

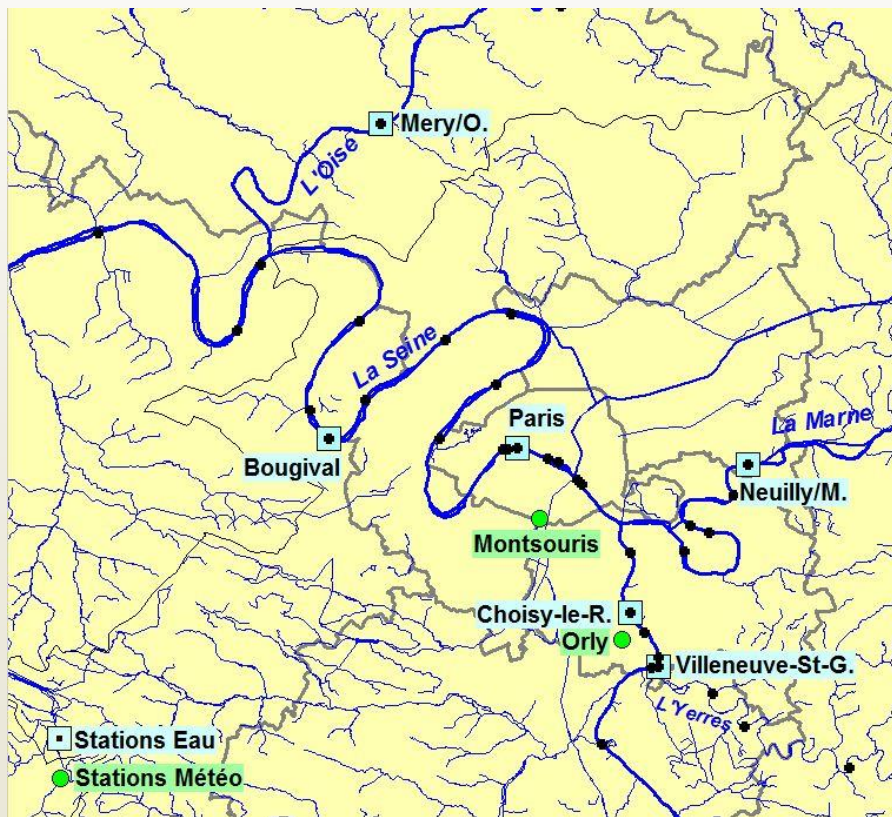
Trajectoire thermique de la Seine

Modélisation de la température de la Seine à Paris à l'horizon 2100.

Agnès Rivière, Daphné Ladet, William Thomas, Guillaume Le Breton, Agnès Ducharne et Ludovic Oudin

Données collectées auprès des contributeurs

- ➔ 16 contributeurs
- ➔ 5 millions de données transmises
- ➔ 350 000 moyennes quotidiennes

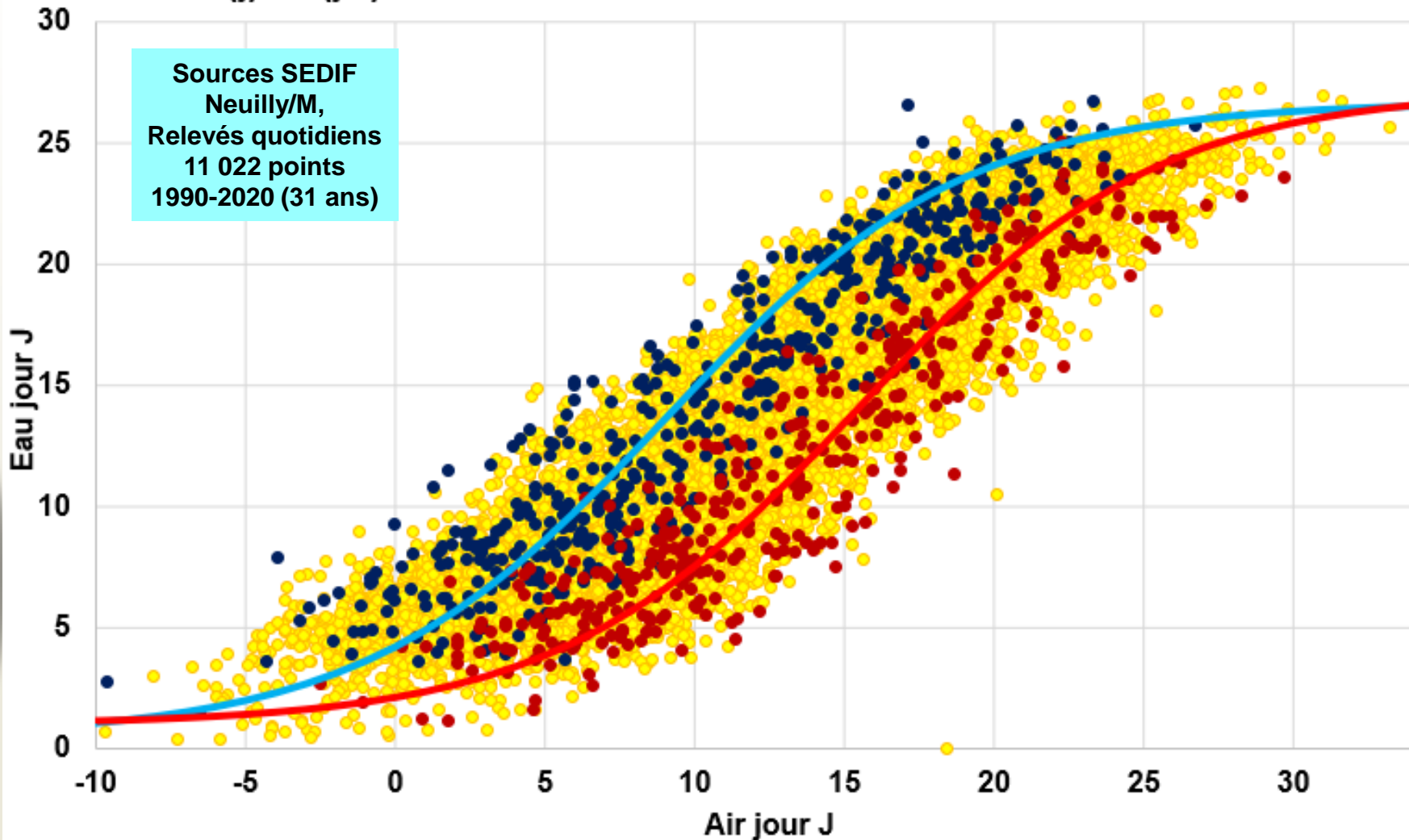


Lien entre température de l'air et température de l'eau

MARNE AVAL

Variations $T_{air}(j) - T_{air}(j-1)$

● Stable ● Baisse $\leq 4^\circ\text{C}$ ● Hausse $\geq 4^\circ\text{C}$
 — Baisse théorique — Hausse théorique



Sources SEDIF
 Neuilly/M,
 Relevés quotidiens
 11 022 points
 1990-2020 (31 ans)

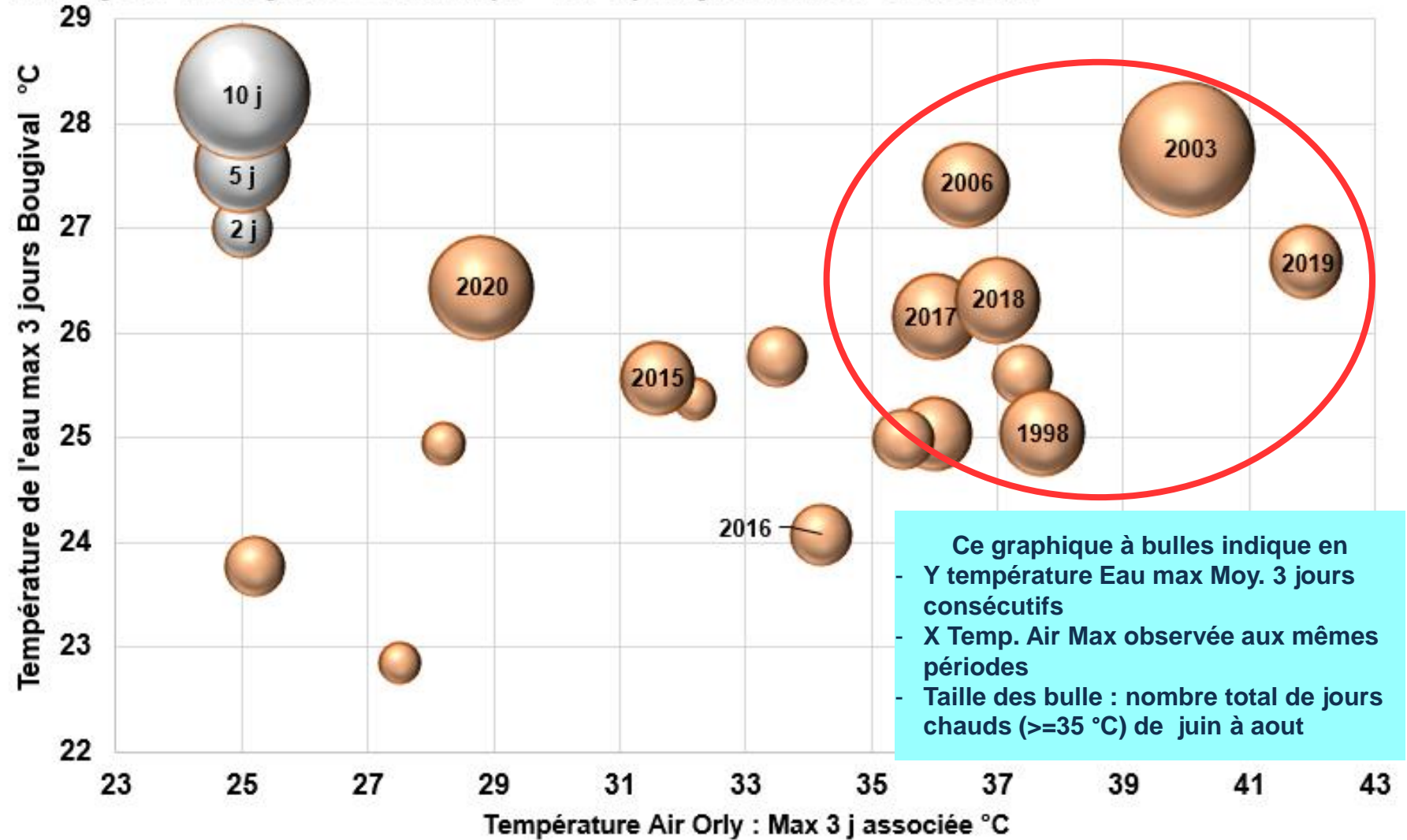
A forte température de l'air, couplée à un vent sec, l'évaporation est importante, ce qui diminue la température de l'eau. Un équilibre s'établit à 28°C

$$T_w = T_0 + \frac{T_m}{1 + e^{a(b - T_a)}}$$

	Hausse	Baisse
T_0	1,0	0,5
T_m	26,2	26,2
a	0,2	0,2
b	15,5	9,0
T_w	Température de l'Eau	
T_a	Température de l'Air	
T_0	Température Eau Min.	
T_m	Température Eau Max.	

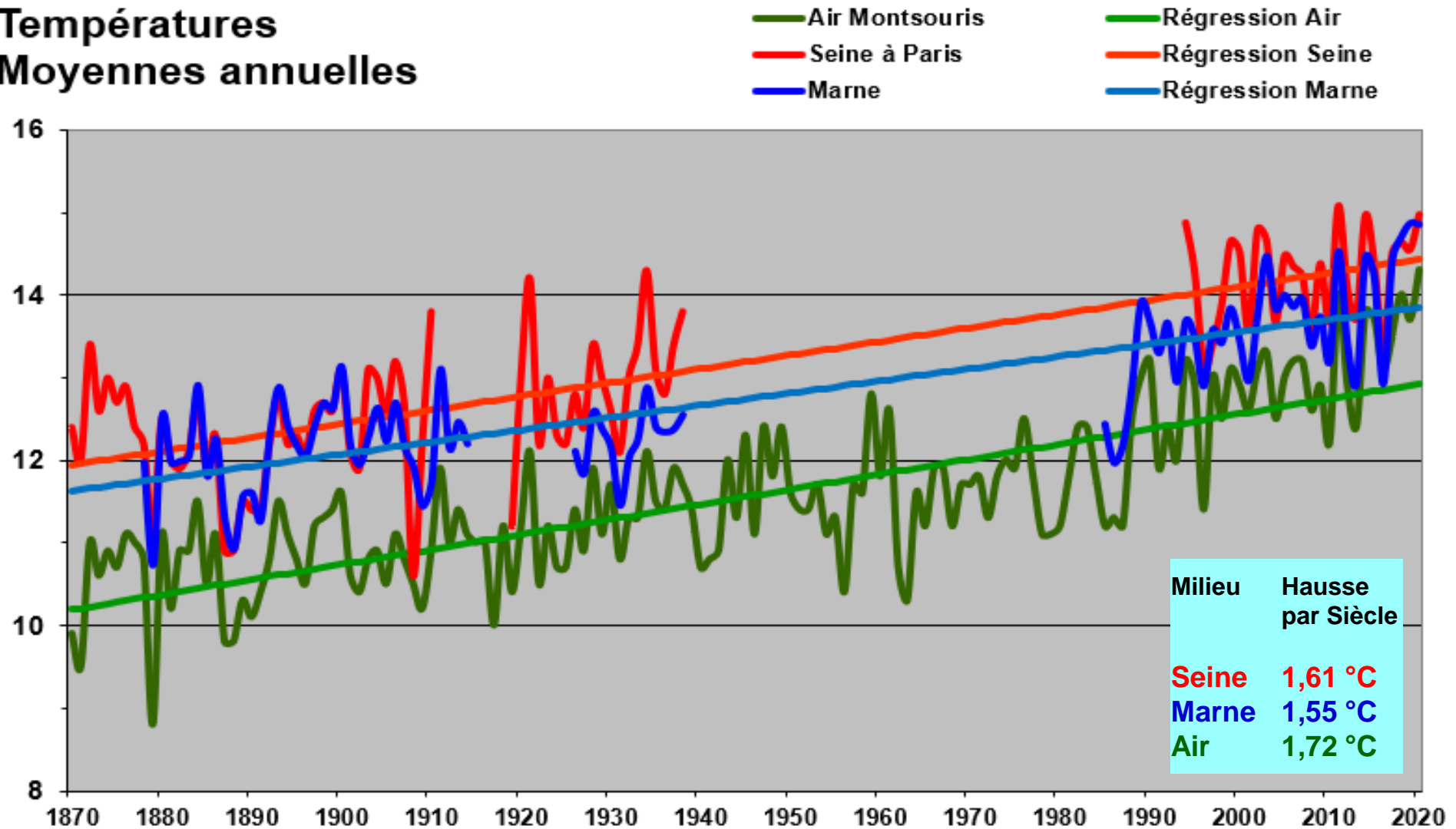
Vagues de chaleur des 31 dernières années

Max 3j Air et Nb jours chauds ($T \geq 35^\circ\text{C}$) de juin à aout 1990-2020

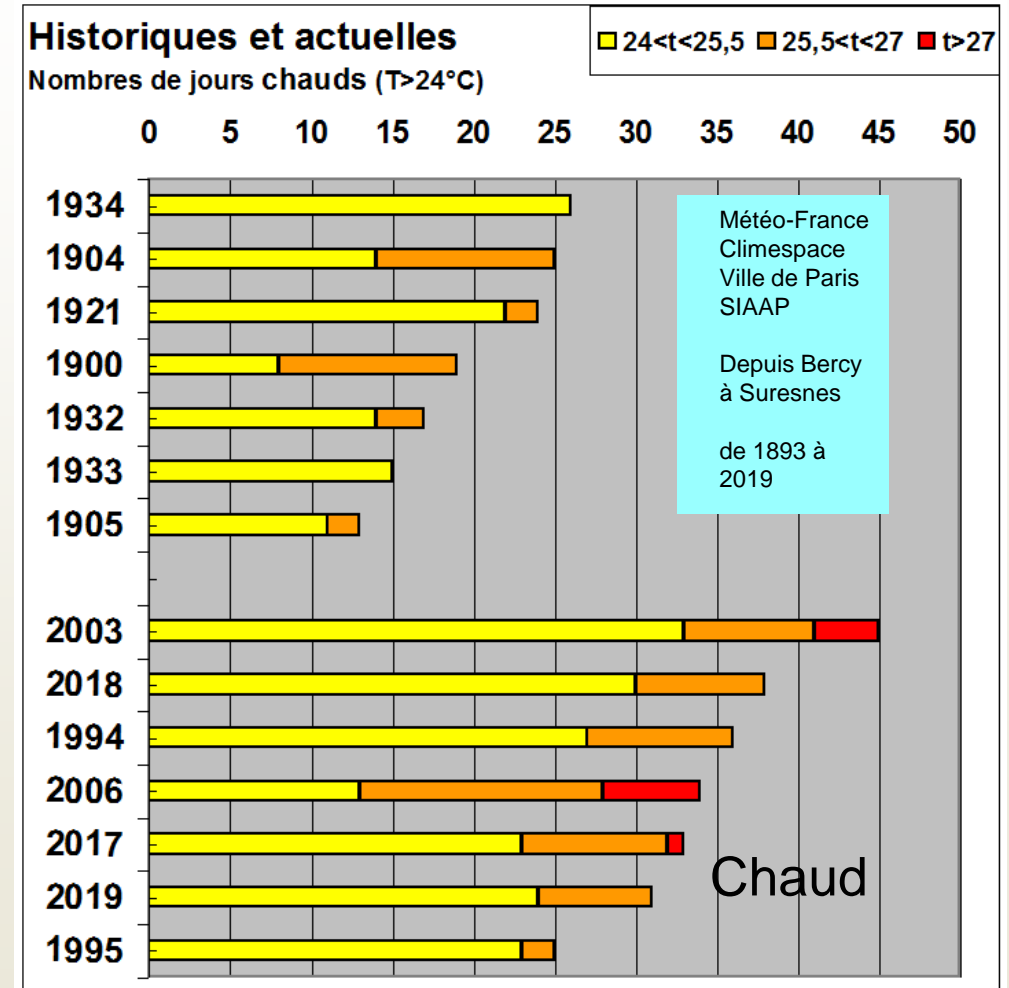
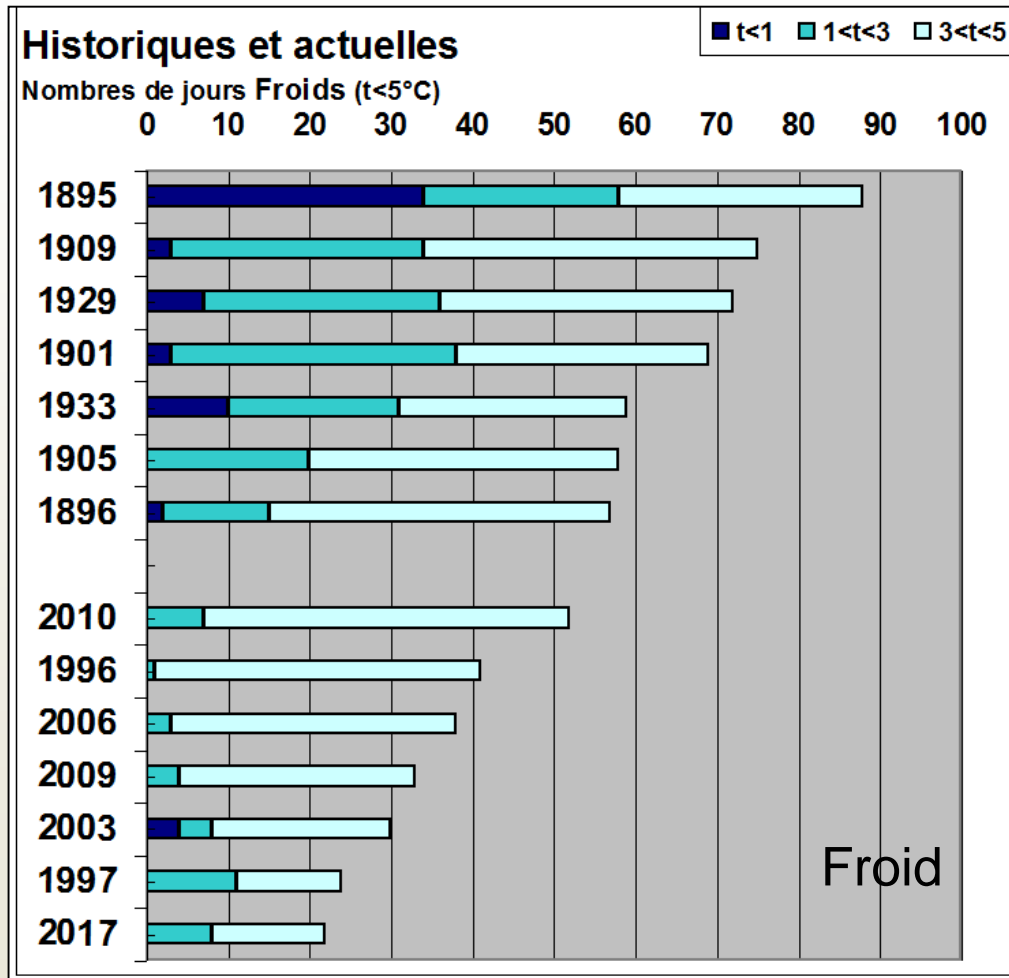


Un réchauffement important de la Seine en 150 ans !

Températures Moyennes annuelles

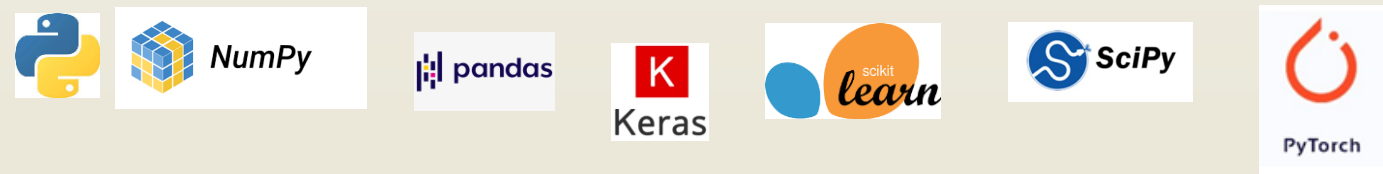
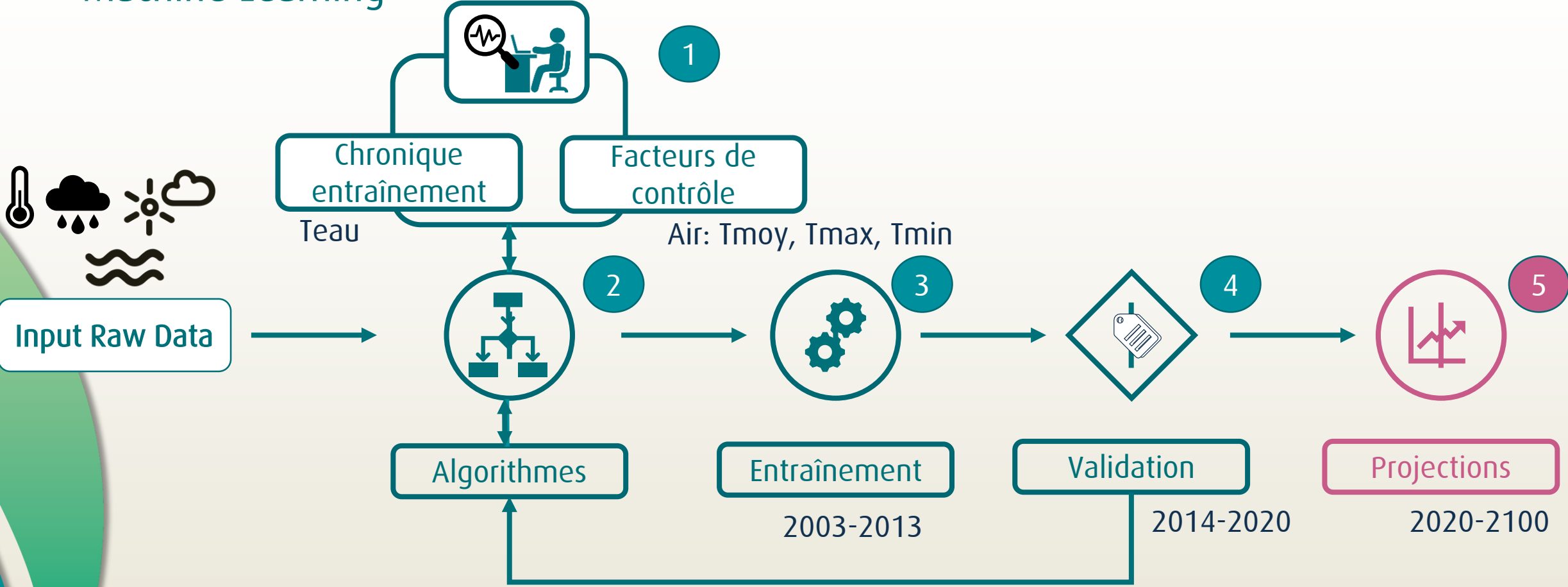


Températures extrêmes de la Seine à Paris en 150 ans



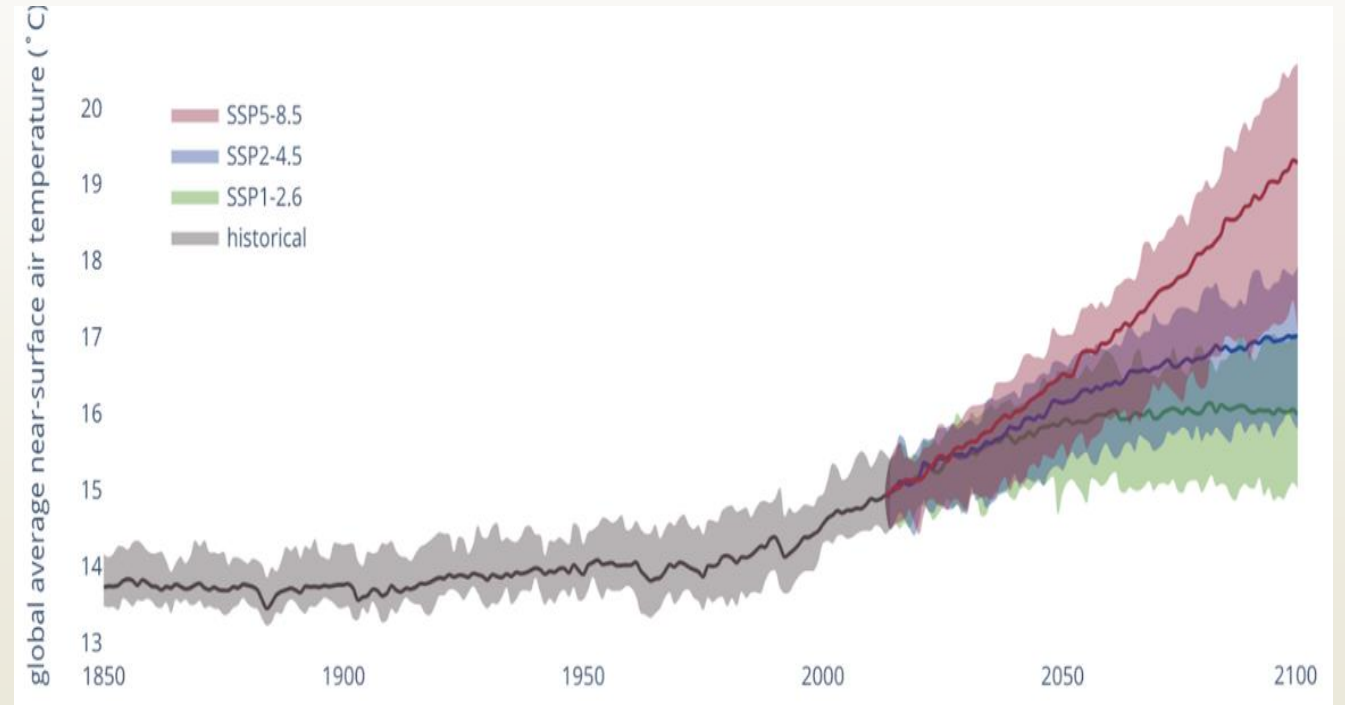
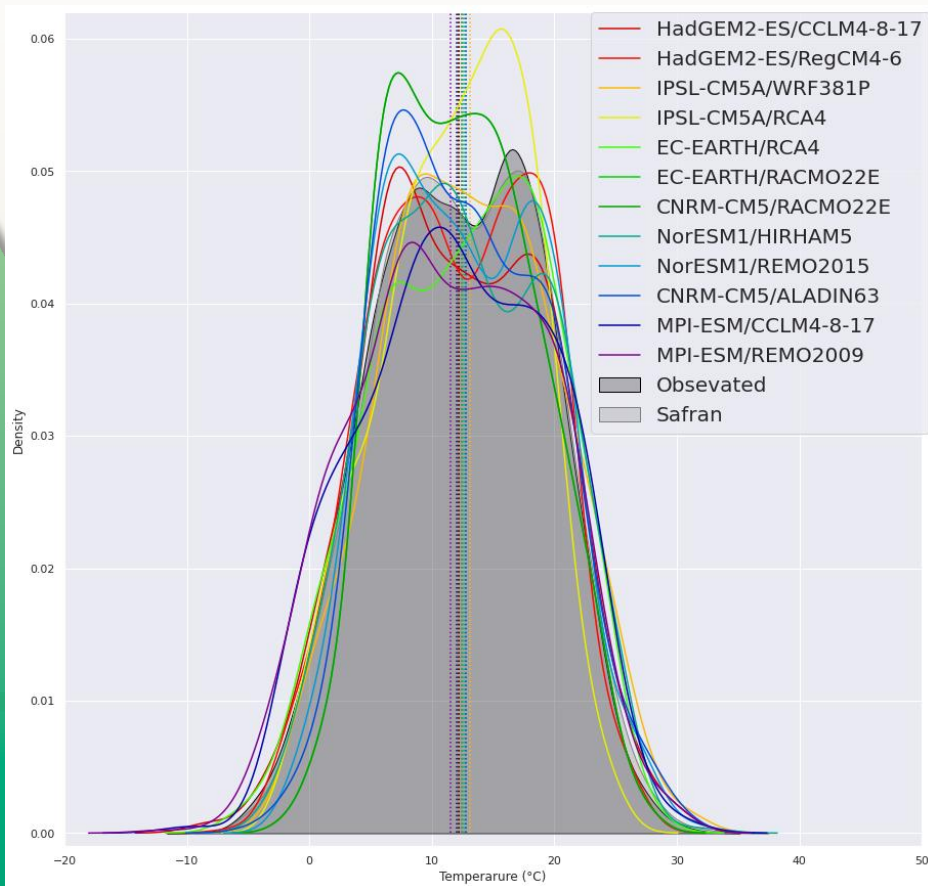
Méthodologie

Machine Learning

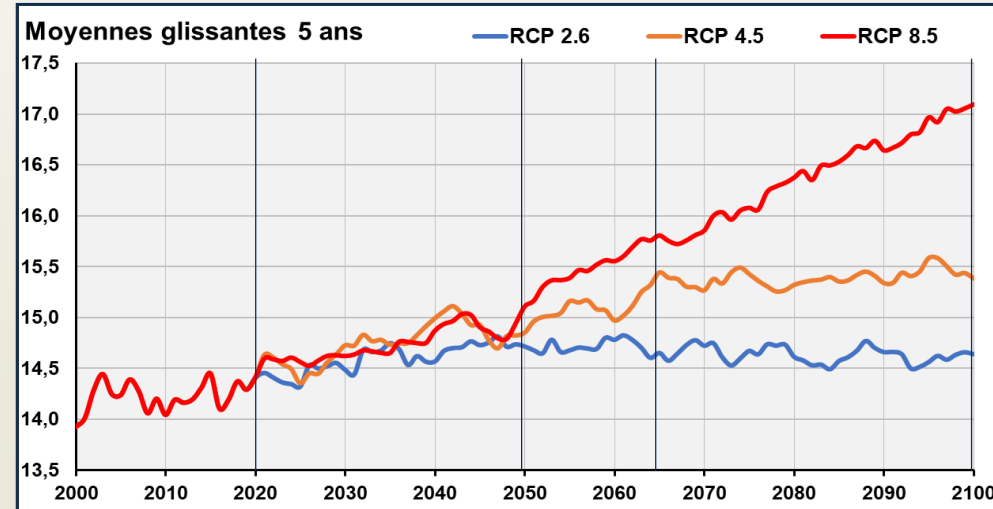
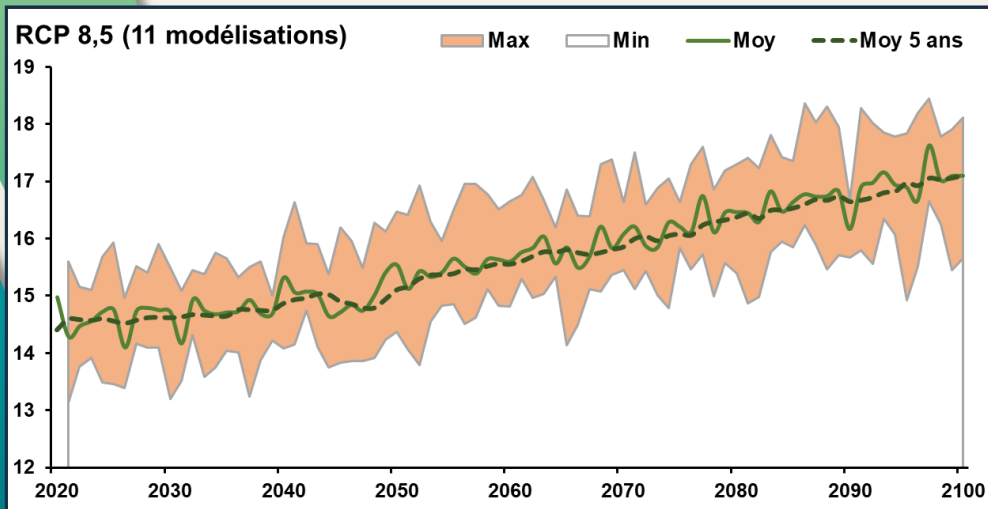
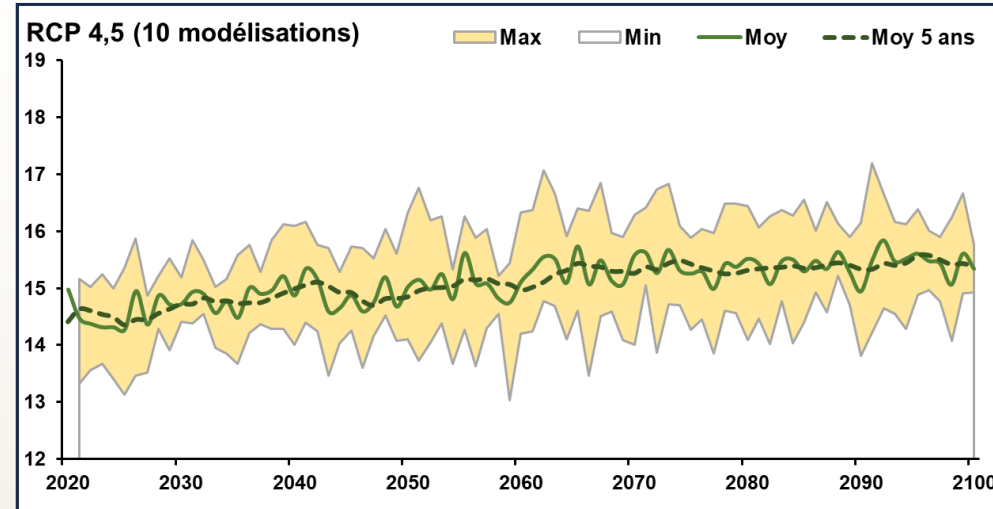
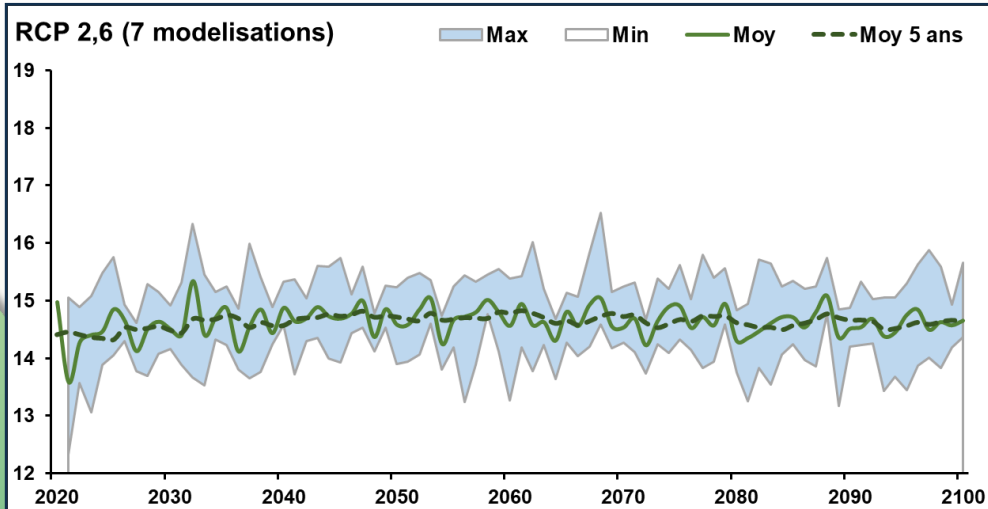


Projection de la Température moyenne terrestre de 1850 à 2100

- Selon Climate Model Intercomparison (CPMI version 6) *Source : Copernicus 04/2021*
- 12 modèles DRIAS (28 projections dont 3 RCP)

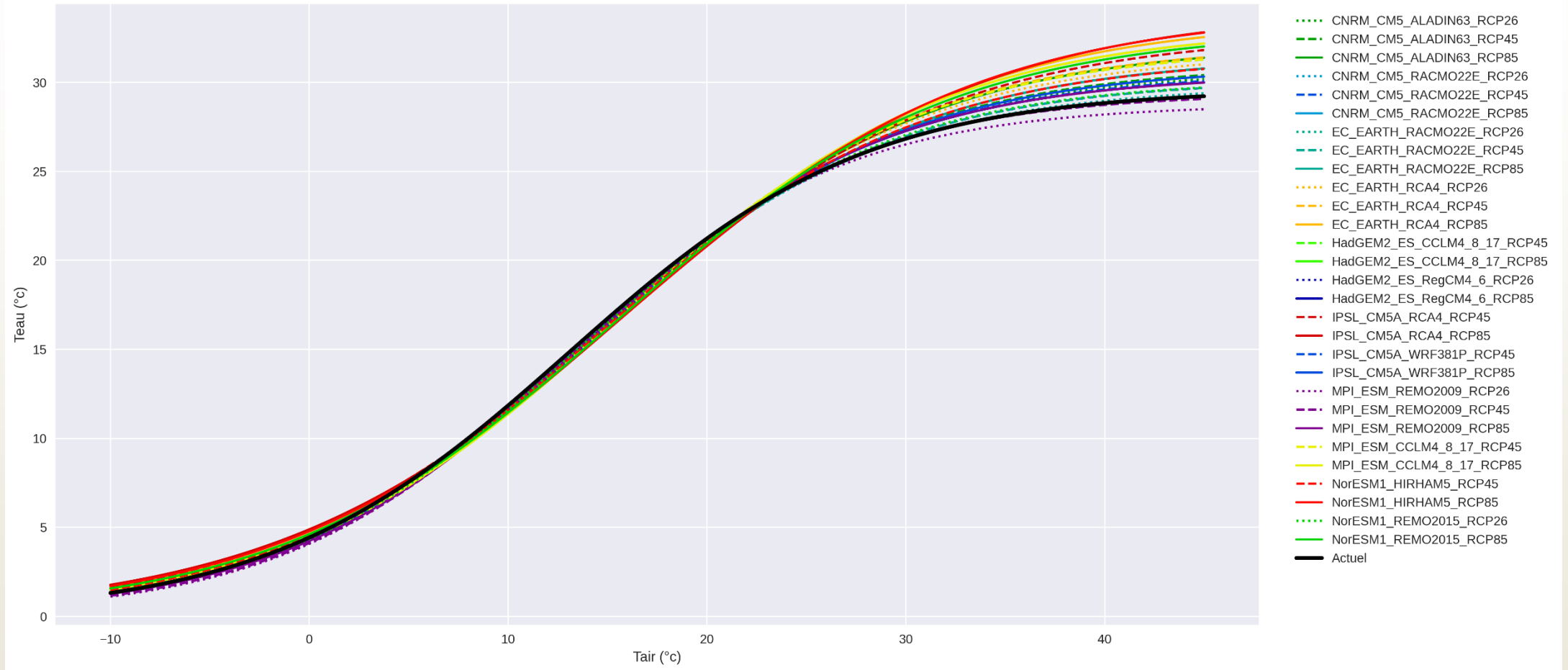


Projection de la température moyenne annuelle de la Seine à Paris

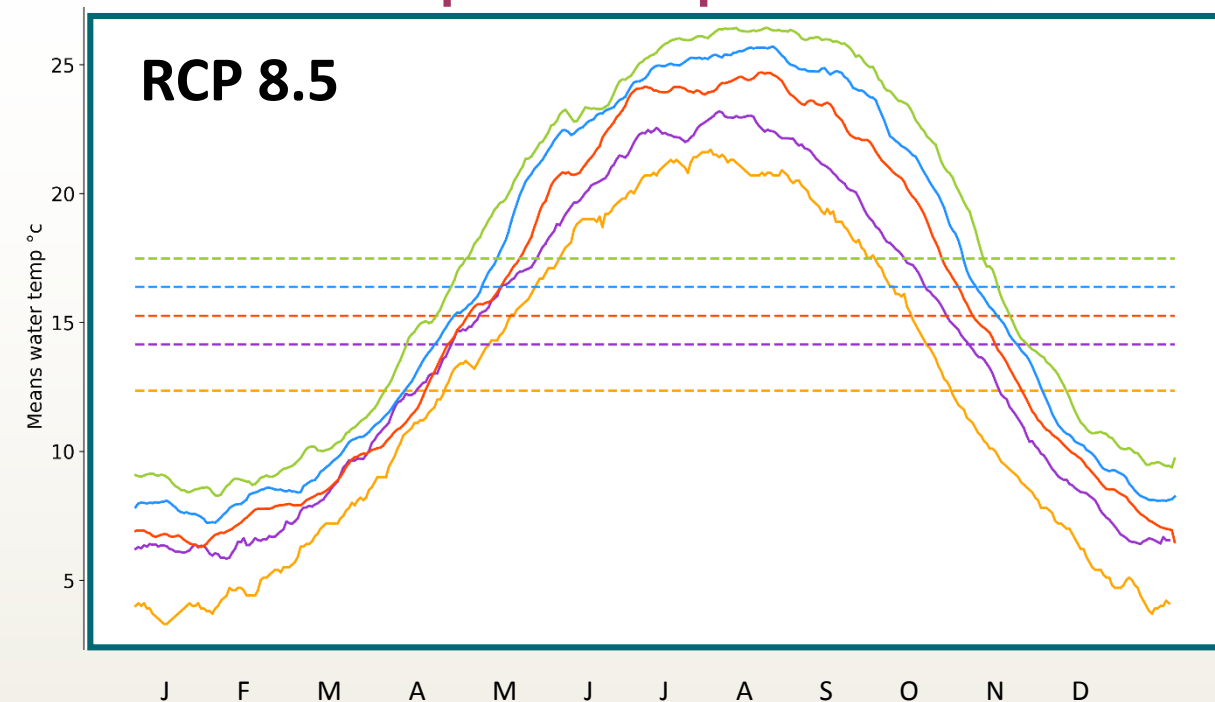
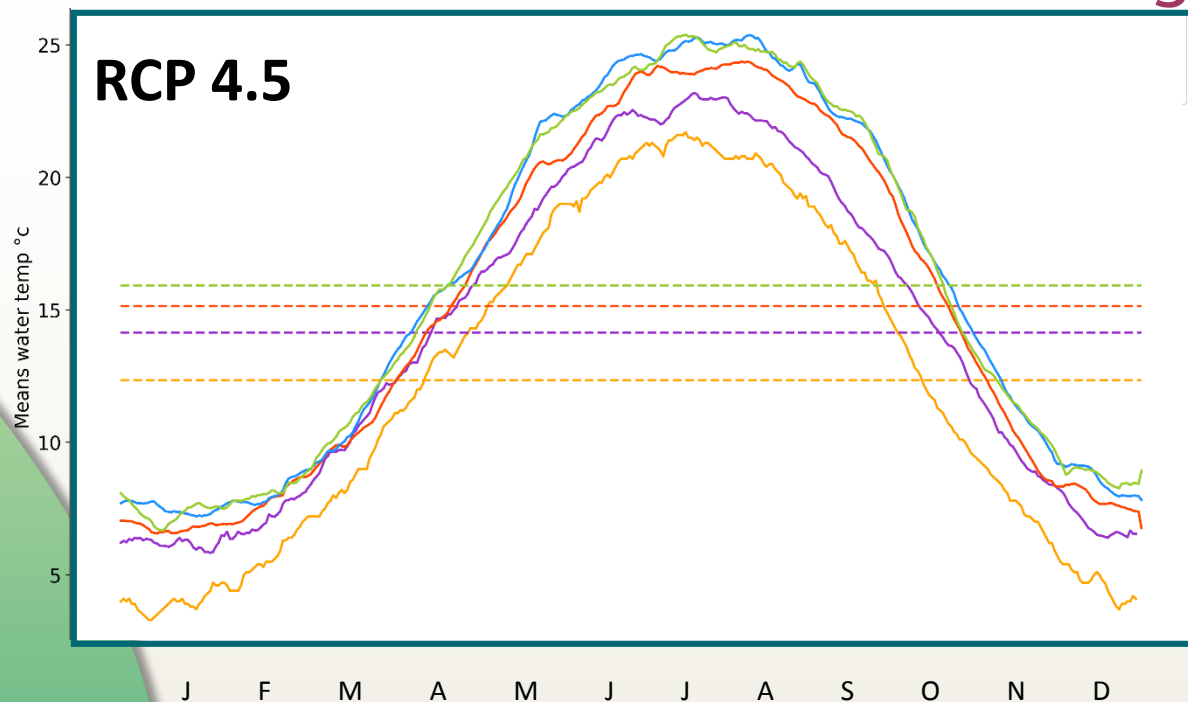


Augmentation
moyenne :
+ 1°C (RCP 4.5)
+ 2.7°C (RCP 8.5)

Lien entre température de l'air et température de l'eau

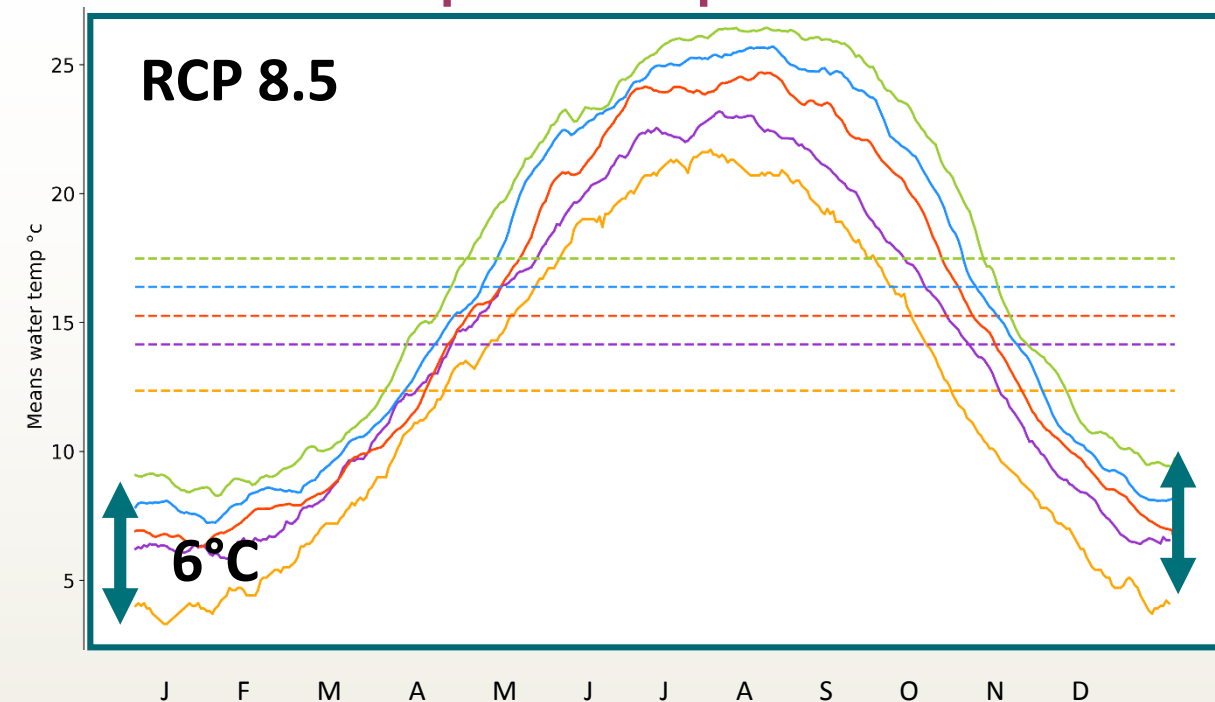
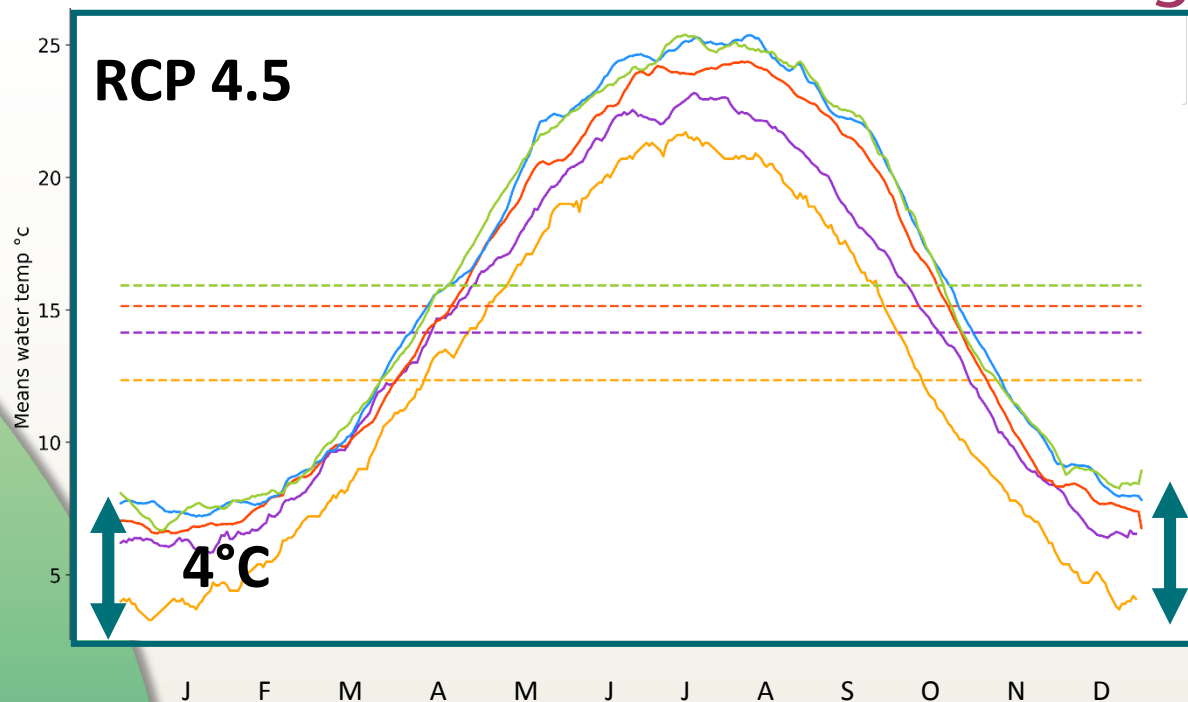


Variation annuelles : Régimes thermiques depuis 1870



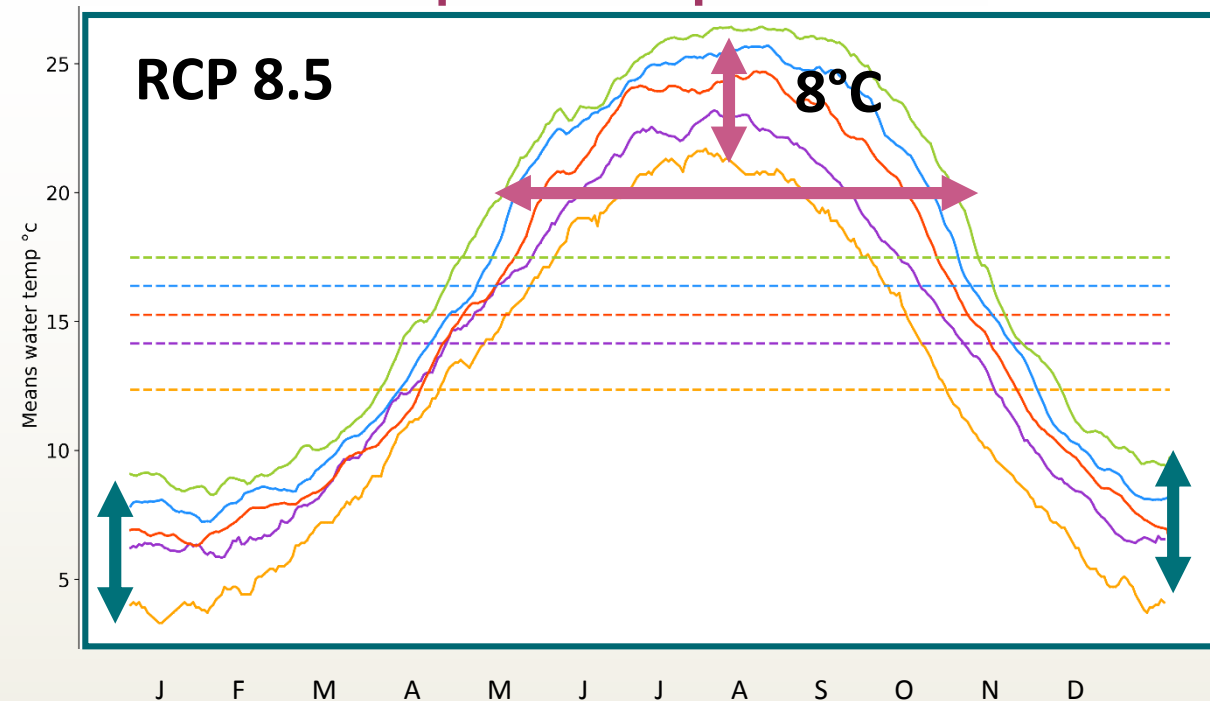
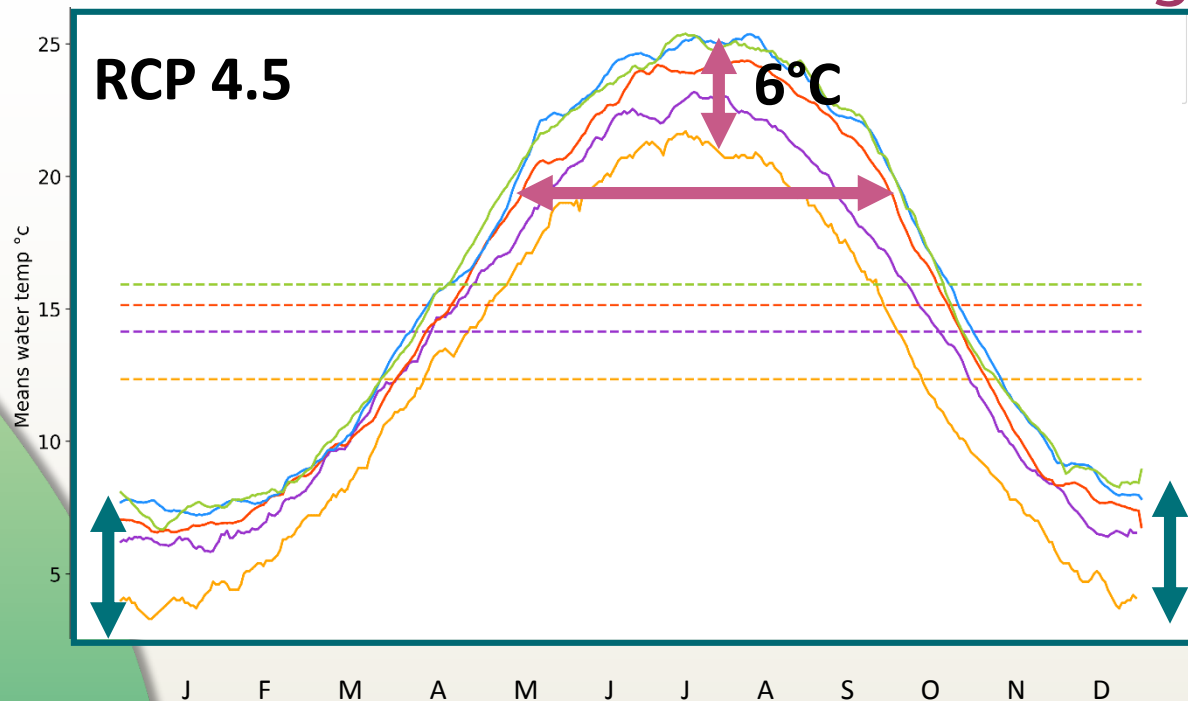
Projections des régimes thermiques annuels de la Seine à Paris pour les différents scénarios climatiques basés sur le modèle HadGEM2-ES-CCLM4-8-17 pour la température de l'air. Les différentes courbes représentent différents horizons. Les différentes droites en pointillés correspondent à la moyenne annuelle de chaque horizon.

Variation annuelles : Régimes thermiques depuis 1870



Projections des régimes thermiques annuels de la Seine à Paris pour les différents scénarios climatiques basés sur le modèle HadGEM2-ES-CCLM4-8-17 pour la température de l'air. Les différentes courbes représentent différents horizons. Les différentes droites en pointillés correspondent à la moyenne annuelle de chaque horizon.

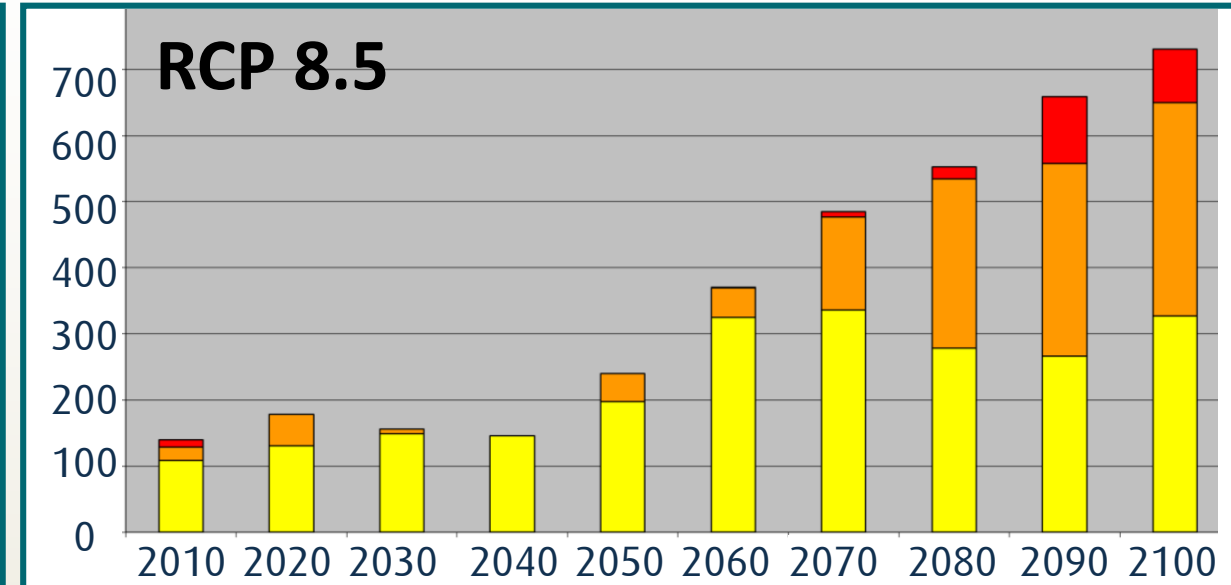
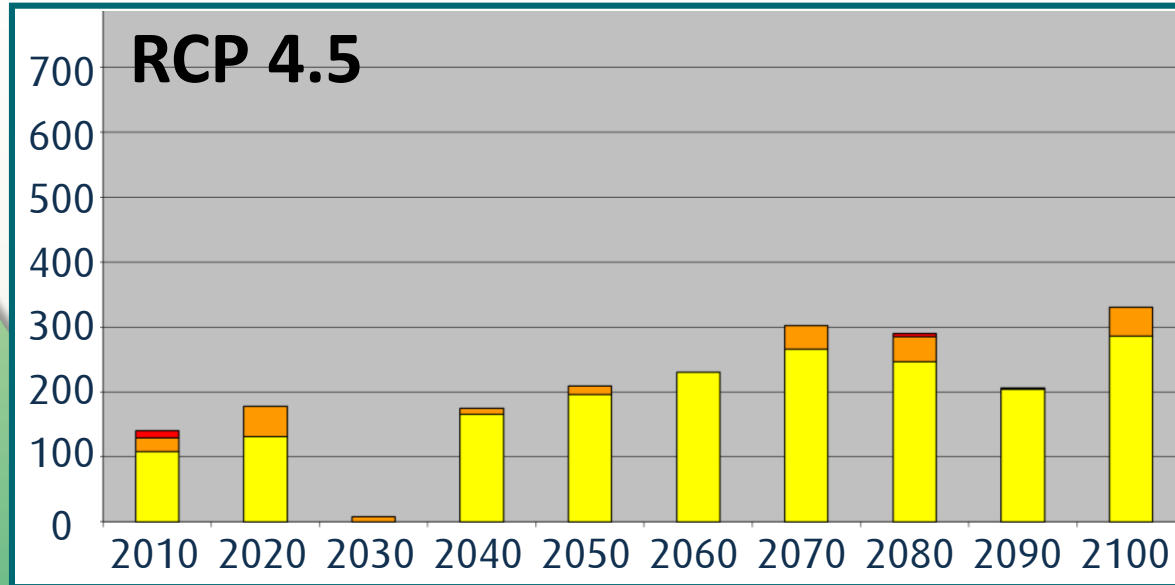
Variation annuelles : Régimes thermiques depuis 1870



Projections des régimes thermiques annuels de la Seine à Paris pour les différents scénarios climatiques basés sur le modèle HadGEM2-ES-CCLM4-8-17 pour la température de l'air. Les différentes courbes représentent différents horizons. Les différentes droites en pointillés correspondent à la moyenne annuelle de chaque horizon.

Projection du nombre de jours chauds de la Seine à Paris

► décennies selon les 2 scénarios d'émissivité du CO2 du GIEC (période 2000-2100)



► Arrêté du 2 février 1998 :

► Température de rejets inférieure à 28°C

► Impliquant une hausse maximale de 3°C

► La température doit être inférieure à 25°C pour les eaux destinées à la consommation alimentaire

Température



24-25.5



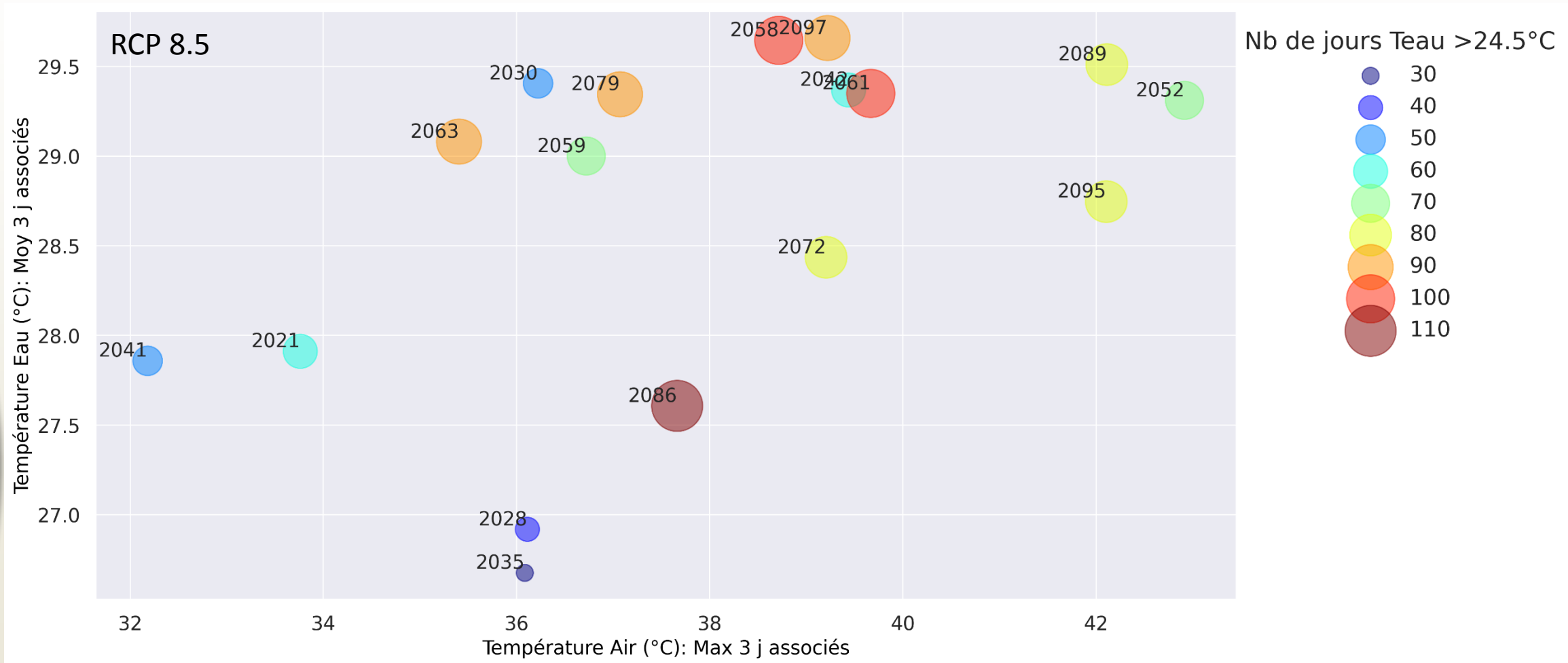
25.5-27



>=27

Vagues de chaleur des 80 prochaines années

➔ Nombre de jour où la température de l'eau > 24.5°C



Conclusion et perspectives

- Résultats prometteurs
- Modèle non linéaire le plus adapté
- Les résultats convergent vers la même conclusion :
 - réchauffement certain pour la Seine
 - Augmentation des vagues de chaleur
 - **Adaptation des lois de gestion et des process industriel**
- Tests de sensibilité : diminution de la période d'entraînement et augmentation de la période de validation
- Application aux autres stations de la Seine ainsi que autres cours d'eau
- Comblement des données :Reconversion des algorithmes



Paris - Pont Neuf en décembre 1879 (Temp. Air Montsouris -23,9 °C)



*Ecluses de la Monnaie
Hiver 1891*

MERCI DE VOTRE ATTENTION.