

# Les vagues de chaleur en France dans le contexte du changement climatique

---

**Michel SCHNEIDER**

*Météo-France - Direction de la Climatologie et des Services Climatiques*

# Plan de la présentation

---

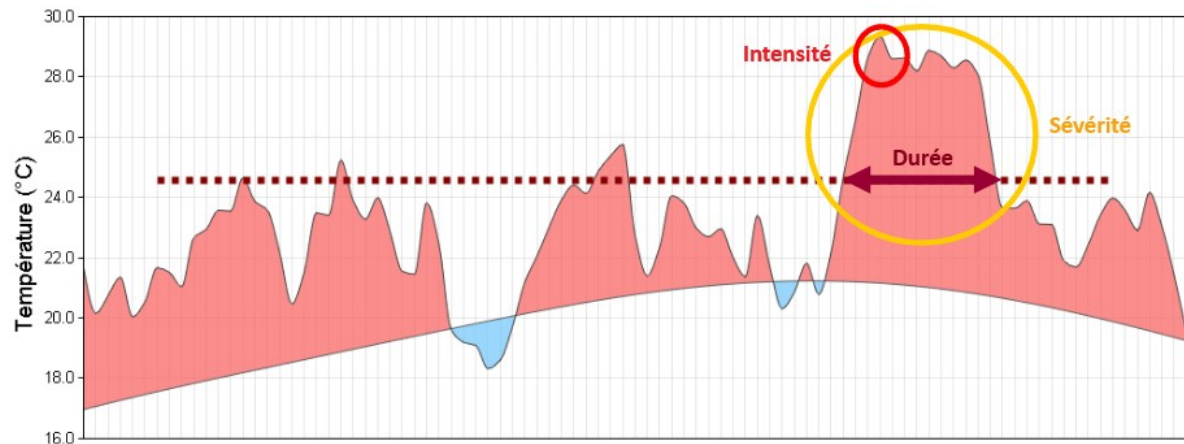
- **Les vagues de chaleur en France dans le contexte du changement climatique**
  - ▶ Qu'est-ce qu'une vague de chaleur ?
  - ▶ Les vagues de chaleur observées en France de 1947 à 2024
  - ▶ L'approche TRACC pour le climat futur
  - ▶ Les vagues de chaleur en climat futur : a quoi faut-il se préparer ?



# Qu'est-ce qu'une vague de chaleur ?

## ■ Qu'est-ce qu'une vague de chaleur ?

- ▶ Pas de définition universelle, mais diverses approches selon les besoins
- ▶ Températures **remarquablement** chaudes pendant une **période** donnée
- ▶ Les vagues de chaleurs sont ici vues comme des « **objets** » possédant certaines **caractéristiques**, que l'on peut comparer entre elles :
  - Un **début**, une **fin** et donc une **durée** et une **position calendaire**
  - Un degré atteint au plus fort de l'événement dit **intensité** ou **intensité maximale**
  - Une intensité globale intégrée sur la durée de l'épisode, dite **sévérité**

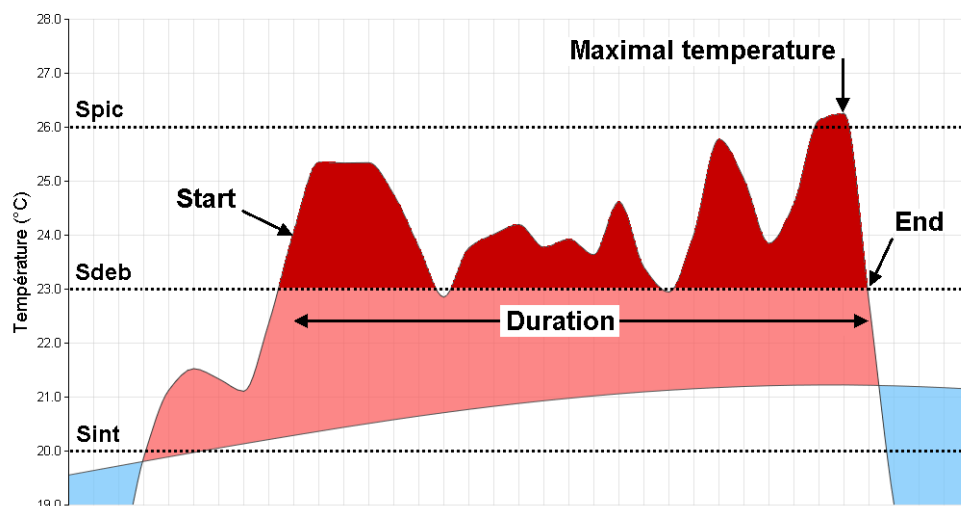


- ➔ Utilisation de seuils propres au climat de la zone géographique étudiée
- ➔ Mise en œuvre sur diverses séries de températures : Indicateurs France, régionaux, départementaux

# Les vagues de chaleur : une méthode d'identification et de qualification

## ■ Principe d'identification des épisodes

- ▶ On identifie l'existence potentielle d'une vague de chaleur dès lors que la **température moyenne quotidienne** dépasse un jour au moins le centile 99.5 de sa distribution calculée sur une période de référence.
- ▶ La période couverte par l'épisode est celle durant laquelle la température ne redescend pas durablement (deux jours ou plus) en dessous du centile 97.5 et ne redescend pas ponctuellement en dessous du centile 95.0.



### Les indicateurs caractérisant l'épisode

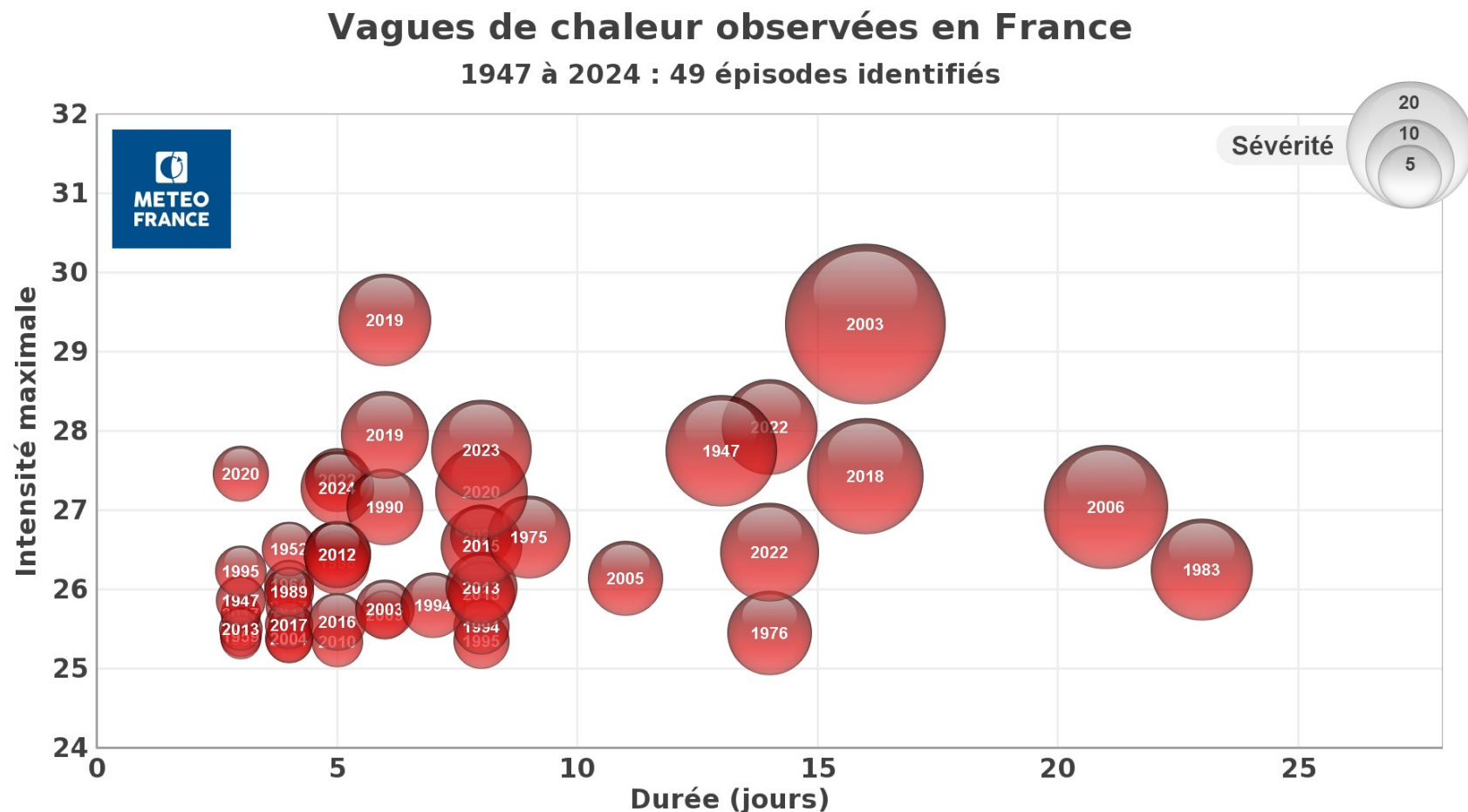
- ➔ **Début, fin, durée et position calendaire** résultent des règles définies précédemment
- ➔ **Intensité maximale** = température moyenne la plus élevée atteinte au cours de l'épisode
- ➔ **Sévérité** = cumul sur la durée de l'épisode des °C au dessus du centile 97,5

## Historique des vagues de chaleur en France : inventaire depuis 1947

### Vagues de chaleur récentes

| Début    | Fin      | Durée | Intensité | Sévérité |
|----------|----------|-------|-----------|----------|
| 20030802 | 20030817 | 16    | 29.4      | 59.4     |
| 20060710 | 20060730 | 21    | 27.0      | 35.4     |
| 20170618 | 20170622 | 5     | 26.4      | 10.3     |
| 20170705 | 20170708 | 4     | 25.8      | 5.1      |
| 20170717 | 20170719 | 3     | 25.7      | 3.8      |
| 20170826 | 20170829 | 4     | 25.5      | 5.4      |
| 20180724 | 20180808 | 16    | 27.4      | 31.4     |
| 20190625 | 20190630 | 6     | 27.9      | 18.0     |
| 20190721 | 20190726 | 6     | 29.4      | 19.6     |
| 20200730 | 20200801 | 3     | 27.5      | 7.4      |
| 20200806 | 20200813 | 8     | 27.2      | 20.0     |
| 20220615 | 20220619 | 5     | 27.4      | 9.7      |
| 20220712 | 20220725 | 14    | 28.0      | 21.0     |
| 20220731 | 20220813 | 14    | 26.5      | 22.5     |
| 20230817 | 20230824 | 8     | 27.8      | 23.2     |
| 20240729 | 20240802 | 5     | 27.3      | 12.4     |
| 20240806 | 20240813 | 8     | 26.7      | 8.9      |

# Les vagues de chaleur observée en France entre 1947 et 2022



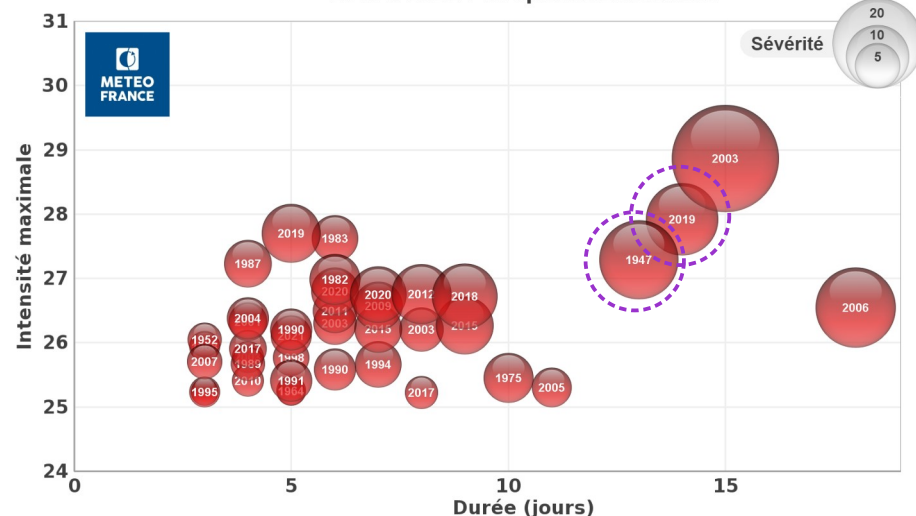
- **Neuf épisodes** recensés dans la période **1947-1985 (39 annés)**
- **Quarante épisodes** recensés dans la période **1986-2024 (39 années)**

# Un historique de vagues de chaleur propre à chaque région

- Spécificités régionales pour les durées, intensités et sévérités

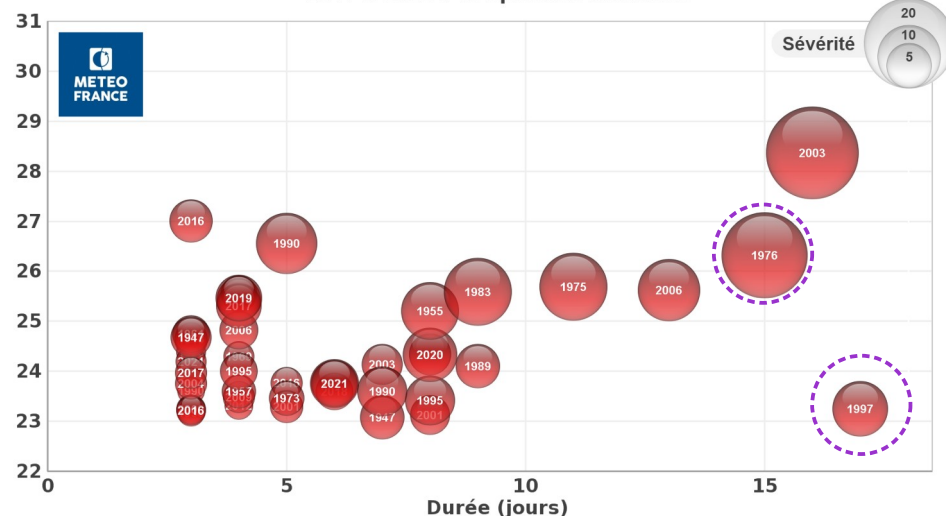
Vagues de chaleur observées sur la région Occitanie

1947 à 2021 : 40 épisodes identifiés



Vagues de chaleur observées sur la région Bretagne

1947 à 2021 : 45 épisodes identifiés



- Diagnostics différents selon les régions, selon les départements,...
- Exemples : 2019, 1997, 1976, 1947...

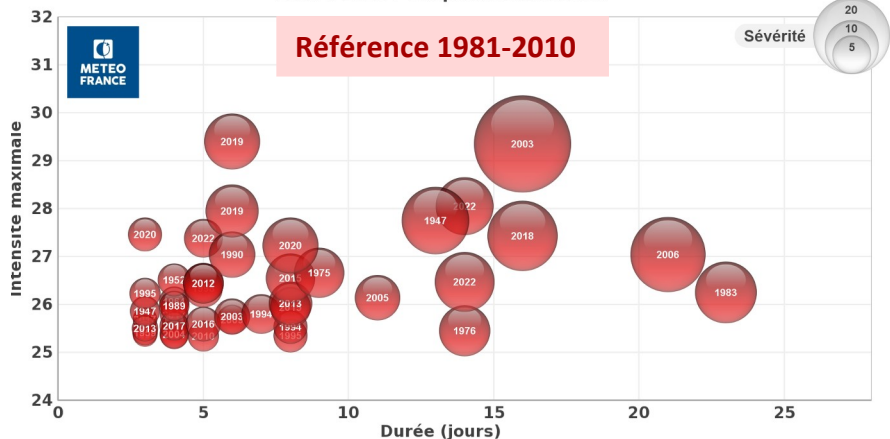
# Les vagues de chaleur en France et changement climatique

## ■ Historique des vagues de chaleur : différents angles de vue selon la référence utilisée

Vagues de chaleur observées en France

1947 à 2022 : 46 épisodes identifiés

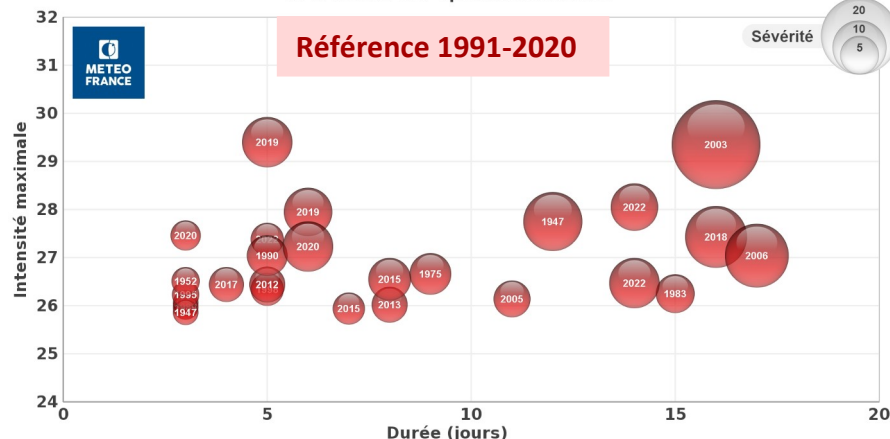
Référence 1981-2010



Vagues de chaleur observées en France

1947 à 2022 : 27 épisodes identifiés

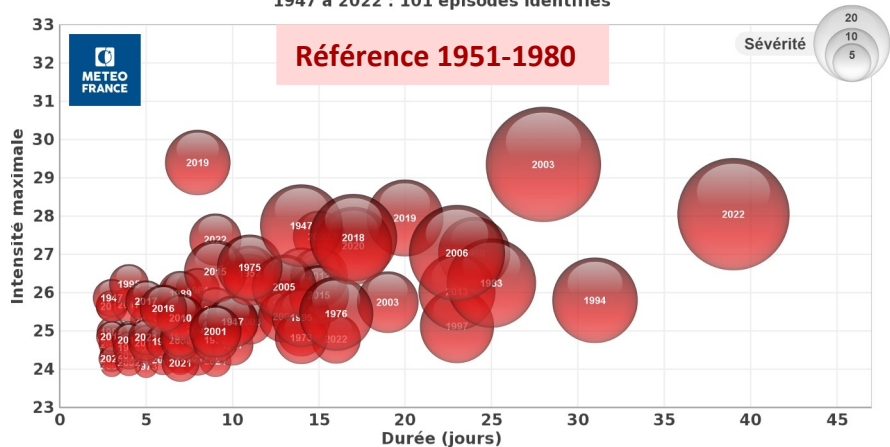
Référence 1991-2020



Vagues de chaleur observées en France

1947 à 2022 : 101 épisodes identifiés

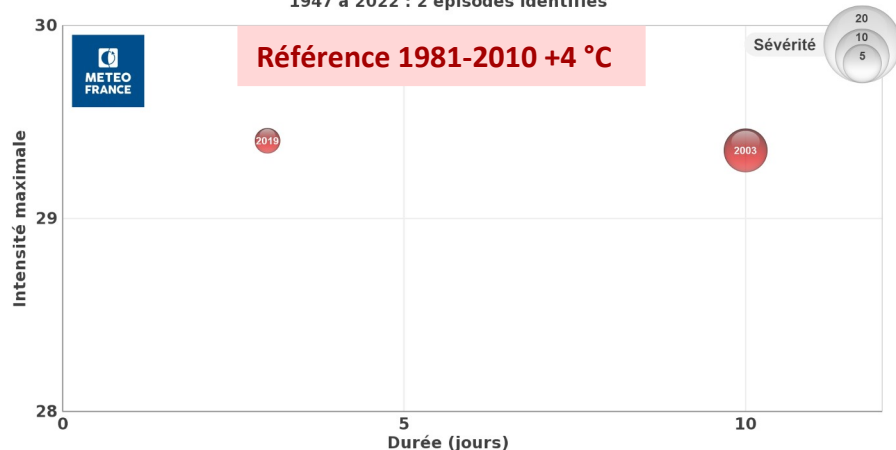
Référence 1951-1980



Vagues de chaleur observées en France

1947 à 2022 : 2 épisodes identifiés

Référence 1981-2010 + 4 °C



# Les vagues de chaleur en climat futur : diagnostics sous approche TRACC

---

## Qu'est-ce que la TRACC ?

L'urgence climatique est là : pour agir, il est indispensable de **connaître avec précision les évolutions climatiques auxquelles il est nécessaire de s'adapter.**

**La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)**, mise en place par le Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, en est le fil conducteur.

**La France doit être en mesure de s'adapter à un réchauffement, par rapport à l'ère pré-industrielle, de +2.0 °C d'ici 2030, de +2.7 °C d'ici 2050 et de +4.0 °C d'ici la fin du siècle.**

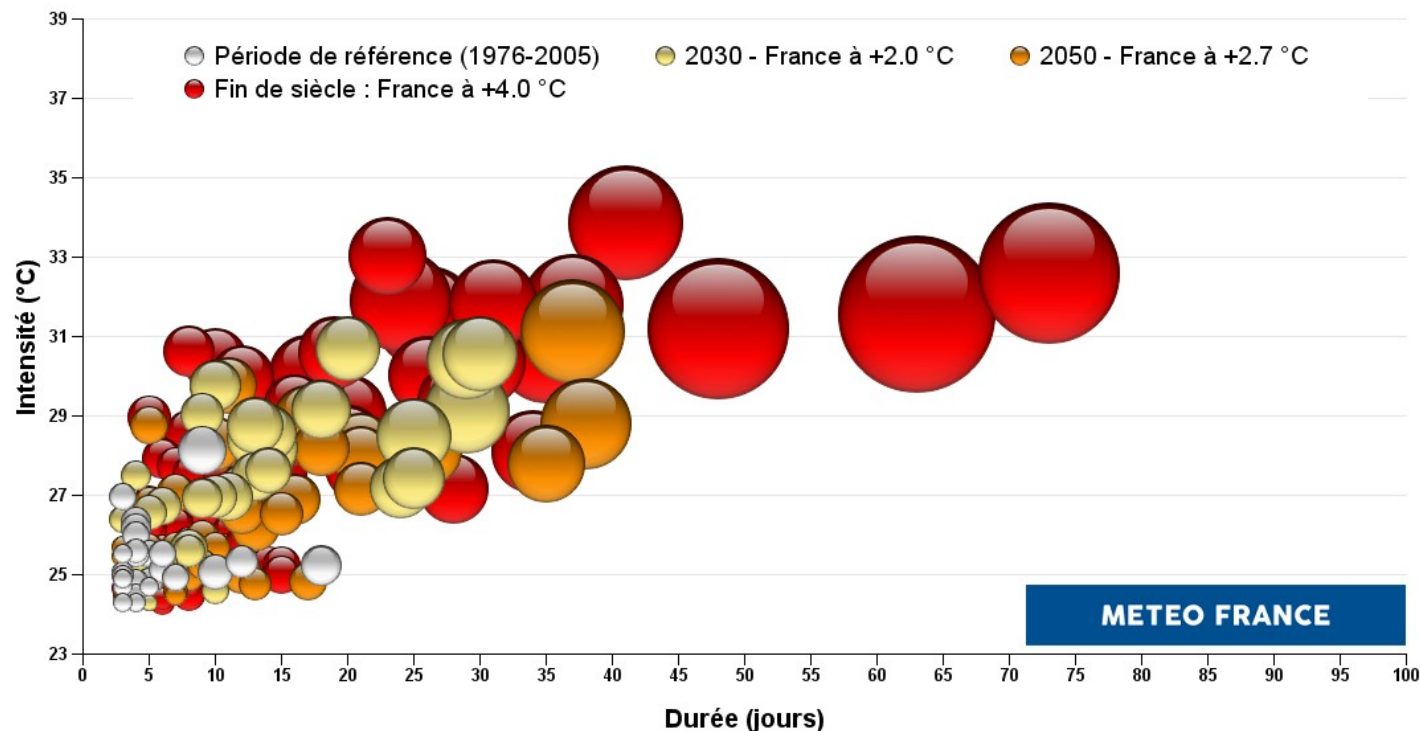
## ■ Les vagues de chaleur en climat futur

- ▶ Utilisation d'un jeu de dix-sept modèles climatiques (en RCP 8.5)
- ▶ Pour chaque modèle :
  - Identification des vagues de chaleur sur la période 1976-2100
  - Analyse de l'évolution des vagues de chaleur d'ici chaque « horizon » TRACC
- ▶ Analyse multi-modèles de l'évolution des vagues de chaleur

# Evolution vue par le modèle EC-EARTH\_HadREM3-GA7-05

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizons TRACC autour de 2030, 2050 et 2100

Simulation MOHC-HadREM3-GA7-05 / ICHEC-EC-EARTH



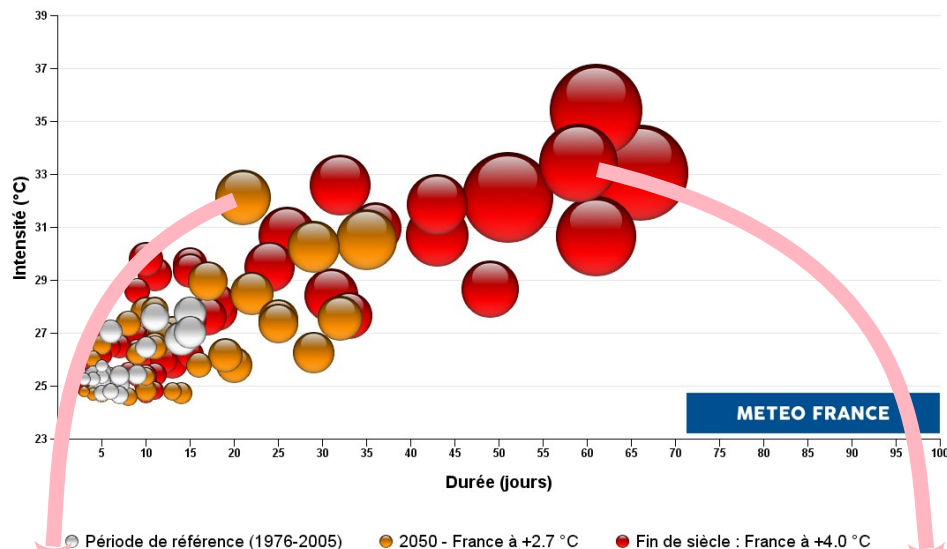
## Les pires canicules en climat futur versus les pires canicules de la période 1976-2005 (vues par ce modèle)

|                           |                                               |                                             |                                                   |
|---------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>France à +2.0 °C :</b> | <b>Durée :</b> près de deux fois plus longue  | <b>Intensité :</b> près de 3 °C plus élevée | <b>Sévérité :</b> près de trois fois plus élevée  |
| <b>France à +2.7 °C :</b> | <b>Durée :</b> près de trois fois plus longue | <b>Intensité :</b> près de 3 °C plus élevée | <b>Sévérité :</b> près de quatre fois plus élevée |
| <b>France à +4.0 °C :</b> | <b>Durée :</b> près de cinq fois plus longue  | <b>Intensité :</b> près de 5 °C plus élevée | <b>Sévérité :</b> près de dix fois plus élevée    |

# Quelles pourraient être les conséquences au quotidien ?

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizons TRACC autour de 2050 et 2100

Simulation SMHI-RCA4\_ICHEC-EC-EARTH



## Des impacts sanitaires majeurs

- ▶ Des températures diurnes que le corps humain ne peut pas supporter
- ▶ Des températures nocturnes empêchant la récupération
- ▶ D'autres conséquences sanitaires moins souvent évoquées, mais préoccupantes (exemple : femmes enceintes, fœtus, ...)

### Durant cette vague de chaleur de 21 jours

Les températures pourraient atteindre 50 °C à Paris, 48 °C à Bourges, 47 °C à Lyon et Strasbourg, 45 °C à Dijon...

Les températures pourraient dépasser 40 °C plusieurs jours consécutifs : huit jours à Lyon, quatre à Bourges, Dijon, trois à Paris, Strasbourg...

Les températures pourraient ne pas descendre sous 25 °C plusieurs nuits consécutives : douze nuits à Lyon, six à Paris, trois à Strasbourg, Bourges, Dijon, Draguignan...

### Durant cette vague de chaleur de 61 jours

Les températures pourraient atteindre 49 °C à Limoges et les approcher à Bourges, approcher 46 °C à Paris, Rennes, atteindre 45 °C à Lille, Lyon, Toulouse, Dijon...

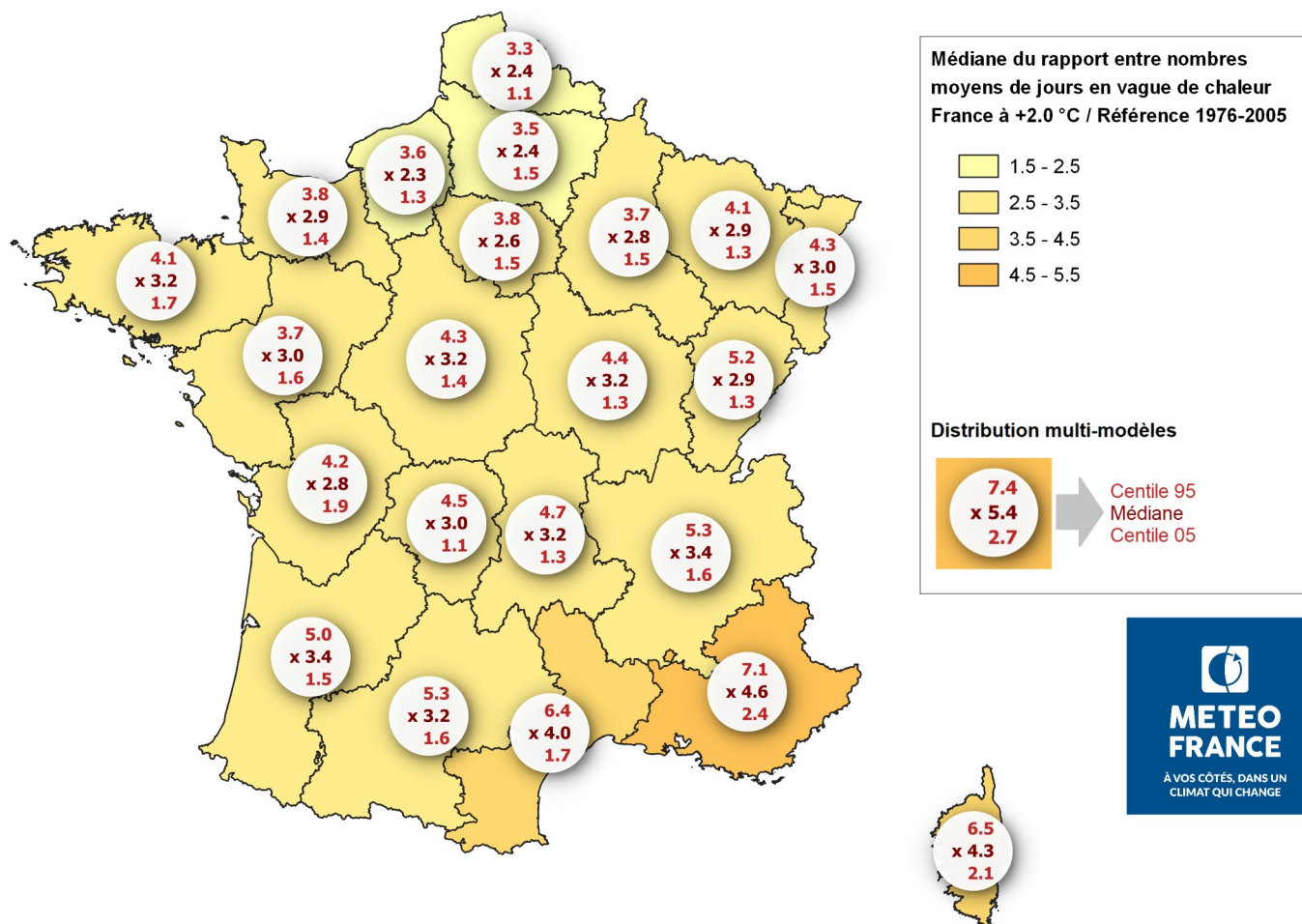
Les températures pourraient dépasser 40 °C plusieurs jours consécutifs : sept jours à Nîmes, six à Lille, Bourges, Limoges, Toulouse et Bordeaux, cinq à Paris, Lyon, Rennes, Dijon...

Les températures pourraient ne pas descendre sous 25 °C plusieurs nuits consécutives : vingt à Toulouse, quinze à Limoges, treize à Draguignan, huit à Paris et Lyon, six à Lille, Dijon, Nîmes...

# Approche multi-modèles du nombre annuel de jours en vague de chaleur

Evolution du nombre annuel moyen de jours en situation de vague de chaleur

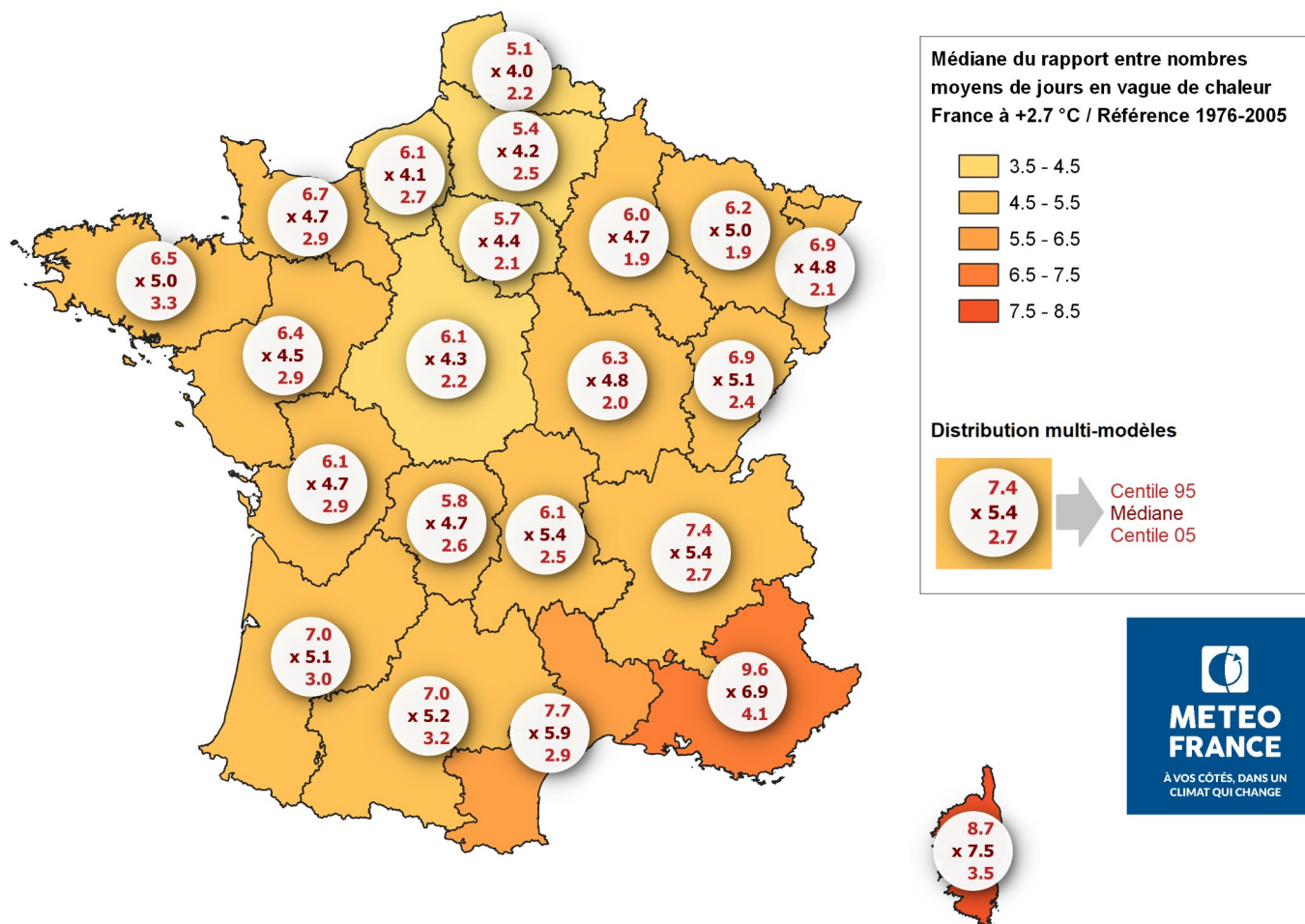
Rapport entre l'horizon d'une France à +2.0 °C vers 2030 et la période 1976-2005



# Approche multi-modèles du nombre annuel de jours en vague de chaleur

Evolution du nombre annuel moyen de jours en situation de vague de chaleur

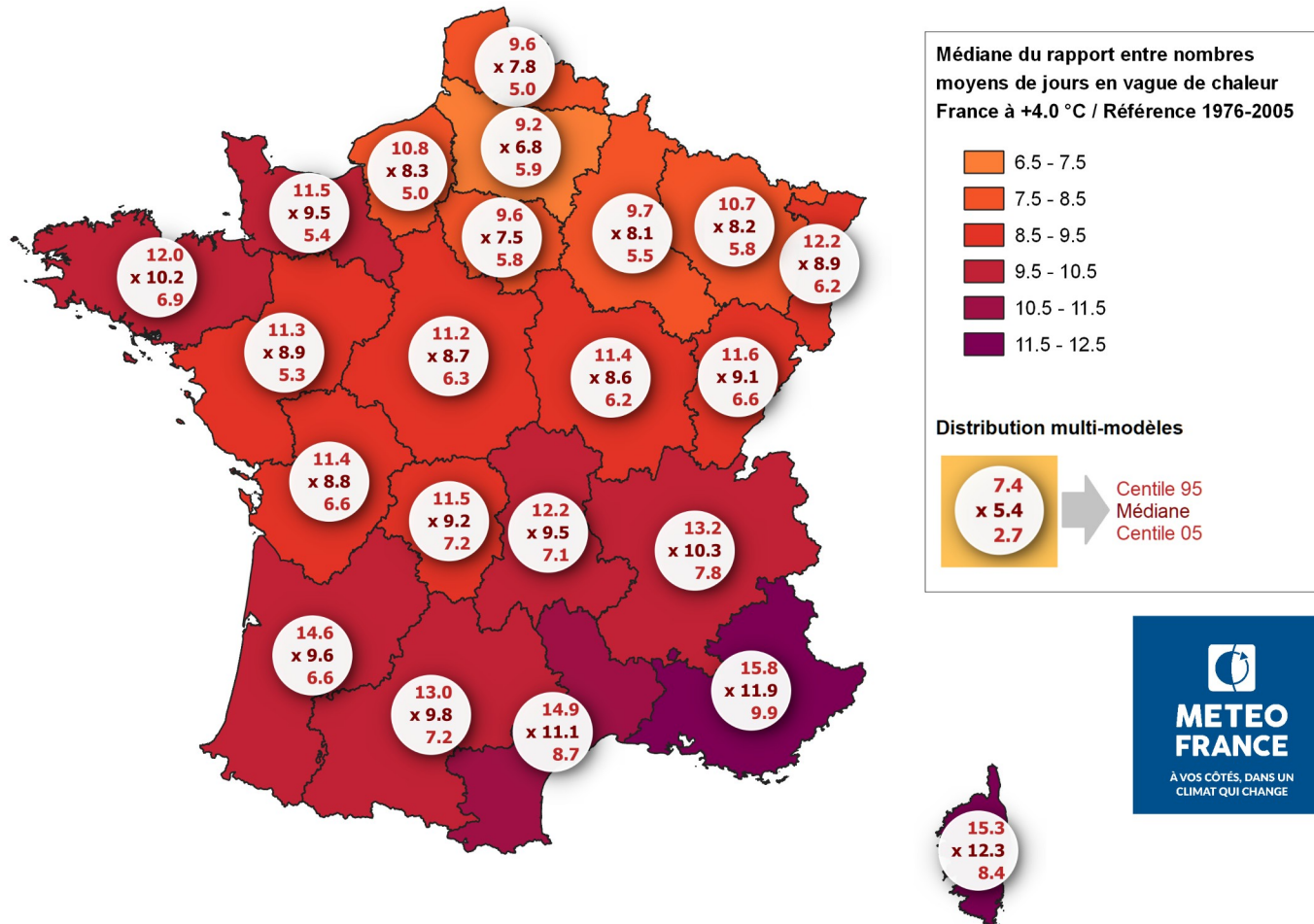
Rapport entre l'horizon d'une France à +2.7 °C vers 2050 et la période 1976-2005



# Approche multi-modèles du nombre annuel de jours en vague de chaleur

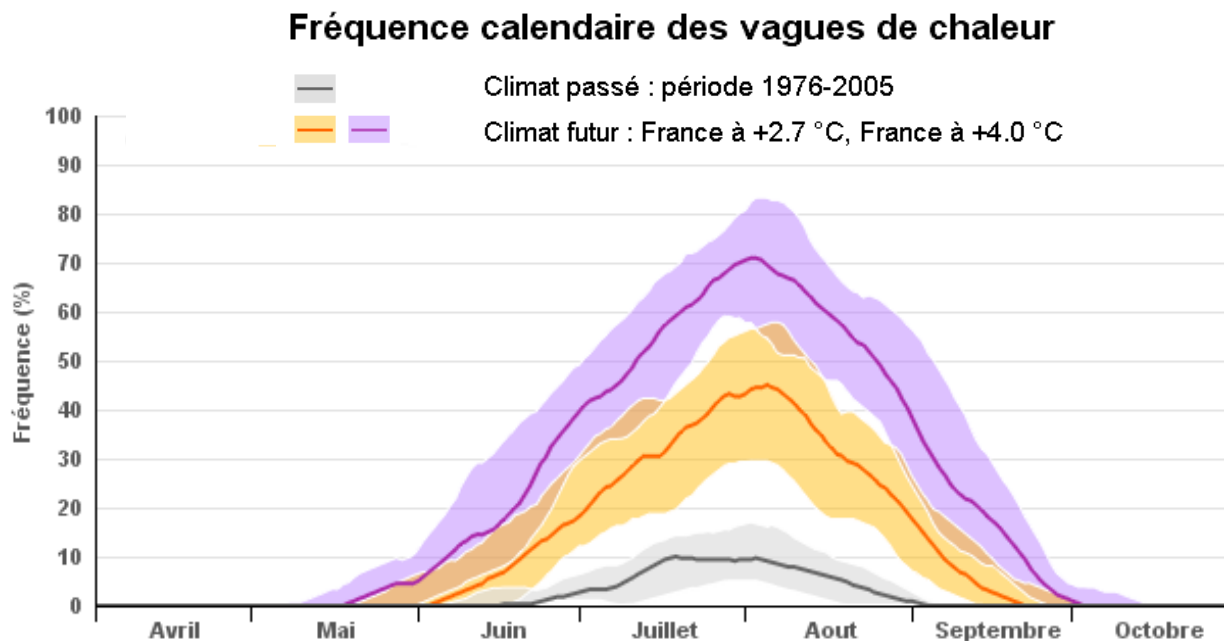
Evolution du nombre annuel moyen de jours en situation de vague de chaleur

Rapport entre l'horizon d'une France à +4.0 °C vers la fin du siècle et la période 1976-2005



# Approche multi-modèles des probabilités calendaires de vague de chaleur

- Evolution de la probabilité d'être en situation de vague de chaleur un jour donné



## Probabilité d'être en vague de chaleur autour de 2050 puis 2100 versus la période 1976-2005 (comparaison des médianes)

**France à +2.7 °C :** Les probabilités quotidiennes seront multipliées par quatre au coeur de l'été !

Les probabilités mi-juin et début septembre deviendront proches de ce qu'elles étaient au coeur de l'été

**France à +4.0 °C :** Les probabilités quotidiennes seront multipliées par sept au coeur de l'été

Les probabilités début juin et fin septembre deviendront proches de ce qu'elles étaient au coeur de l'été



---

# Merci de votre attention

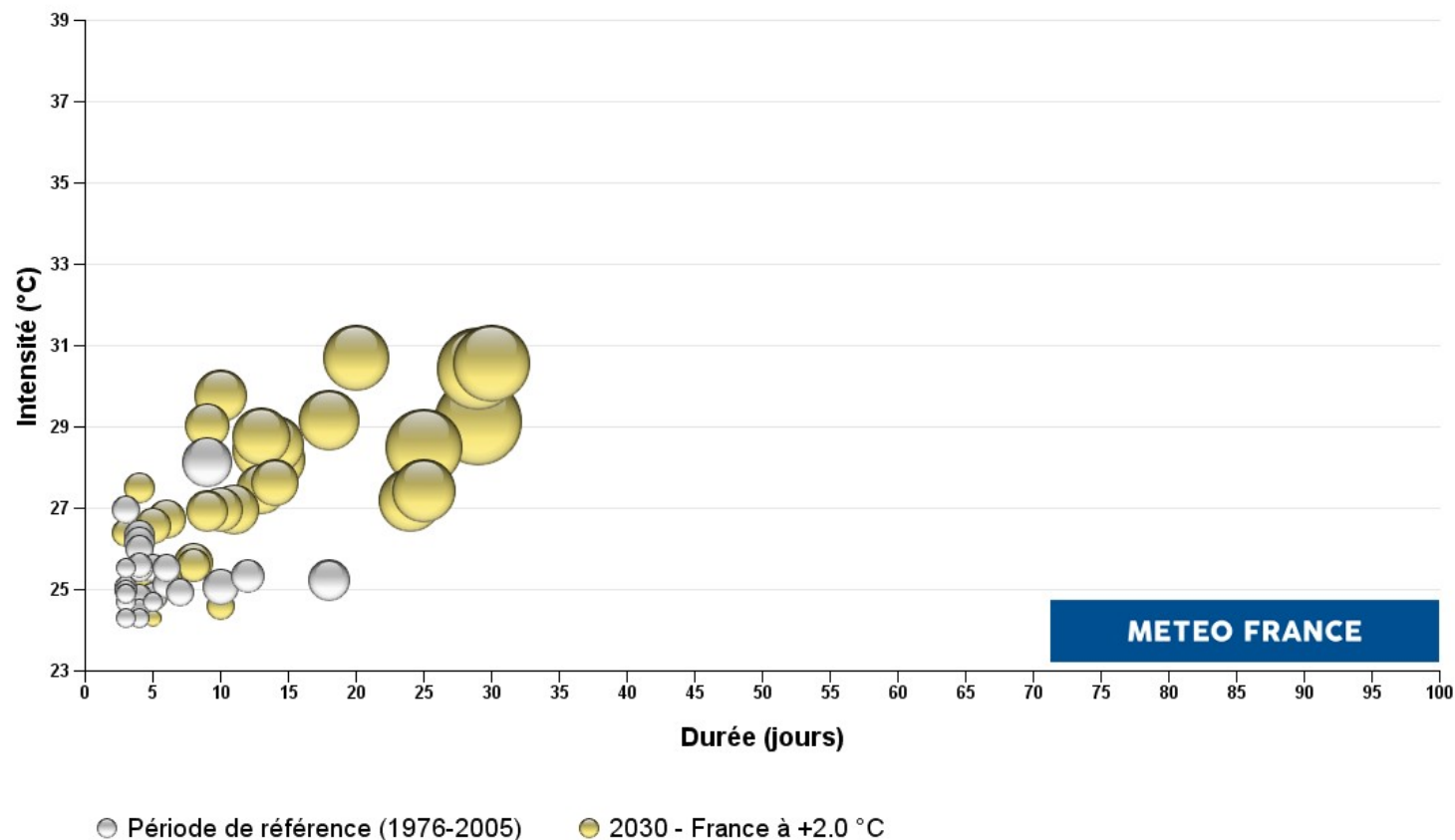
---

## Annexe

# Evolution vue par le modèle EC-EARTH\_HadREM3-GA7-05

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizon TRACC autour de 2030

Simulation MOHC-HadREM3-GA7-05 / ICHEC-EC-EARTH



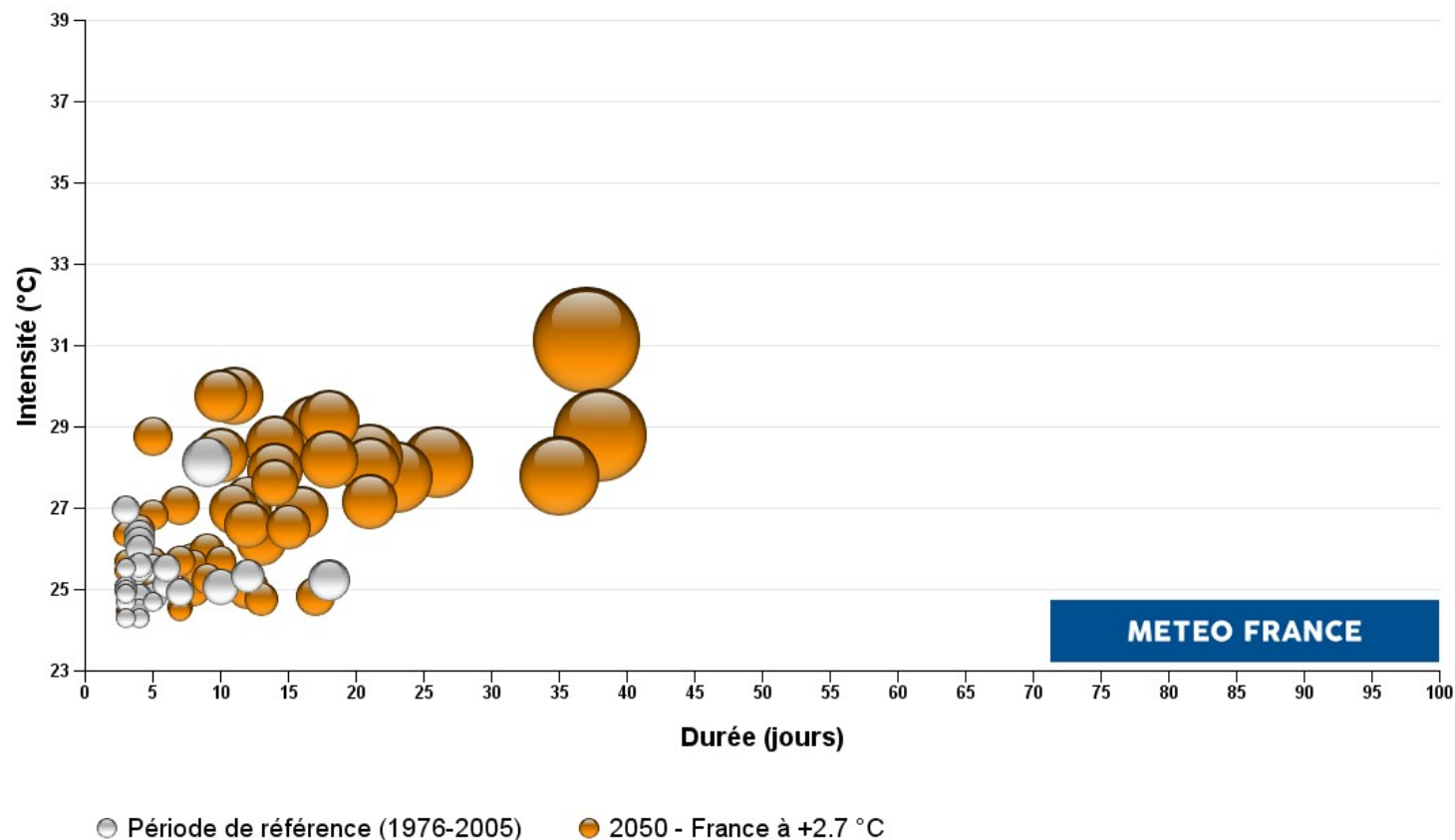
## Les pires canicules autour de 2030 versus les pires canicules de la période 1976-2005

**Durée :** près de deux fois plus longue    **Intensité :** près de 3 °C plus élevée    **Sévérité :** près de trois fois plus élevée

# Evolution vue par le modèle EC-EARTH\_HadREM3-GA7-05

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizon TRACC autour de 2050

Simulation MOHC-HadREM3-GA7-05 / ICHEC-EC-EARTH



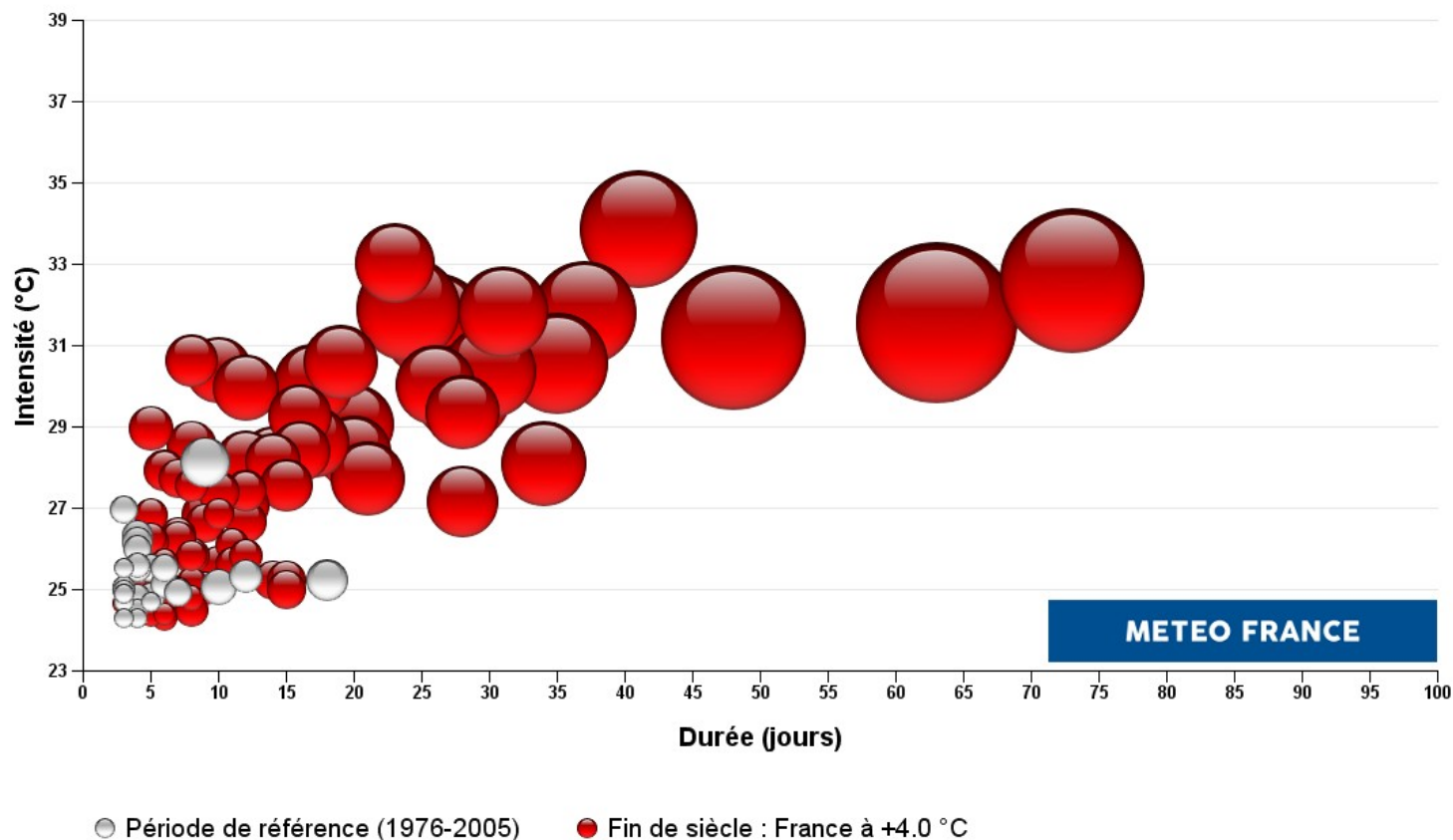
## Les pires canicules autour de 2050 versus les pires canicules de la période 1976-2005

**Durée :** près de trois fois plus longue    **Intensité :** près de 3 °C plus élevée    **Sévérité :** près de quatre fois plus élevée

# Evolution vue par le modèle EC-EARTH\_HadREM3-GA7-05

Vagues de chaleur en France : climat passé et horizon TRACC autour de 2100

Simulation MOHC-HadREM3-GA7-05 / ICHEC-EC-EARTH

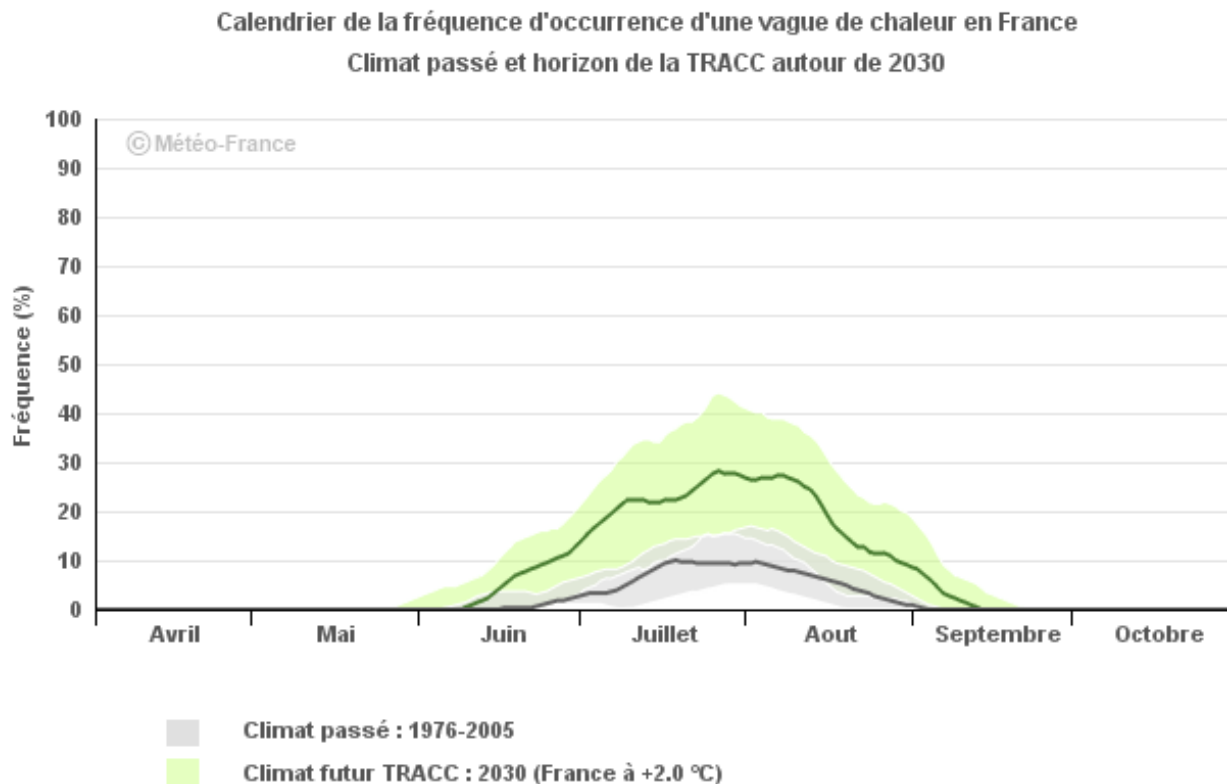


## Les pires canicules autour de 2100 versus les pires canicules de la période 1976-2005

**Durée :** près de cinq fois plus longue      **Intensité :** près de 5 °C plus élevée      **Sévérité :** près de dix fois plus élevée

# Approche multi-modèles des probabilités calendaires de vague de chaleur

- Evolution de la probabilité d'être en situation de vague de chaleur un jour donné



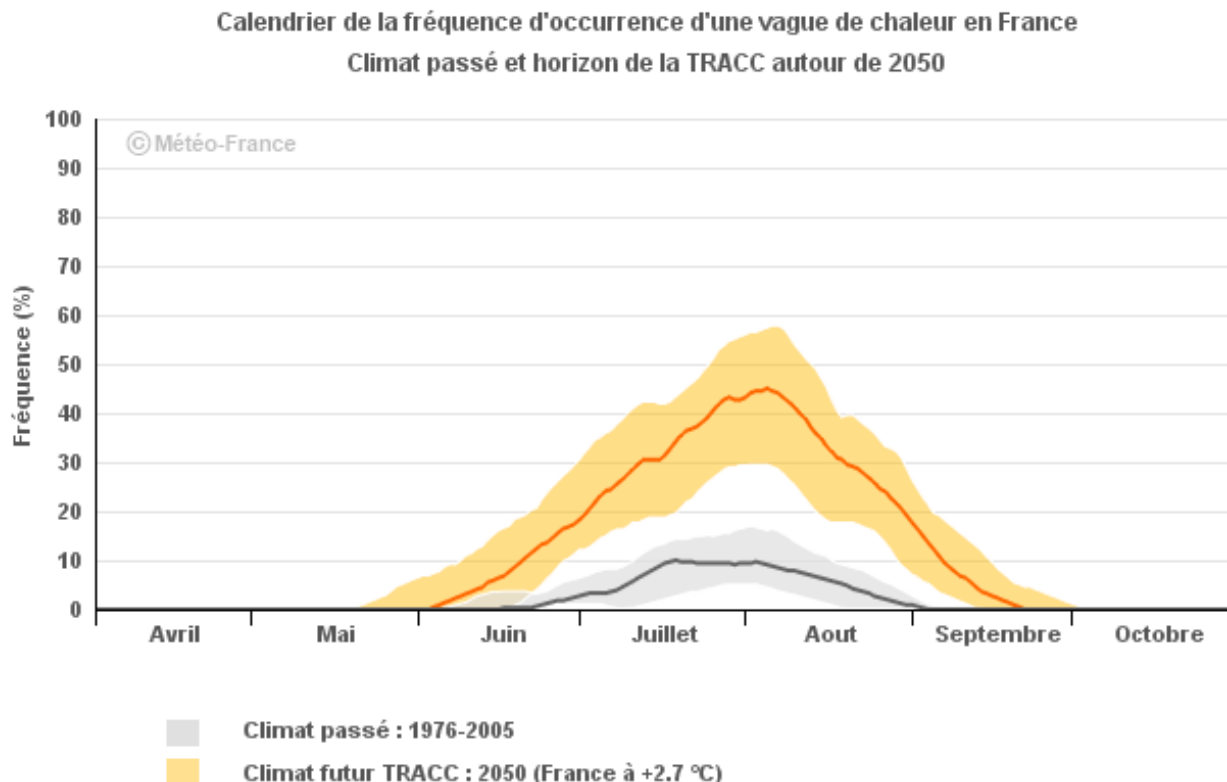
## Probabilité d'être en vague de chaleur autour de 2030 versus période 1976-2005 (comparaison des médianes)

Les probabilités quotidiennes sont multipliées par trois au coeur de l'été

Les probabilités fin juin et fin août deviennent analogues à ce qu'elles étaient au coeur de l'été par le passé

# Approche multi-modèles des probabilités calendaires de vague de chaleur

- Evolution de la probabilité d'être en situation de vague de chaleur un jour donné



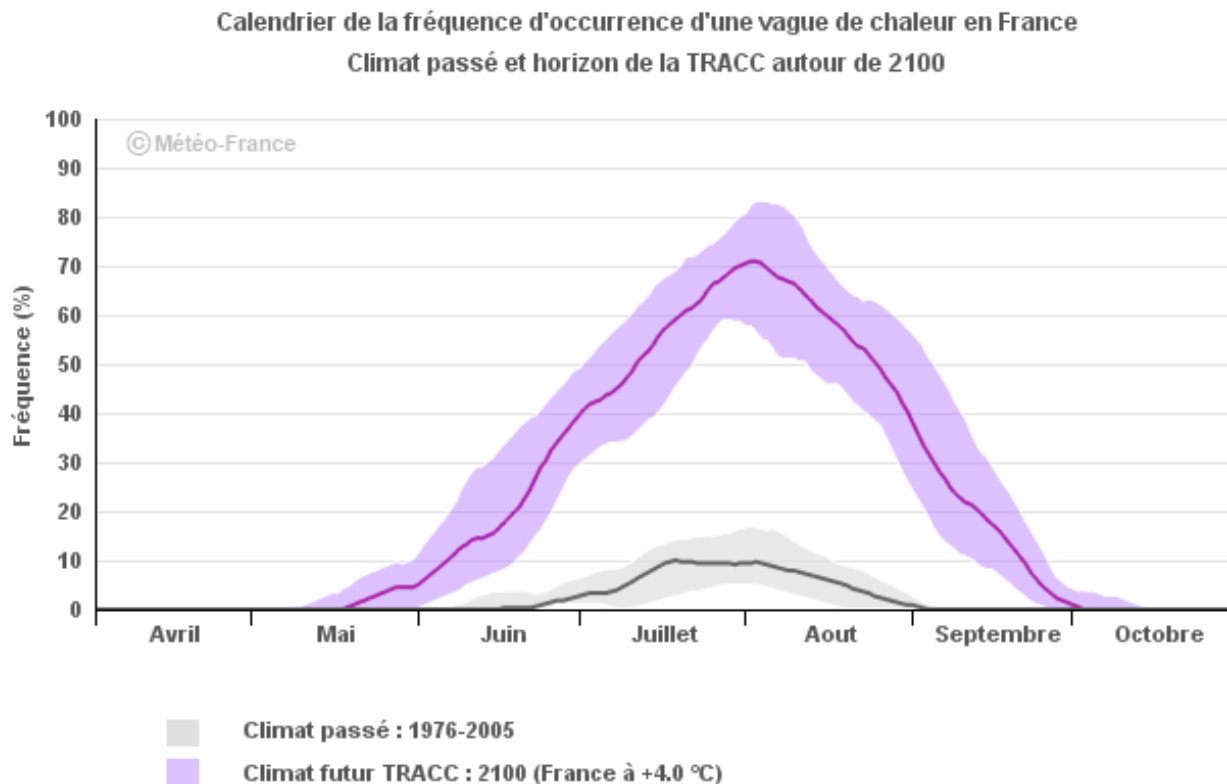
## Probabilité d'être en vague de chaleur autour de 2050 versus période 1976-2005 (comparaison des médianes)

Les probabilités quotidiennes sont multipliées par quatre au coeur de l'été

Les probabilités mi-juin et début septembre deviennent analogues à ce qu'elles étaient au coeur de l'été par le passé

# Approche multi-modèles des probabilités calendaires de vague de chaleur

- Evolution de la probabilité d'être en situation de vague de chaleur un jour donné



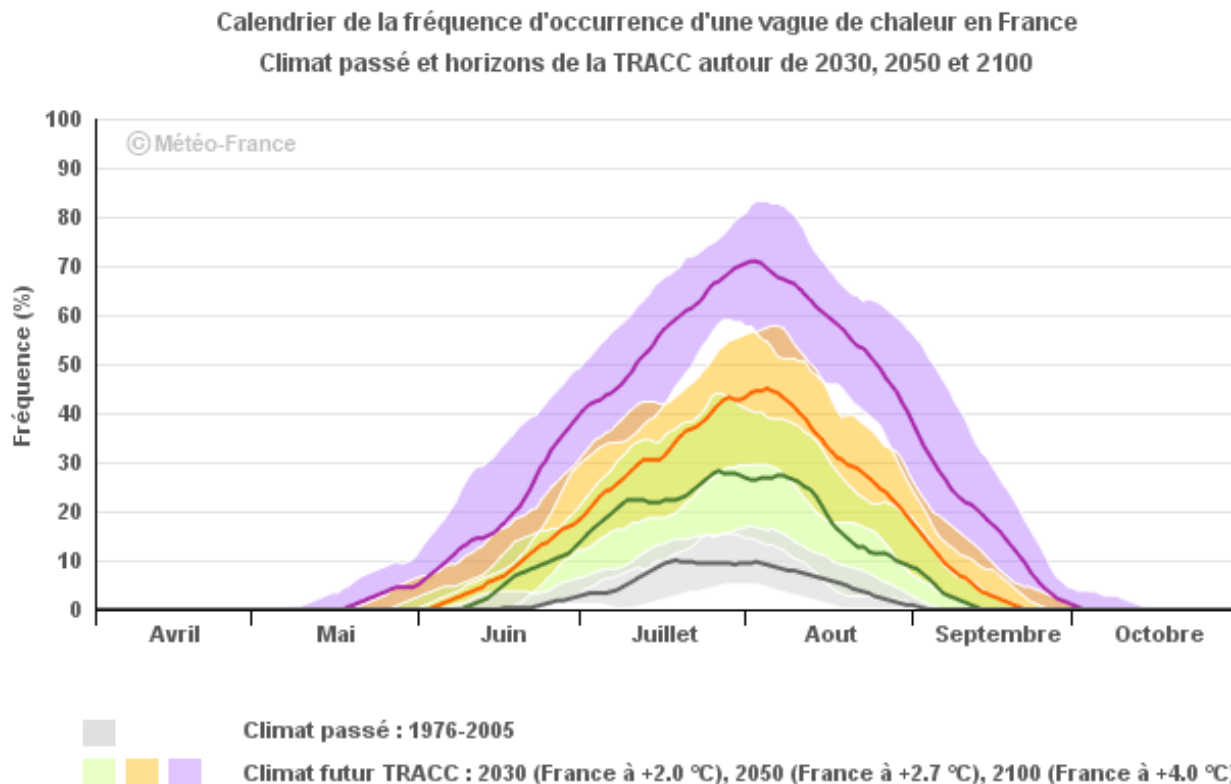
## Probabilité d'être en vague de chaleur autour de 2100 versus période 1976-2005 (comparaison des médianes)

Les probabilités quotidiennes sont multipliées par sept au coeur de l'été

Les probabilités début juin et fin septembre deviennent analogues à ce qu'elles étaient au coeur de l'été par le passé

# Calendrier des vagues de chaleur en France : climat passé et futur

- Evolution de la probabilité d'être en situation de vague de chaleur un jour donné



Les zones colorées couvrent les plages comprises entre les centiles 17 et 83 calculés sur le jeu de modèles.  
Les lignes colorées représentent les médianes calculées sur le jeu de modèles.