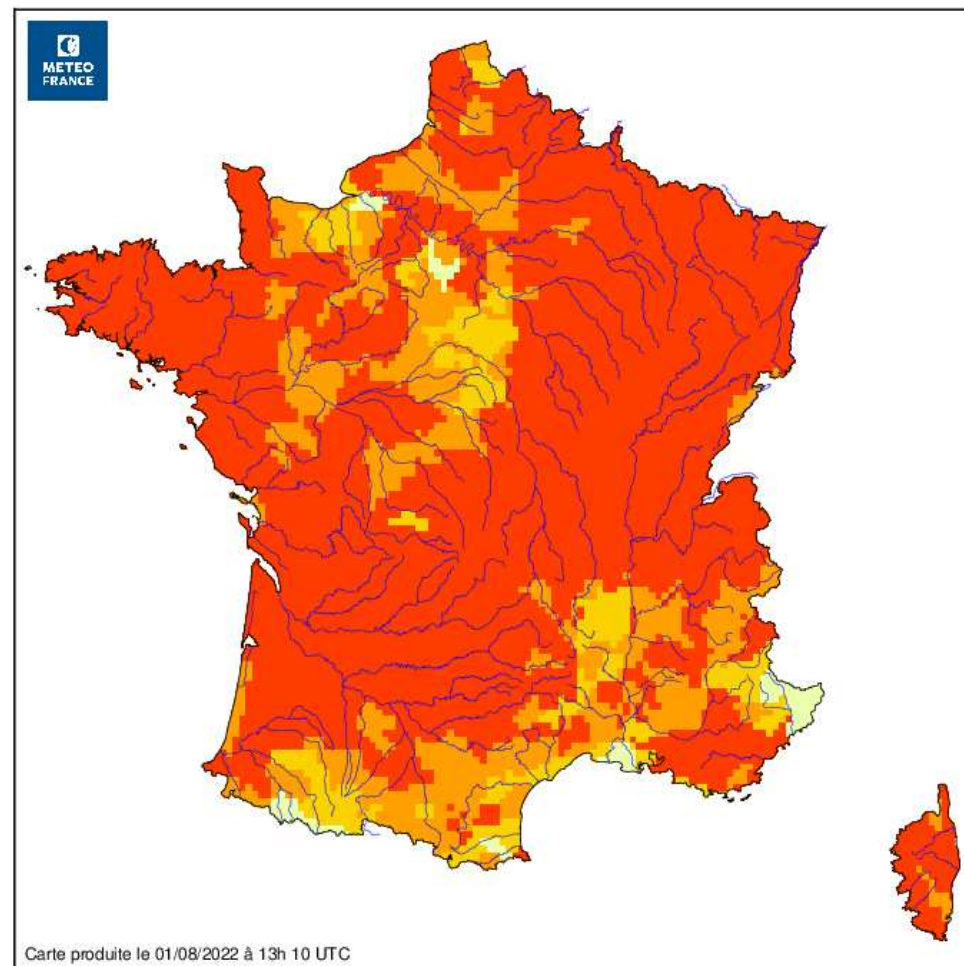
Cumul annuel de précipitations : rapport à la référence 1961-1990

Esternay



1- SPI - Déficit de précipitations

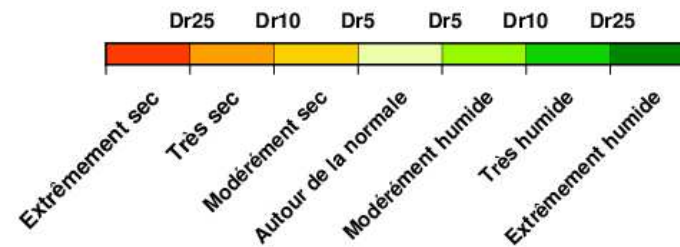
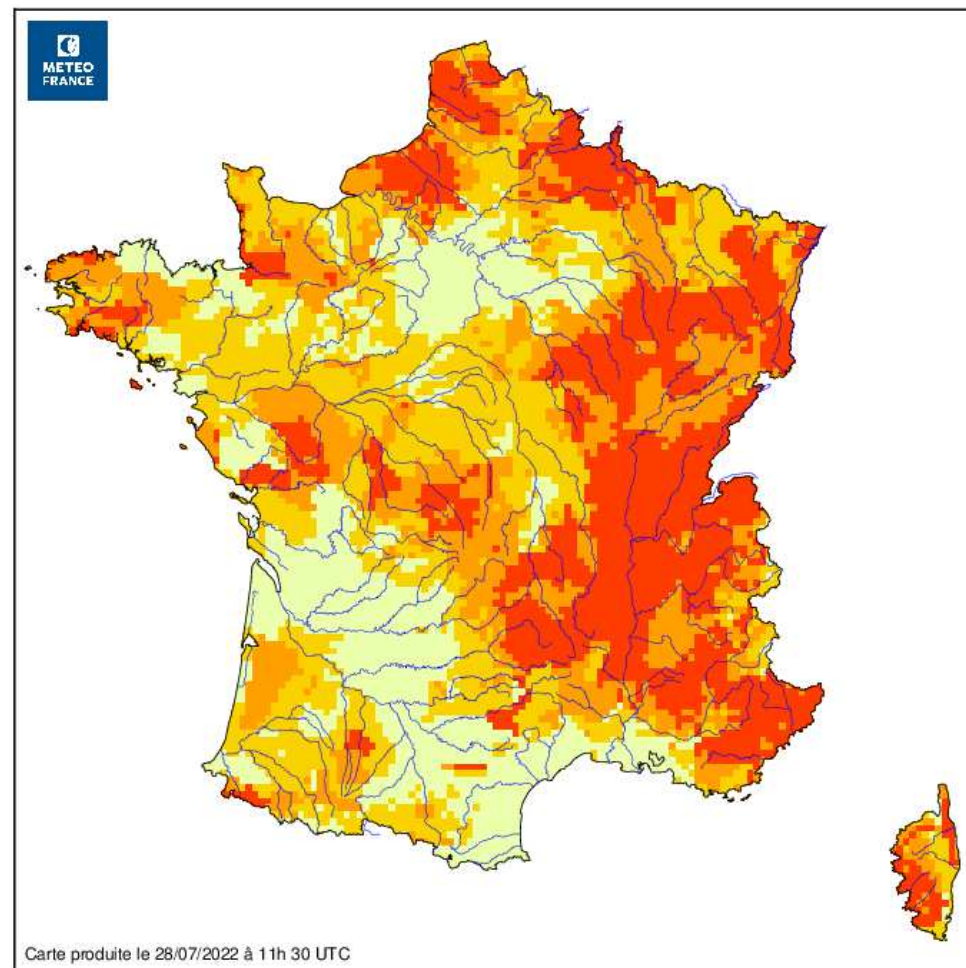
Au-delà de la chaleur, le mois de juillet 2022 a également été marqué par un déficit record de précipitations, devenant le mois de juillet le plus sec et le deuxième mois le plus sec depuis le début des mesures.



2- SSWI – sécheresse des sols, dite agricole

Sur les 6 derniers mois, les sols sont restés très secs pour la saison sur le pourtour corse, l'est de PACA, le nord de la Nouvelle-Aquitaine ainsi que le Grand-Est.

Ils ont été localement extrêmement secs sur le nord de la Nouvelle-Aquitaine et le Grand-Est.



- Cette situation est-elle liée au changement climatique ?

Depuis le début du siècle, la France subit un assèchement de ses sols et une accentuation de l'intensité des sécheresses. Cette tendance s'accroît dans un contexte de réchauffement climatique marqué.

La France a connu des épisodes de sécheresses importants dans les dernières décennies, comme 1976, 1989, 2003 ou 2011.

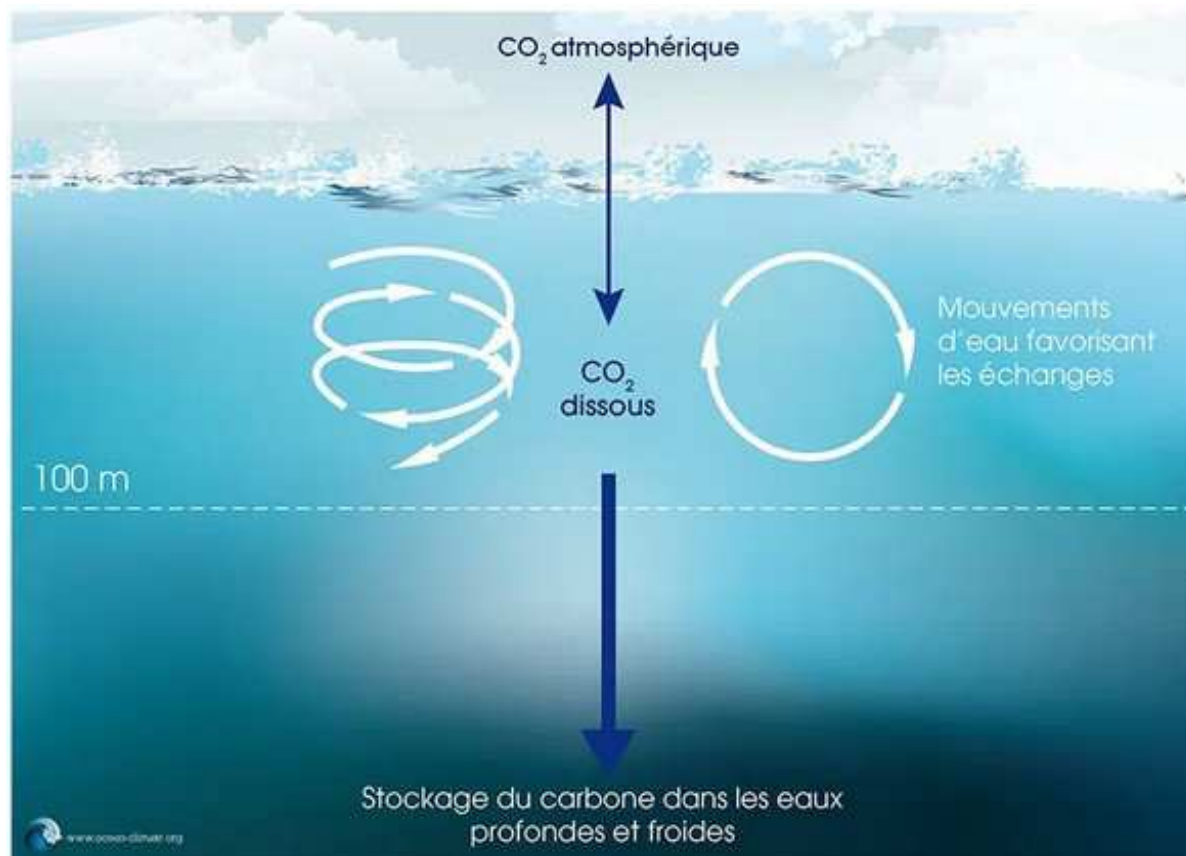
Cependant, on note une augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse depuis le début des années 2000. Ces épisodes se caractérisent par une **intensité accrue et une durée plus longue**. La proportion du territoire frappée chaque année par une sécheresse a également augmenté, passant de 5 % dans les années 60 à 10 % dans les années récentes.

Acidification des océans

L'échange de carbone entre **l'atmosphère et l'hydrosphère** est basé sur des équilibres physico-chimiques rapides

D'une façon générale, les gaz **sont dissous dans l'eau**, ou relargués dans l'atmosphère, en fonction de la température, la pression, des conditions climatiques...

Plus les eaux de surface sont froides, **et plus la concentration de CO₂ dans l'atmosphère est grande**, plus il y aura de CO₂ dissous dans l'océan superficiel



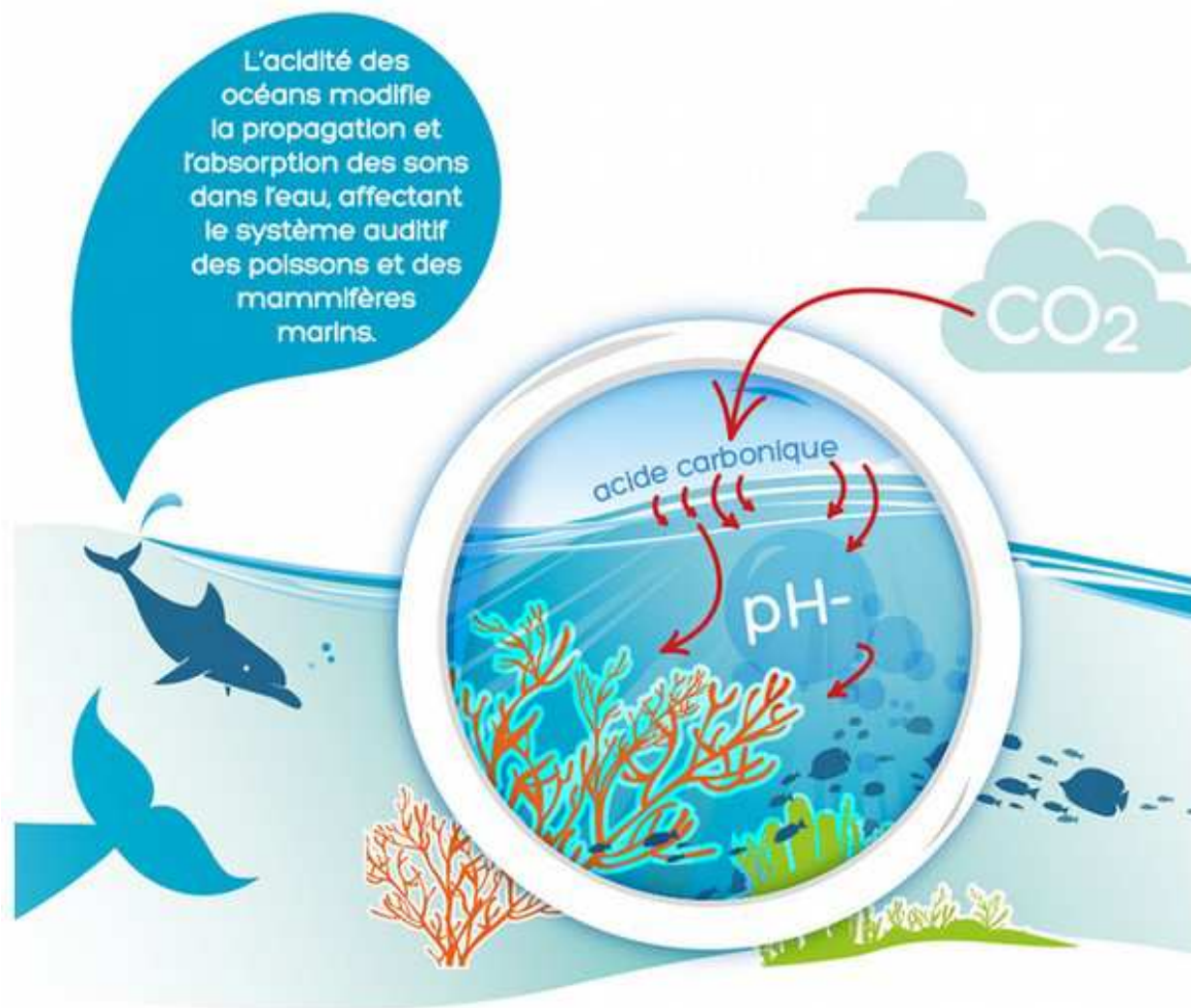
Acidification des océans

**l'acidité des océans a diminué de 0,1 unité de pH,
un petit chiffre qui pèse déjà lourd !**

L'augmentation de la quantité de CO₂ dissout modifie le pH de l'océan mondial.

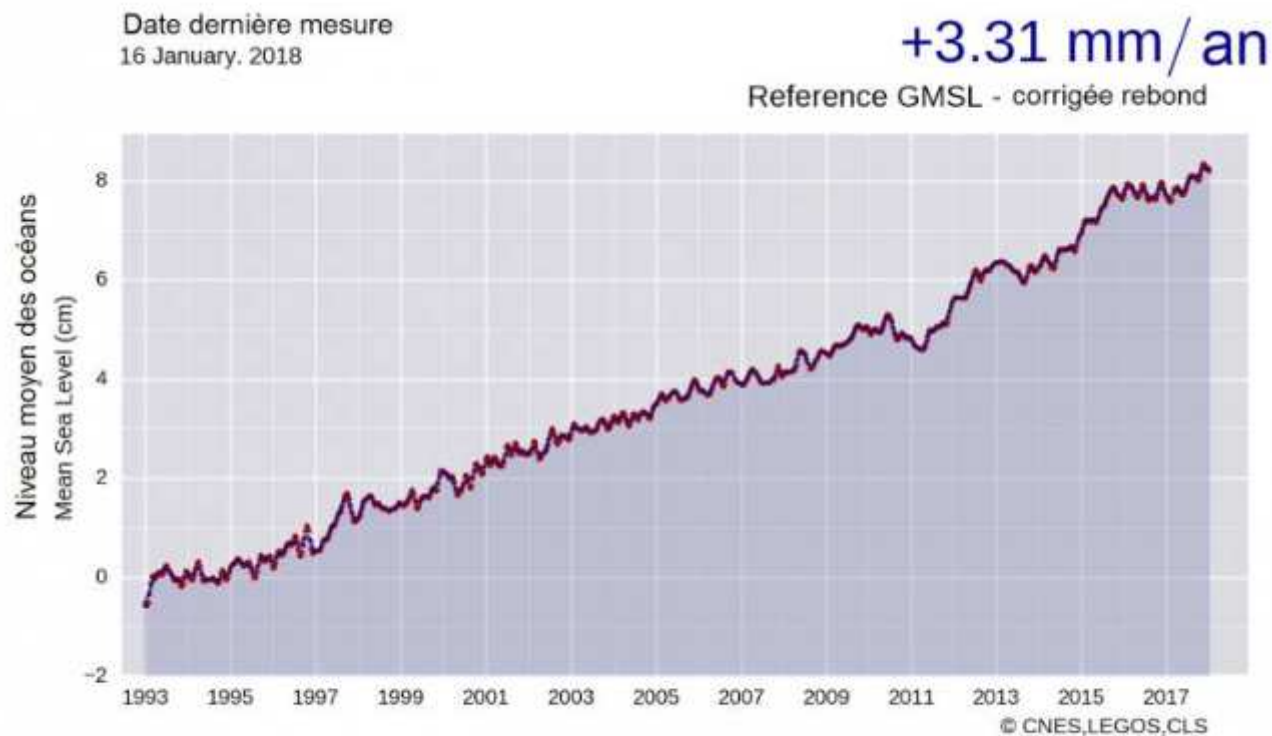
Ce pH était resté stable (à une valeur de 8,2) au cours des 800 000 dernières années, mais il est en train de baisser (8,1 en moyenne à l'heure actuelle) ce qui traduit une acidification de l'eau.

Cette acidification perturbe déjà grandement certains écosystèmes marins et leur fonctionnement.



Cette acidification représente un risque majeur pour les récifs coralliens et certains types de plancton, menaçant l'équilibre de nombreux écosystèmes.

Montée du niveau de la mer



Source : [MTES](#), d'après CNES/LEGOS/CLS, 6 août 2019

Au niveau mondial, depuis les années 1900, le niveau moyen de la mer s'est élevé de près de 20 cm.

Cette élévation est liée à une augmentation des températures océaniques (plus une eau est chaude, plus elle se dilate et occupe de volume) et à la fonte des glaces et neiges.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



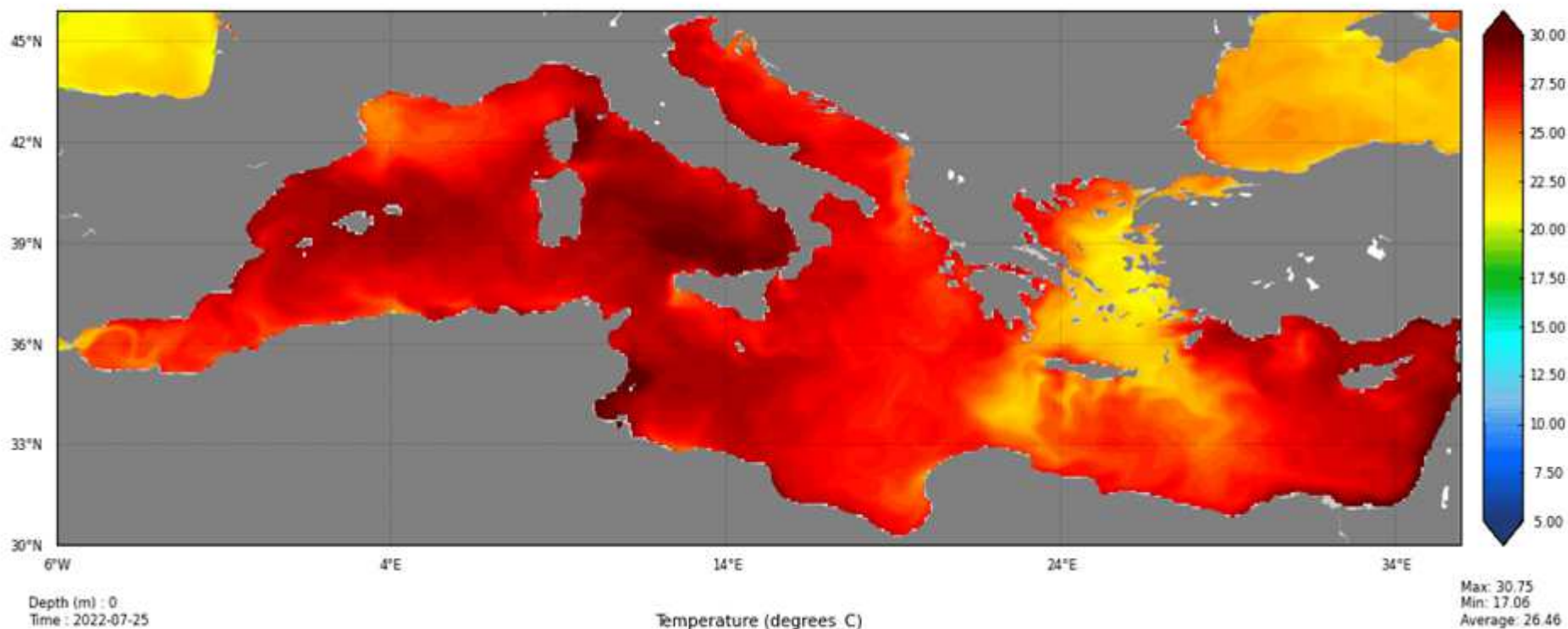
Température de la mer

Canicule océanique : la mer Méditerranée anormalement chaude
29/07/2022

Ces derniers jours, la température de surface de la mer a régulièrement atteint 27 à 30 °C entre la mer Tyrrhénienne et la mer des Baléares, soit 4 à 6 degrés au-dessus de la normale. On parle de canicule océanique. Durant la journée de dimanche dernier, la bouée au large d'Alistro en Corse a même enregistré une pointe à 30,7 °C.



Daily Global Physical Bulletin 1/12[°] (PSY4QV3R1)
Date: 2022-07-24 (analysis)
Mediterranean





Fonte des glaces

Variation d'épaisseur des glaciers métropolitains (en m)



Fonte des glaces



-64 %

Entre 1924 et 2019, le glacier d'Ossoue s'est raccourci de 590 mètres. Sa surface est passée de 90 à 32ha, soit 64 % de perte. Sur la même période, la perte d'épaisseur est estimée à environ 80m

L'évolution des glaciers pyrénéens, les plus méridionaux d'Europe, illustre l'impact du changement climatique régional.

Depuis 2001, l'association pyrénéenne de glaciologie Moraine effectue un suivi rigoureux du massif (observations et mesures), en particulier du glacier d'Ossoue, entre 2 800 et 3 200 mètres d'altitude.

Inondations

Marne : d'importantes inondations dans le centre de Reims après le passage d'un orage, 50 mm de pluie en deux heures

Les inondations ont touché principalement le cœur de la ville, les pompiers sont aussi intervenus à Boult, à une vingtaine de kilomètres.

Prévisibilité ?



Capture d'écran d'une vidéo relayée sur le compte Twitter des sapeurs-pompiers de la Marne, montrant les dégâts causés par les intempéries dans le centre de Reims le 21 juin 2021. (Capture d'écran Twitter)



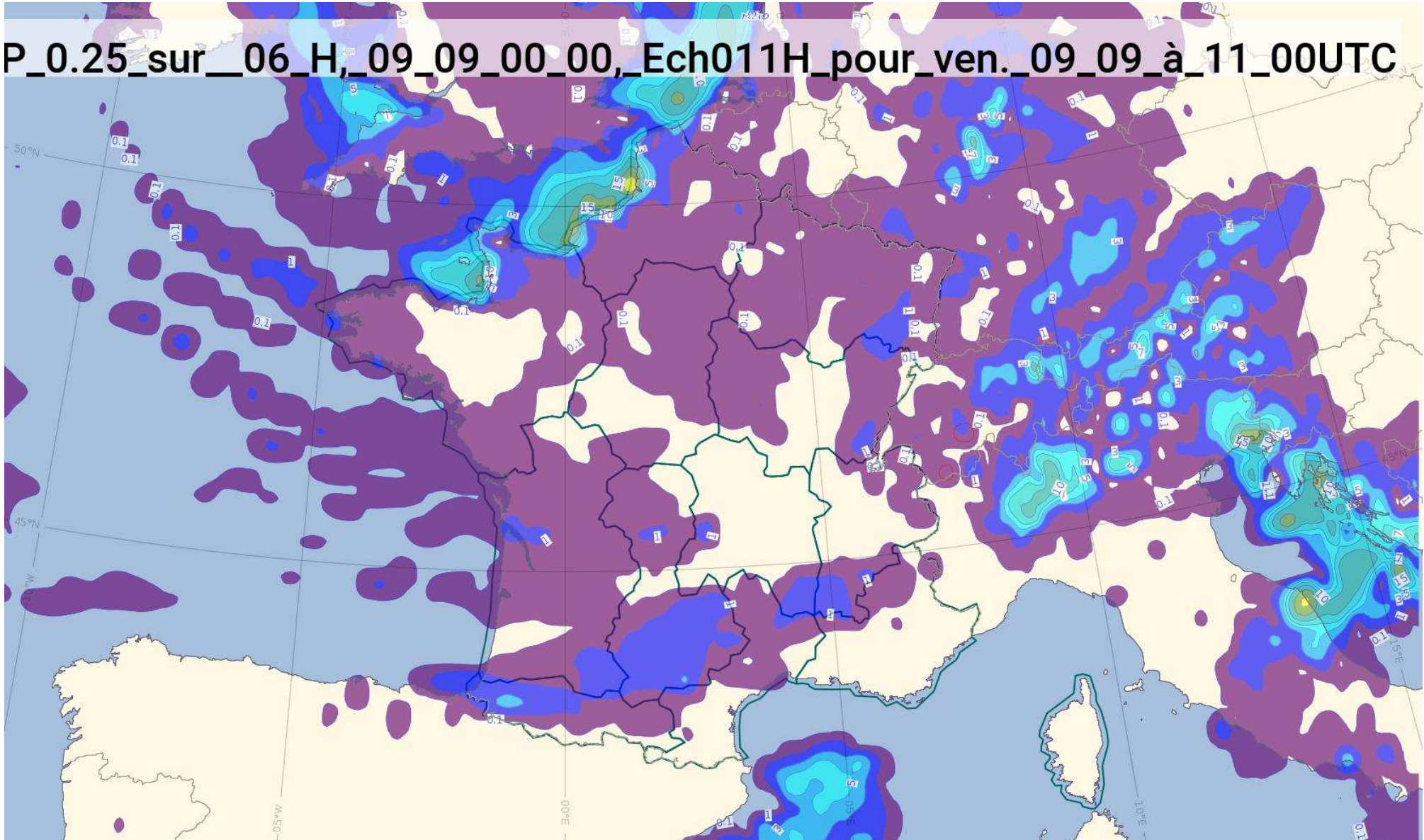
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Inondations : prévisibilité?

P_0.25_sur_06_H_09_09_00_00_Ech011H_pour_ven_09_09_à_11_00UTC





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

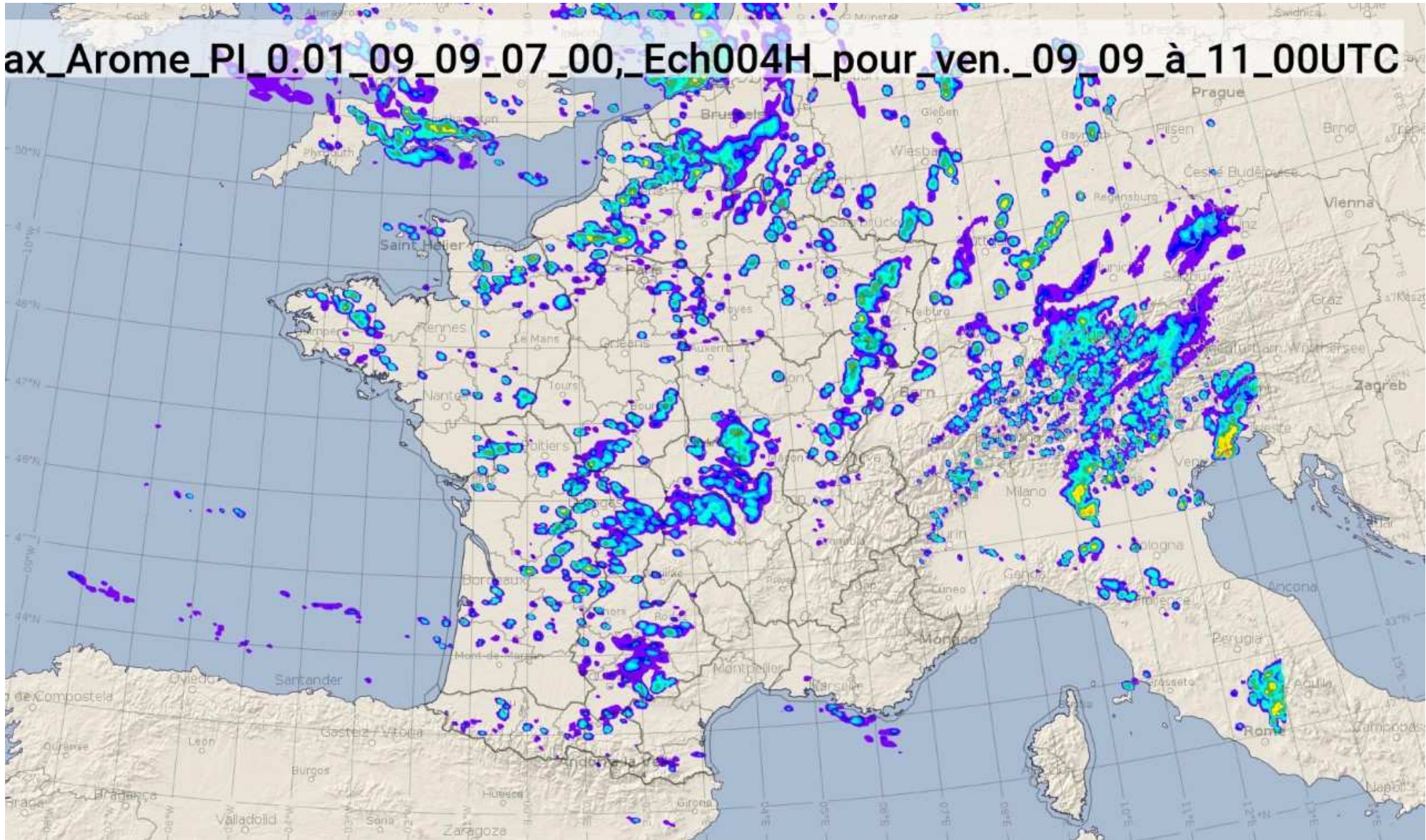
*Liberté
Égalité
Fraternité*



METEO
FRANCE

Inondations : prévisibilité?

ax_Arome_PI_0.01_09_09_07_00,_Ech004H_pour_ven._09_09_à_11_00UTC





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

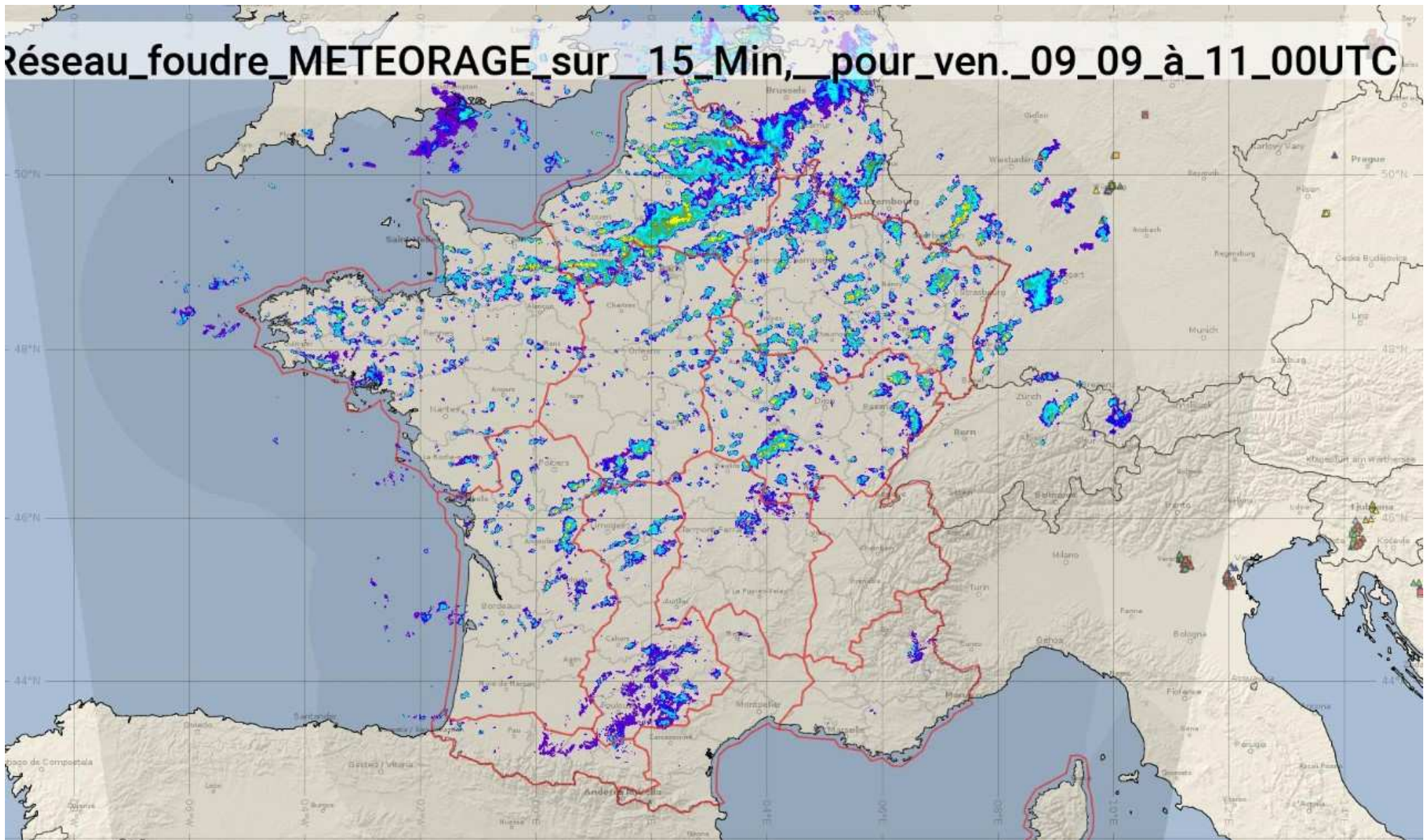
*Liberté
Égalité
Fraternité*



METEO
FRANCE

Inondations : prévisibilité?

Réseau_foudre_METEORAGE_sur_15_Min,_pour_ven._09_09_à_11_00UTC





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



METEO
FRANCE

A part ça...

INRAE

> BAISSÉ DU NIVEAU MOYEN DES NAPPES



Sur-pompage annuel
mondial des aquifères :

160

milliards de mètres cubes d'eau

(FAO)

> POLLUTION DES EAUX



En France :

389

pesticides différents retrouvés
au moins une fois dans les
rivières en 2014 (Eaufrance)

265

pesticides différents retrouvés
au moins une fois dans les eaux
souterraines en 2014 (Eaufrance)

© INRAE / Copress (Infographie) - Michel Le Boulbrou (Météo)

L'eau et l'adaptation aux changements climatiques

1. D'hier à aujourd'hui, état des lieux
2. Demain, projections

Lionel PFLUMIO, Ingénieur conseil en météorologie et climatologie.
Saint-Dizier, 22 septembre 2022



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

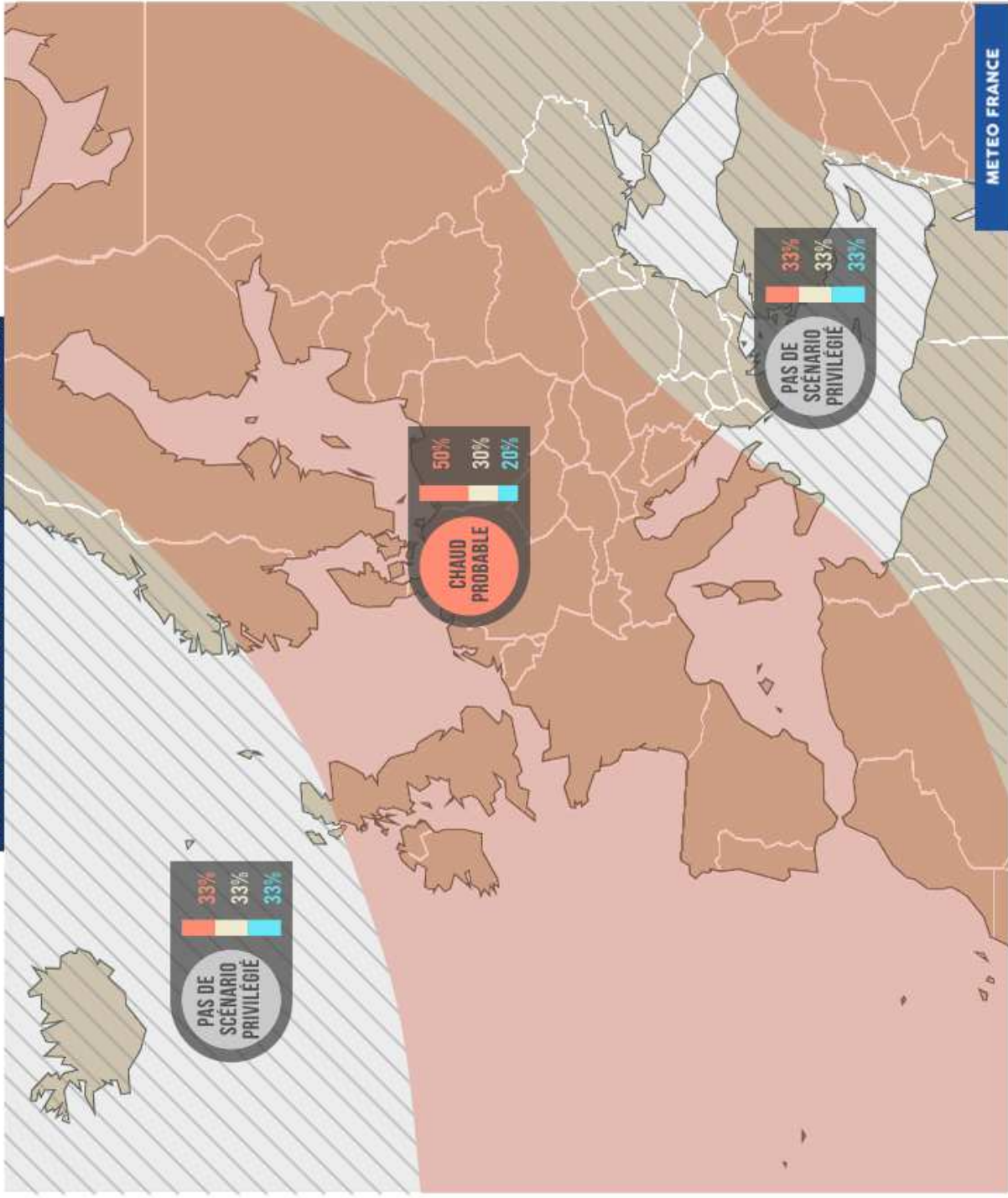
*Liberté
Égalité
Fraternité*



**METEO
FRANCE**

PRÉVISIONS SAISONNIÈRES PROBABILISTES DE TEMPÉRATURES POUR LE TRIMESTRE PROCHAIN

SEPTEMBRE - OCTOBRE - NOVEMBRE 2022



- PROBABILITÉ D'UN SCÉNARIO PLUS FROID QUE LA NORMALE
- PROBABILITÉ D'UN SCÉNARIO PROCHE DE LA NORMALE
- PROBABILITÉ D'UN SCÉNARIO PLUS CHAUD QUE LA NORMALE



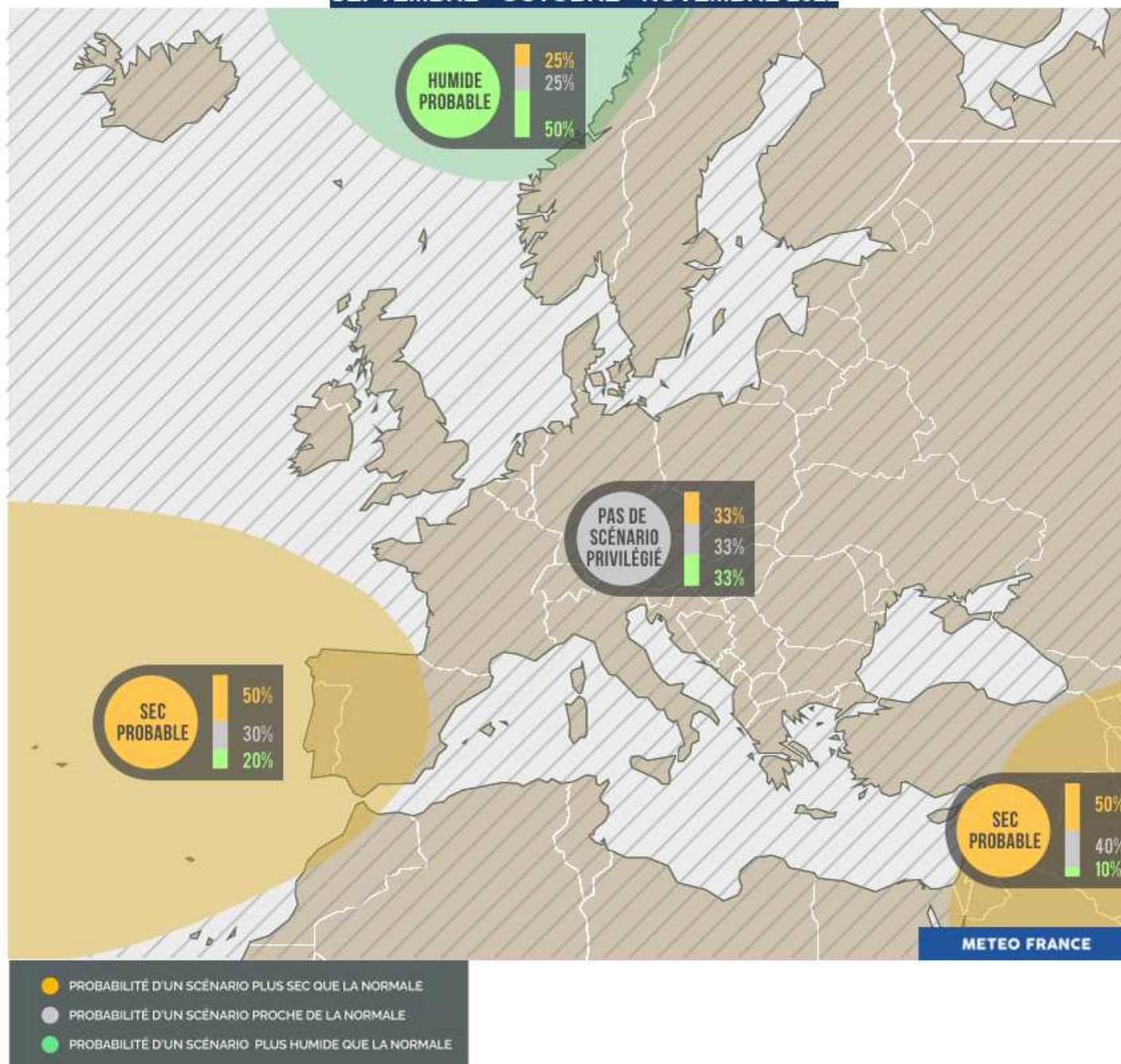
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



PRÉVISIONS SAISONNIÈRES PROBABILISTES DE PRÉCIPITATIONS POUR LE TRIMESTRE PROCHAIN

SEPTEMBRE - OCTOBRE - NOVEMBRE 2022



**La hausse du réchauffement intensifie le cycle de l'eau global,
sa variabilité, et renforce la sévérité des saisons et des événements
très humides ou très secs**



Pour en savoir plus ...

SUMMARY FOR POLICYMAKERS (SPM)

INTERACTIVE ATLAS

TECHNICAL SUMMARY (TS)

FREQUENTLY ASKED QUESTIONS (FAQs)

FULL REPORT

REGIONAL FACT SHEETS



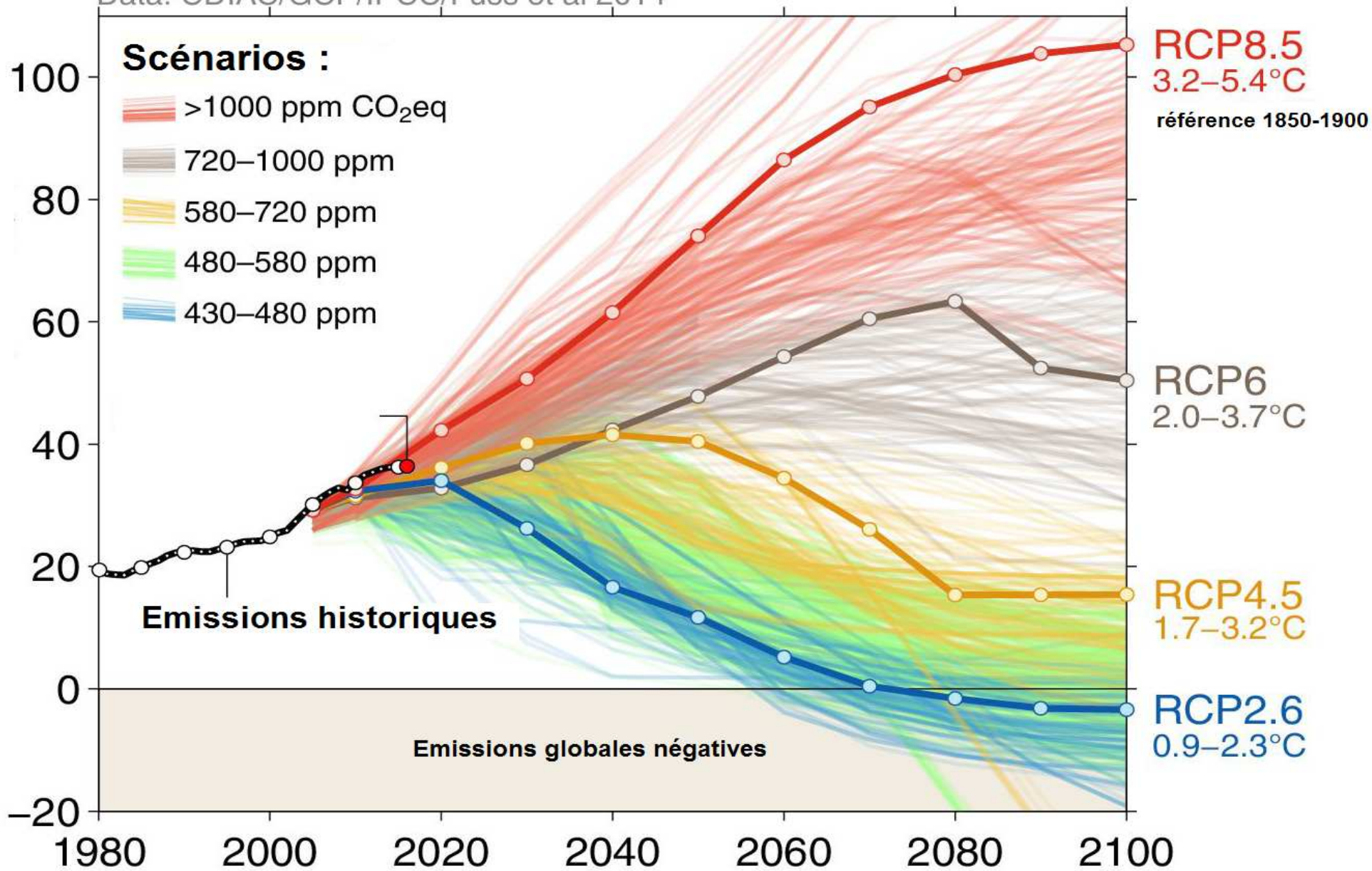
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Data: CDIAC/GCP/IPCC/Fuss et al 2014

Emissions dues aux énergies fossiles et aux
changements d'utilisation des sols (GtCO₂/an)





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



2020-2100

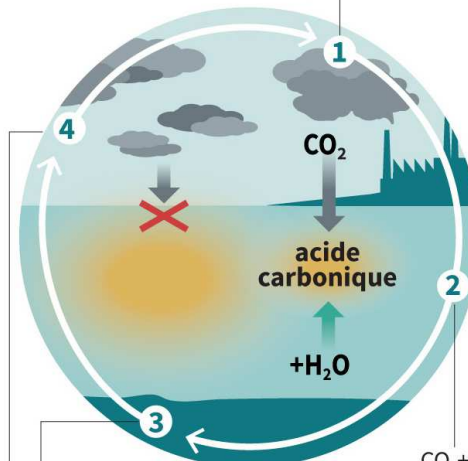
Écart de
température :

+2°C

**Points de
bascule ?**

ACIDIFICATION DES OCÉANS

Les océans absorbent du CO_2



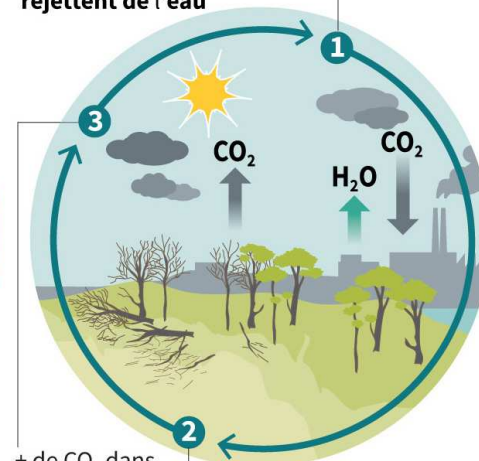
Plus l'océan est acide moins il peut absorber de CO_2

Plus de CO_2 stagne dans l'atmosphère
Le réchauffement s'accélère

CO_2 + eau de mer = **acide carbonique**

DÉFORESTATION

Les arbres qui croissent absorbent du CO_2 et rejettent de l'eau



+ de CO_2 dans l'atmosphère
Le réchauffement s'accélère

Quand les arbres sont détruits (feu, sécheresse) ils émettent du CO_2 mais pas d'eau

Moins de pluie = plus de sécheresse et d'incendies

© AFP

EFFET ALBÉDO (facteur de réflexion)

La glace (entre autres) reflète les rayons du soleil



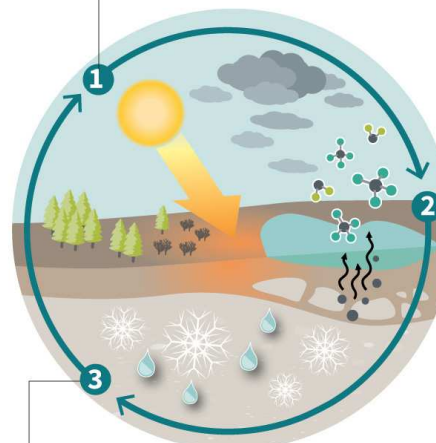
La mer se réchauffe la glace fond

La mer sombre les absorbe

L'eau plus sombre se réchauffe encore plus

DÉGEL DU PERMAFROST

Dégel** Rejets de méthane (CH_4) et CO_2



CO_2 et CH_4 s'accumulent dans l'atmosphère
Le réchauffement s'accélère
Le permafrost fond encore plus

Sources : IPCC, NASA, NOAA, ONU



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

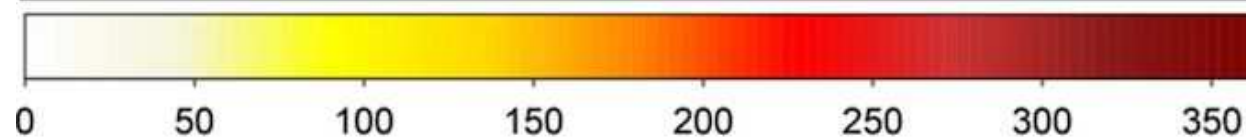
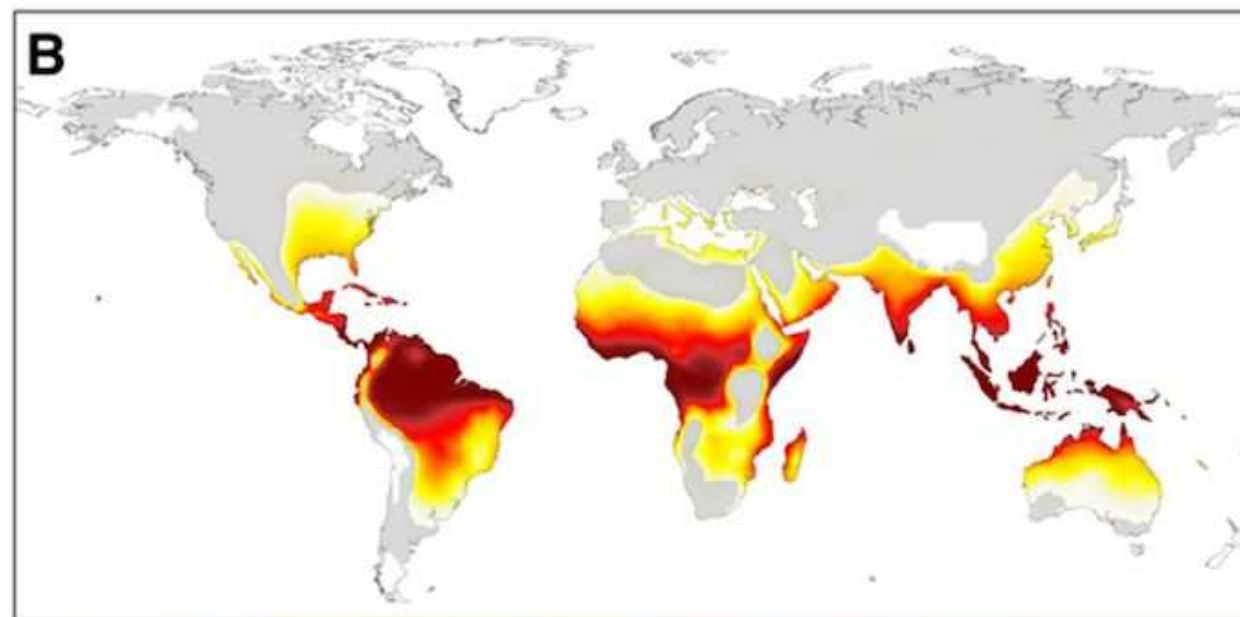
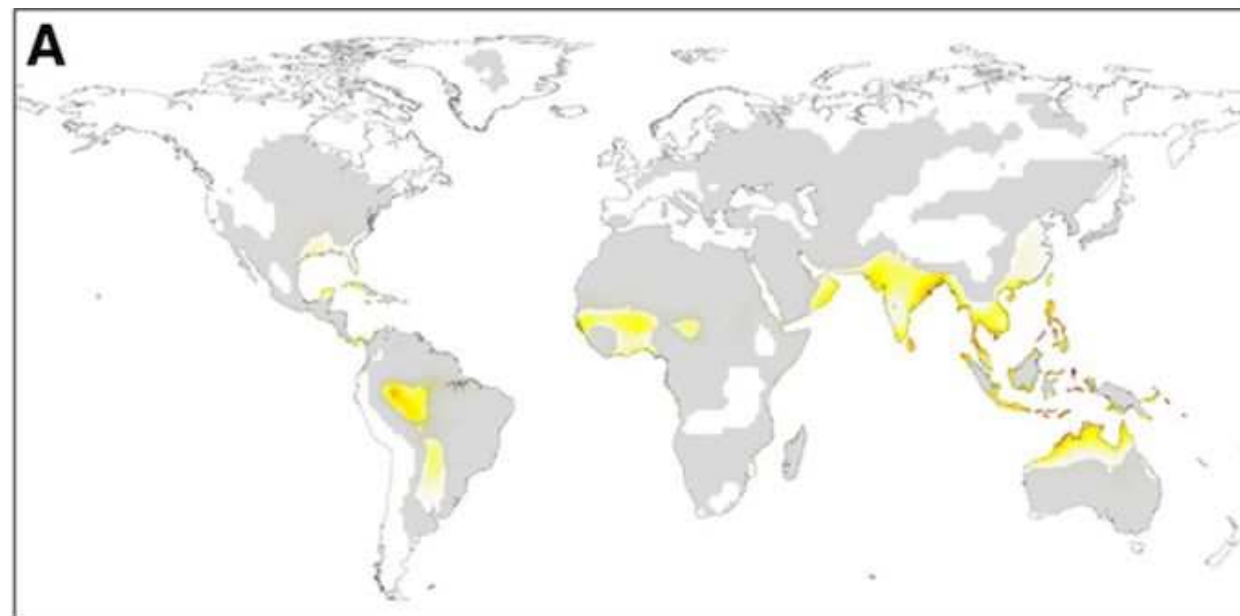


2020-2100

Écart de
température :

+4°C

**Augmentation
des régions
inhabitables**



Number of deadly heat days per year

Evolution des zones climatiques

L'impact du réchauffement

Climat : En 2000

- Montagnard**
(pin, aulne, érable,
sapin, sureau, orme...)
- Continental**
(érable, hêtre,
pin sylvestre...)
- Atlantique**
(châtaignier, néflier...)
- Aquitain**
(pin maritime, bruyère...)
- Méditerranéen**
(chêne vert,
chêne-liège, olivier...)



En 2100

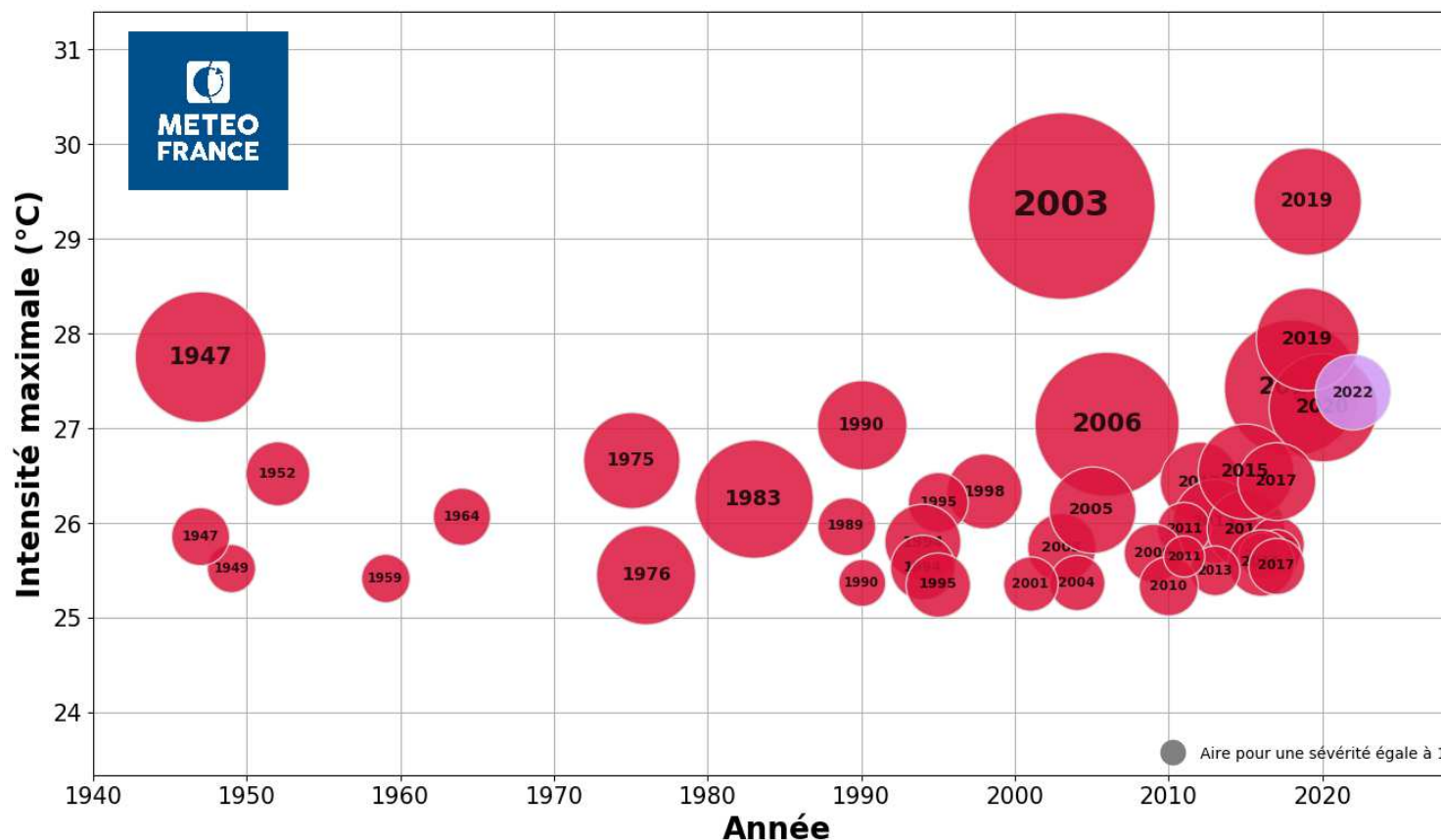
Hypothèse d'une élévation
moyenne de 2,4 °C
des températures



Source : INRA-Nancy, UMR écologie
et écophysiologie forestières

Températures en hausse et vagues de chaleur plus intenses

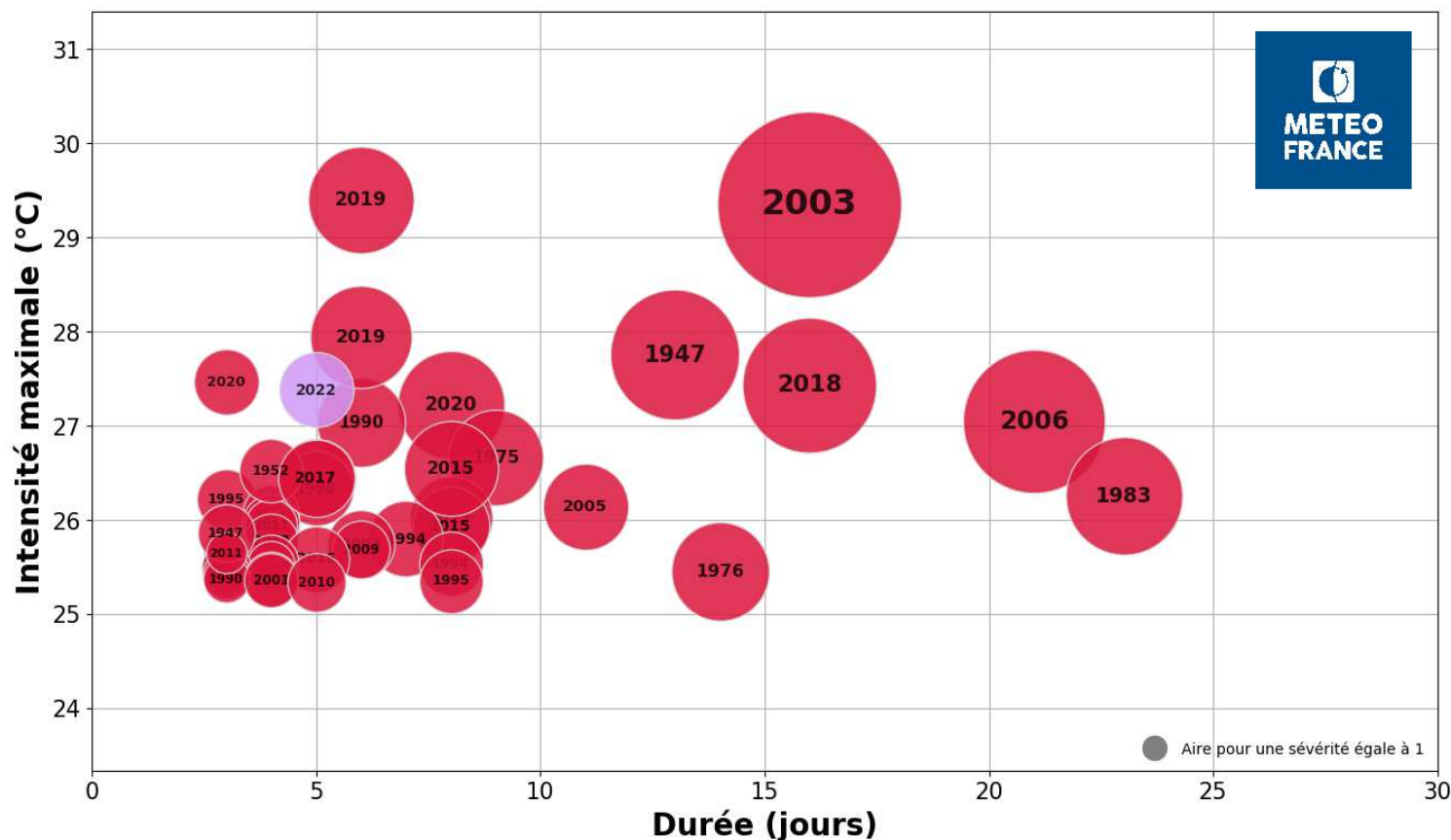
Vagues de chaleur observées en France 1947 à 2022 : 44 épisodes identifiés



9 vagues ont démarré au mois de Juin
25 vagues ont démarré au mois de Juillet
10 vagues ont démarré au mois de Aout

Températures en hausse et vagues de chaleur plus intenses

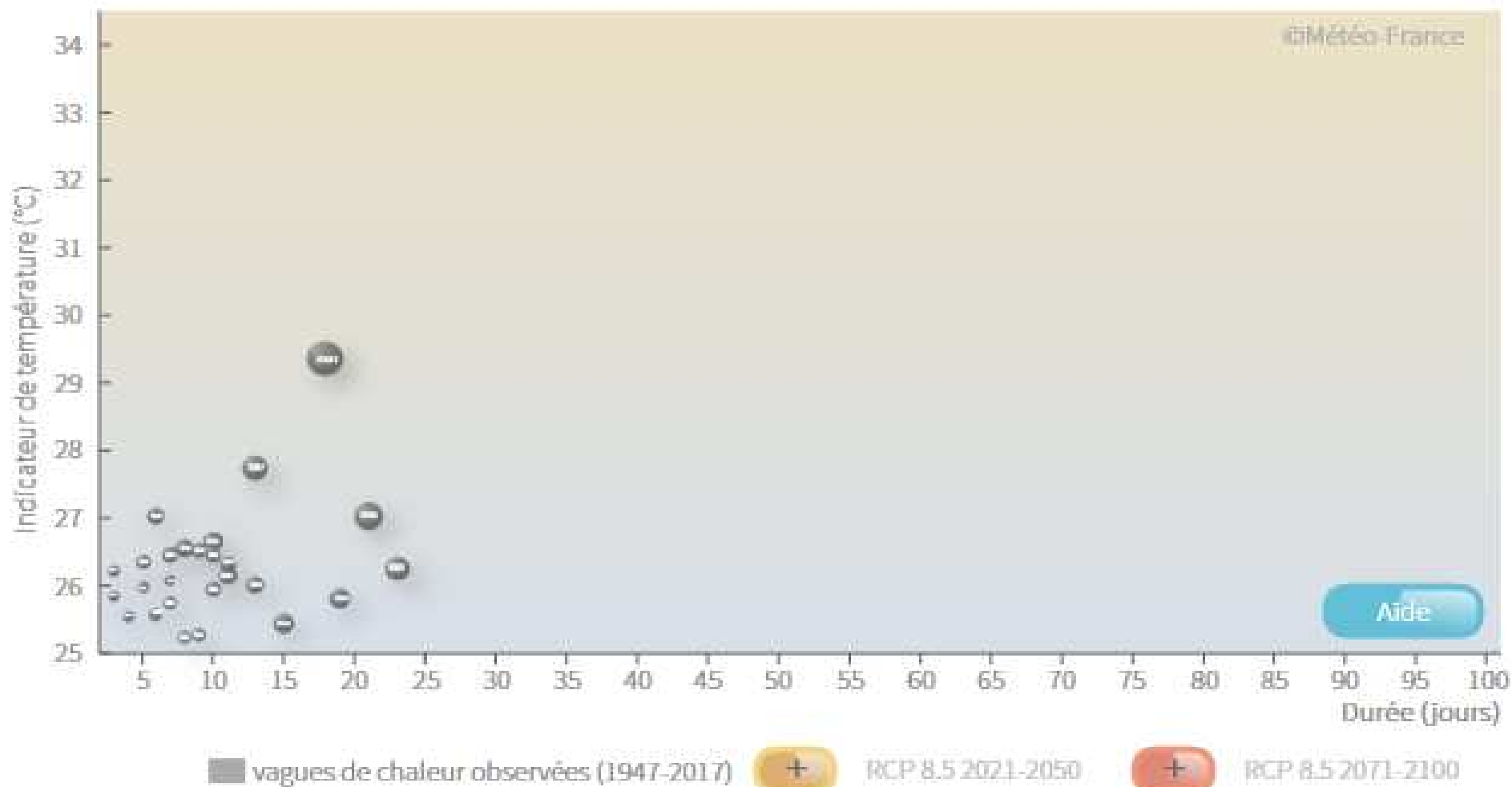
Vagues de chaleur observées en France 1947 à 2022 : 44 épisodes identifiés



9 vagues ont démarré au mois de Juin
 25 vagues ont démarré au mois de Juillet
 10 vagues ont démarré au mois de Aout

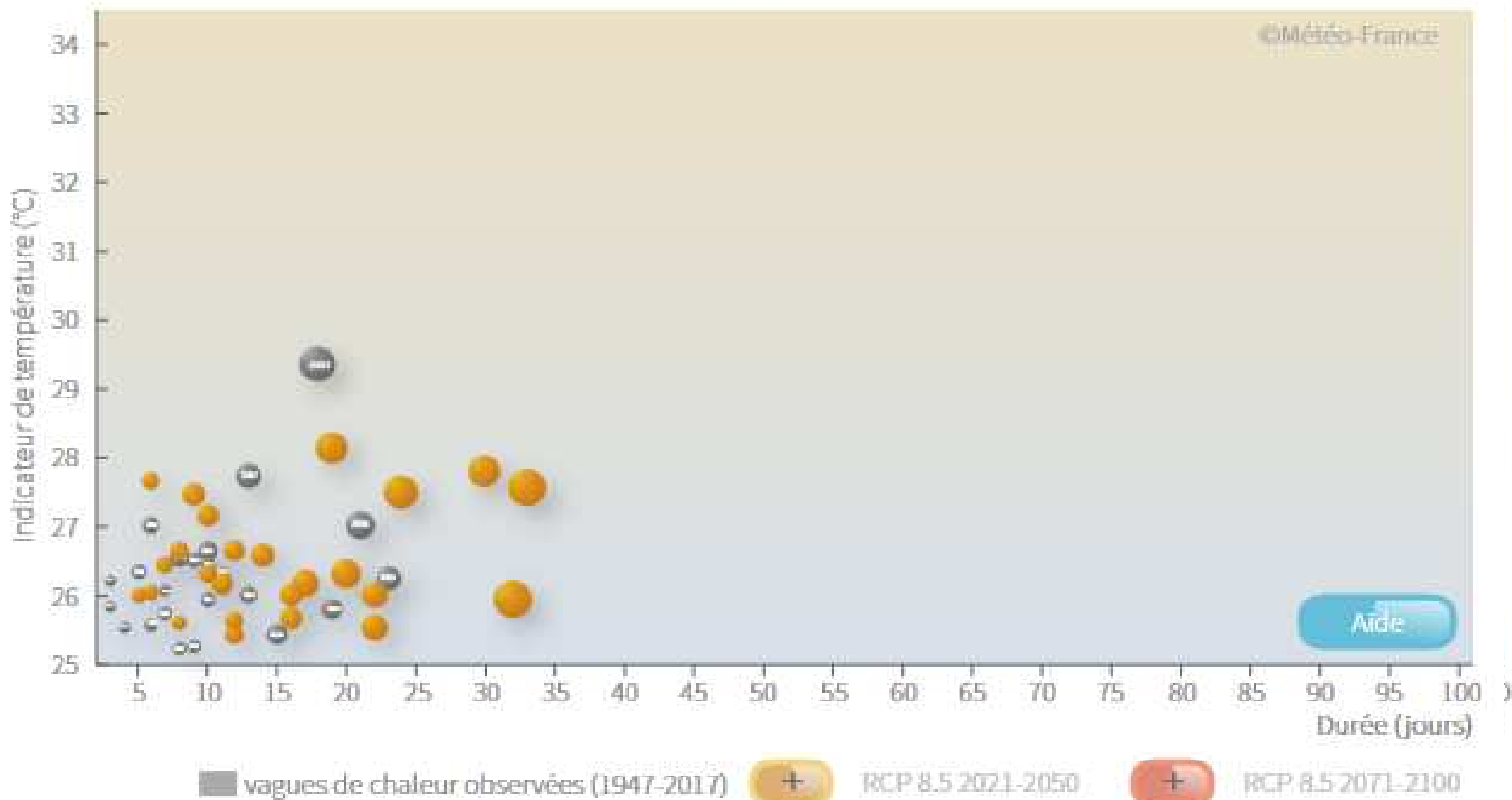
Températures en hausse et vagues de chaleur plus intenses

Vagues de chaleur : observations et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution RCP 8.5)



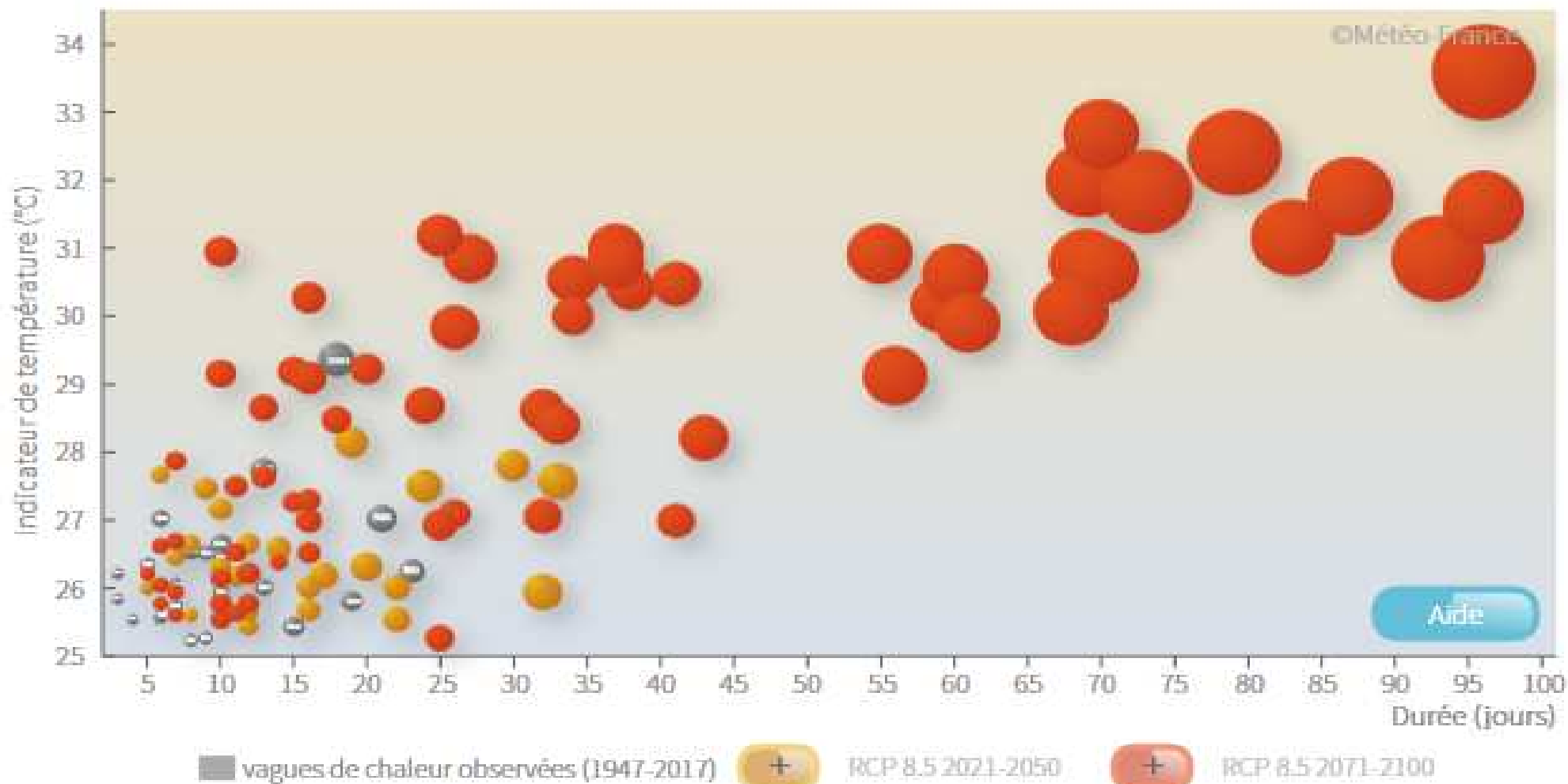
Températures en hausse et vagues de chaleur plus intenses

Vagues de chaleur : observations et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution RCP 8.5)



Températures en hausse et vagues de chaleur plus intenses

Vagues de chaleur : observations et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution RCP 8.5)





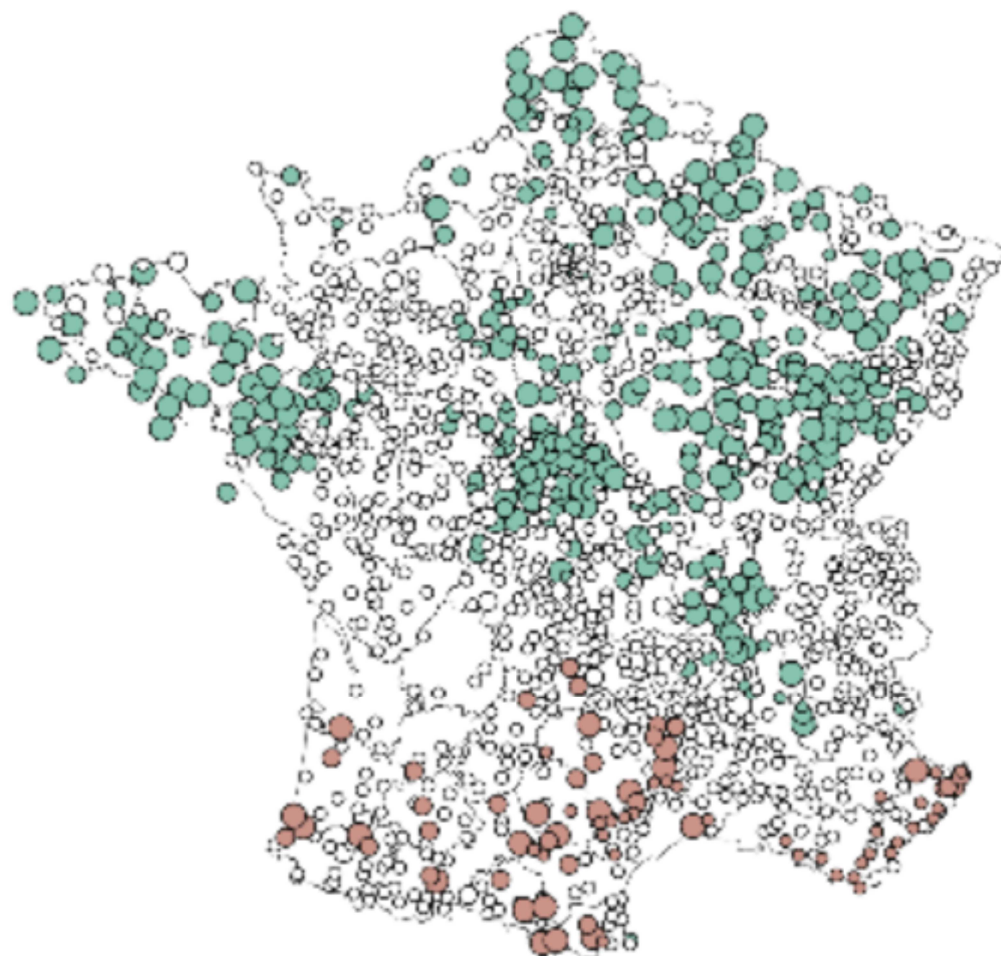
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Pluie : Evolution faible et incertaine, contrastes saisonniers en hausse

Evolution observée du cumul annuel sur la période 1961-2012



Couleur des symboles

- Augmentation
- Augmentation faible
- Pas d'évolution
- Diminution faible
- Diminution

Taille des symboles

- Confiance élevée
- Confiance modérée
- Confiance faible

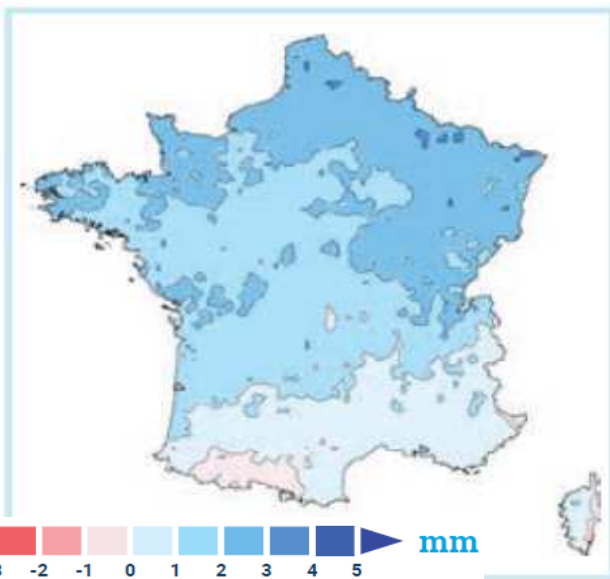
© Météo-France

Des extrêmes plus intenses et plus fréquents

- > Vagues de chaleur
- > Sécheresses estivales
- > Pluies extrêmes

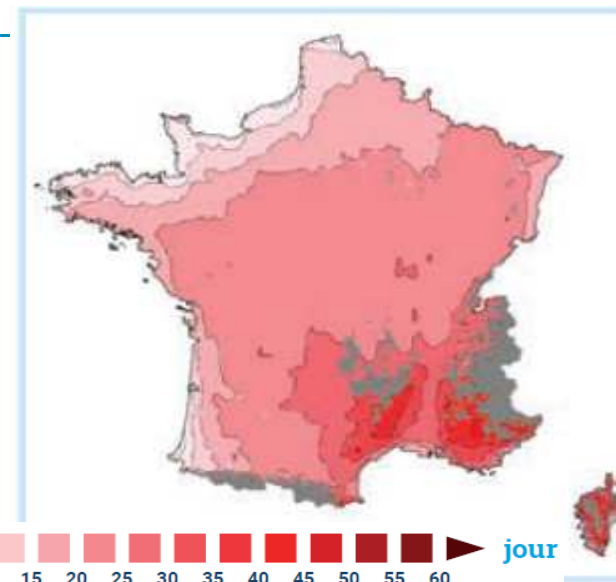


Des pluies intenses plus fortes sur l'ensemble du pays jusqu'à +10 % en moyenne mais +20 % dans les simulations extrêmes

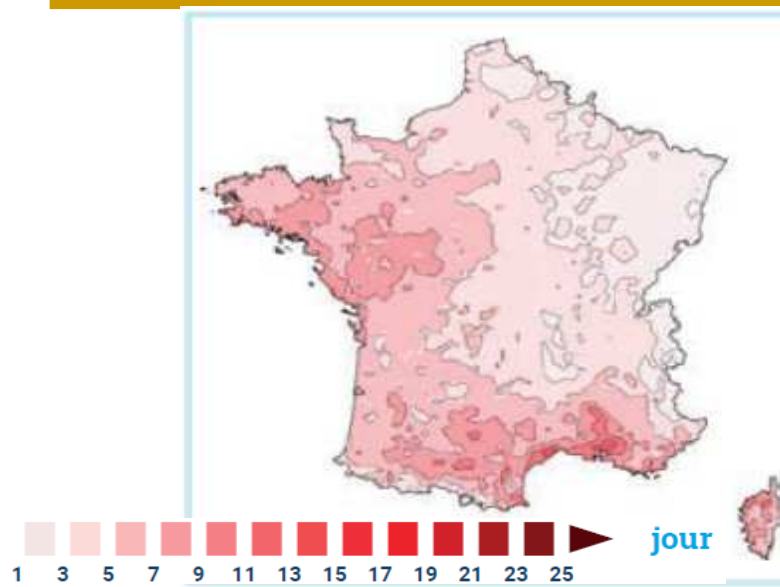


Page 40

Hausse du nombre de jours de vagues de chaleur en fin de siècle : x2 en RCP2.6, x10 en RCP8.5

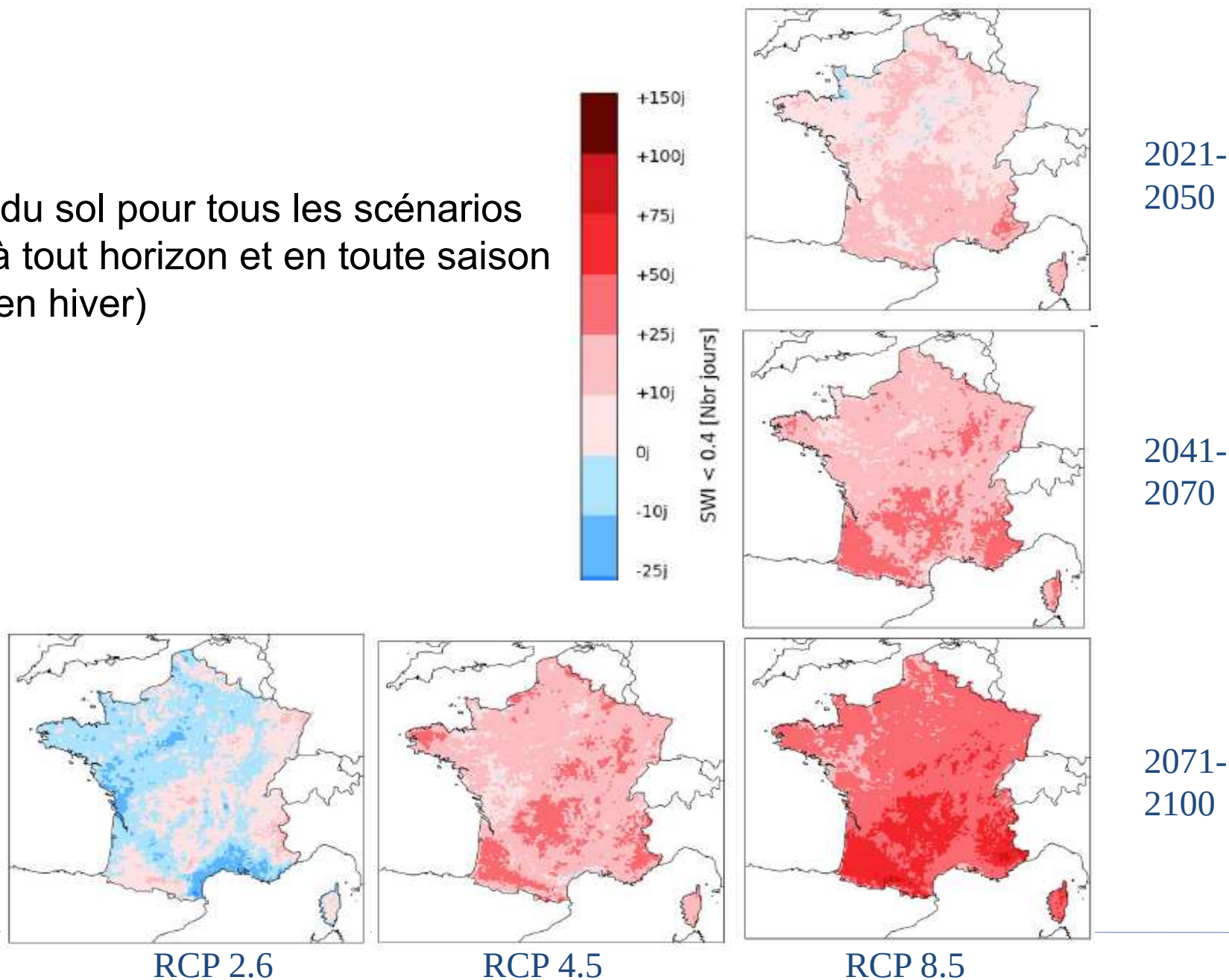


Des sécheresses estivales plus longues de 5 à 10 j en RCP4.5 et RCP8.5, plus fortes sur l'ouest et le sud



Poursuite de l'assèchement des sols

- Assèchement du sol pour tous les scénarios (sauf RCP2.6) à tout horizon et en toute saison (sauf peut être en hiver)



Accès aux scénarios climatiques DRIAS les futurs du climat



Le portail DRIAS propose trois espaces :

- **Accompagnement** : documentation, contenu éditorial
- **Découverte**: cartographie des indicateurs climatiques
- **Données et produits** : téléchargement (gratuit) des données

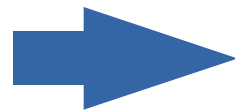
The screenshot shows the DRIAS website homepage. At the top left is the French Republic logo and the text 'MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE'. The main title is 'DRIAS les futurs du climat'. Below the title are navigation tabs: 'ACCUEIL', 'ACCOMPAGNEMENT', 'DÉCOUVERTE', and 'DONNÉES ET PRODUITS'. A large banner features a colorful autumn forest and the text 'Bienvenue sur le nouveau portail DRIAS'. Below the banner is a map of France with a color scale legend, and a text block describing the project's mission and the 'Espace Accompagnement'. On the right, there is a section for 'Actualités...' with a newsletter sign-up form. At the bottom, it lists partners: 'METEO FRANCE', 'Institut Pierre Simon Laplace', and 'CERFACS'.

The graphic features a grid of colored squares in shades of purple, blue, and orange. In the center, the text reads: 'LES NOUVELLES PROJECTIONS CLIMATIQUES DE RÉFÉRENCE DRIAS 2020 POUR LA MÉTROPOLÉ'. The top left corner contains the French Republic logo and 'METEO FRANCE' logo.

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

L'eau et l'adaptation aux changements climatiques conclusion

SOBRIÉTÉ



FLEXIBILITÉ

- changement de cultures
- recours au matériel génétique approprié
- mise au point d'itinéraires techniques adaptés
- ajustement de la fertilisation
- usage raisonné de l'irrigation