

# Rencontre régionale des gestionnaires d'espaces naturels de Normandie

DREAL Normandie, Région Normandie, OFB et ANBDD

*Salle polyvalente de St-Vigor-d'Ymonville*

*Mardi 19 novembre 2024, de 9h00 à 17h00*



UNIVERSITE  
CAEN NORMANDIE

# Les espaces naturels de Normandie face au changement climatique

**Olivier CANTAT**

Géographe climatologue, GIEC Normand

IDEES Caen, UMR 6266 CNRS

Université de Caen Normandie

[olivier.cantat@unicaen.fr](mailto:olivier.cantat@unicaen.fr)

## Contexte global

La dernière synthèse du **GIEC** expose clairement **les pertes et les dommages causés par le réchauffement du climat d'origine anthropique** sur les personnes et **sur les écosystèmes** dans **toutes les régions de la planète.**

Cette synthèse précise que pour **limiter le réchauffement sous le seuil des 1,5°C**, il faut « ***une réduction drastique, rapide et durable des émissions de gaz à effet de serre*** ».

facsimile (ipcc.ch)



<https://giphy.com/gifs/artefr-26n79QZPUbv0cvi2Q>

### Le GIEC (IPCC)

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, créé en 1988 par l'ONU, regroupe 195 Etats membres = un lieu d'expertise collective visant à synthétiser objectivement les travaux menés dans les laboratoires du monde entier.

Comprendre le GIEC | Ministères Écologie Énergie Territoires (ecologie.gouv.fr)

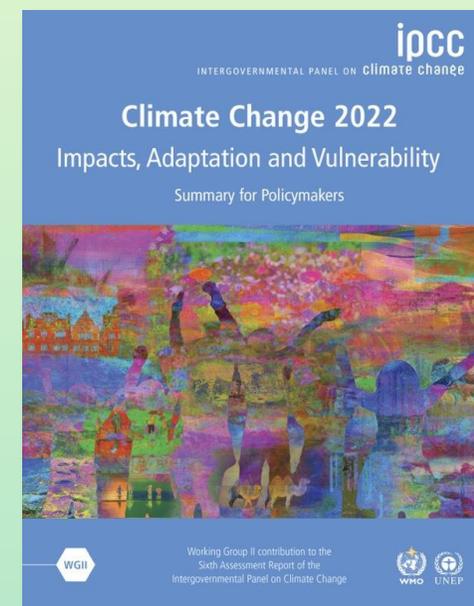
### La COP (COP 29 actuellement)

Conférence des Parties, créée en 1995, regroupe 198 signataires (197 Etats et l'Union européenne) = un sommet mondial annuel où sont adoptées, par consensus, les décisions pour lutter contre le dérèglement climatique.

Climat : à quoi servent les COP et comment fonctionnent-elles ?

→ *extinction d'espèces...*  
→ *perte irréversible de biodiversité des écosystèmes comme les forêts, les récifs coralliens et bouleversement dans les régions polaires...*

Le GIEC observe des progrès mais ils restent insuffisants



AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability — IPCC

## Objet de la présentation

- rappeler le contexte climatique à l'échelle du globe
  - préciser les faits sur la Normandie (constat actuel et perspectives à différentes échelles à l'horizon 2100) avec des éléments du fascicule Climat du Profil environnemental de la **DREAL Normandie** et des **travaux avec les PNR normands**)
- **Finalité** : la prise en compte de ces connaissances dans les stratégies et programmes d'actions menés sur les différents territoires normands, jusqu'aux échelles les plus fines, pour la résilience des espaces naturels.

→ informations  
accessibles sur le site de  
la DREAL Normandie  
depuis jeudi 19  
septembre 2024



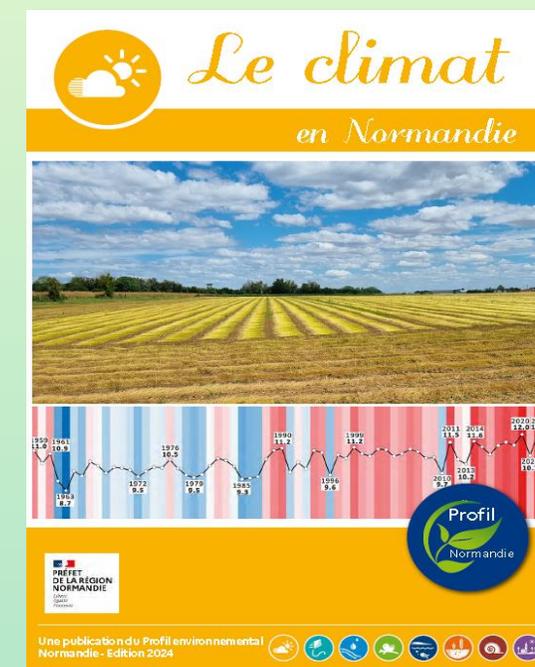
Fascicule « Le climat » du Profil  
environnemental de Normandie

### Pour en savoir plus :

Vous avez la possibilité de consulter les nombreuses cartes prospectives régionales mises en ligne sur le portail web du Profil environnemental à l'adresse suivante :

<https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/le-changement-climatique-en-normandie-prospective-a4975.html>

Et d'utiliser l'outil de visualisation conçu par le PNR Normandie-Maine :  
[Quel climat pour 2100 sur le territoire du Parc et Géoparc Normandie-Maine ? \(parc-naturel-normandie-maine.fr\)](http://Quel climat pour 2100 sur le territoire du Parc et Géoparc Normandie-Maine ? (parc-naturel-normandie-maine.fr))



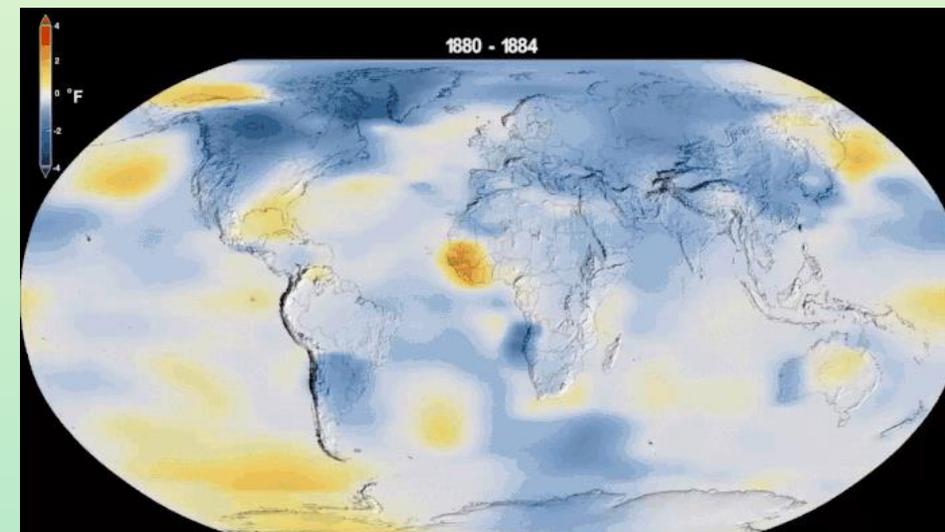
# 1. Le réchauffement climatique à l'échelle du globe

Une rapidité « sans précédent »

Des causes anthropiques « sans équivoque »

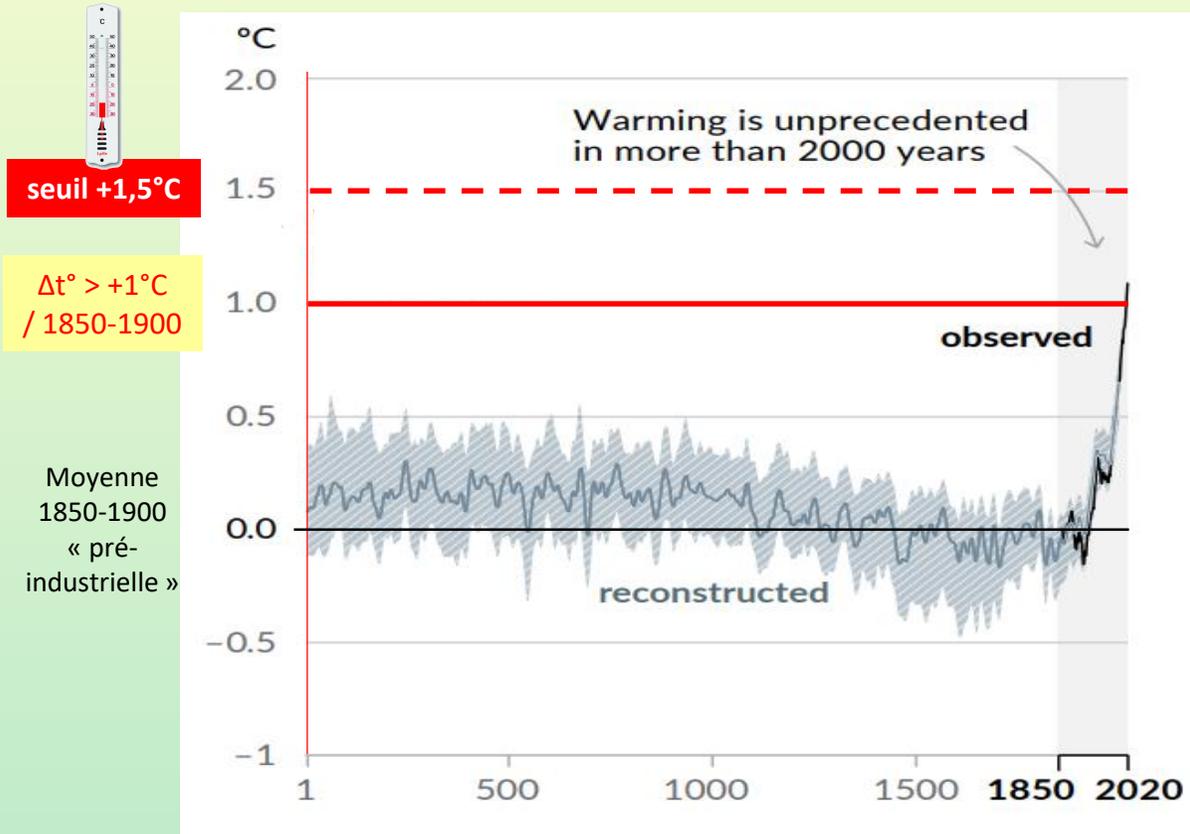
(d'après le GIEC / IPCC)

Evolution quinquennale de la température de l'air sur la Terre depuis 1882



<https://reseauactionclimat.org/wp-content/uploads/2022/03/nasa-hausse-temperatures.gif>

## Anomalie de la température du globe depuis 2000 ans



GIEC :

"La **température globale** sur la surface de la Terre était **plus chaude de 1,09°C** entre 2011 et 2020 qu'elle ne l'était entre 1850 et 1900, avec **une hausse plus importante au niveau des terres (1,59°C)** qu'**au niveau des océans (0,88°C)**."

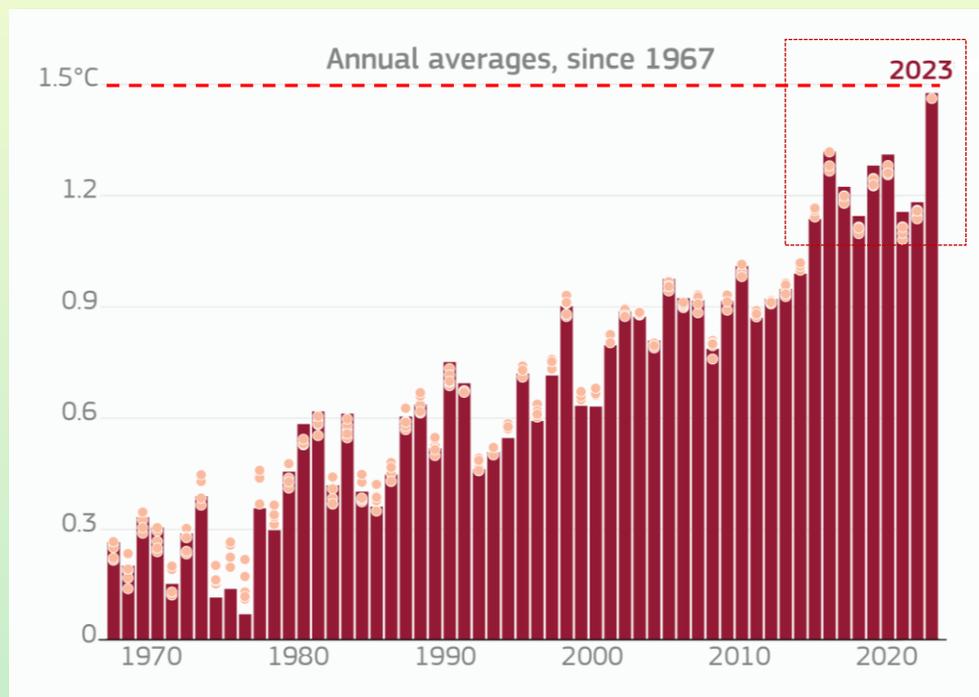
**Rappel de l'objectif** : "poursuivre les efforts pour **limiter l'augmentation de la température à 1,5°C**"

...ce qui nécessite d'atteindre la **neutralité carbone au milieu du siècle**

↳ **émissions CO<sub>2</sub> de 45% en 2030 par rapport à 2010**

Variations de la température de surface globale reconstituées à partir d'archives paléoclimatiques et de données directes

## Anomalie de la température du globe par année depuis 1967



2023 = *année record* avec **14,98°C**  
*(+1,48°C au-dessus de la moyenne 1850-1900)*

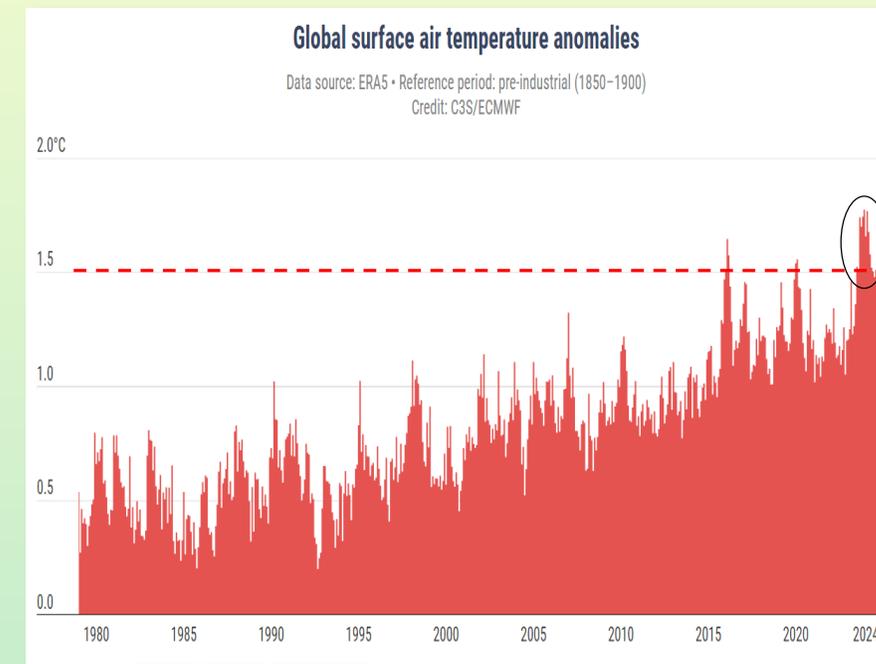
Copernicus : 2023 est l'année la plus chaude jamais enregistrée, avec des températures mondiales proches de la limite de 1,5 °C | Copernic

### Copernicus

programme de l'UE qui collecte et restitue des données de qualité et actualisées de manière continue portant sur l'état de la Terre.

C3S : Service sur le changement climatique de Copernicus

« *très probable que 2024 soit l'année la plus chaude jamais enregistrée* »



Deuxième mois de septembre le plus chaud au monde et en Europe | Copernic ([copernicus.eu](https://copernicus.eu))

### Copernicus - L'actualité la plus récente

L'anomalie de température moyenne mondiale pour janvier-septembre 2024 était de 0,71 °C au-dessus de la moyenne de 1991-2020 et de 0,19 °C plus chaude que la même période en 2023. Il est donc **très probable que 2024 soit l'année la plus chaude jamais enregistrée.**

# Les origines du changement climatique contemporain

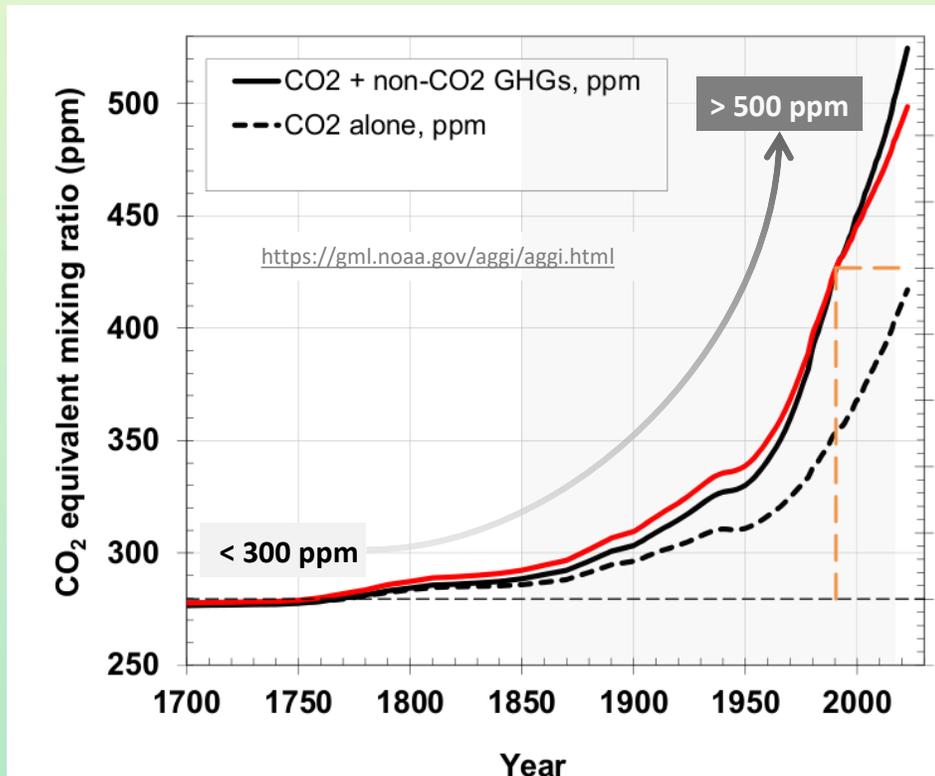


*des causes  
anthropiques  
« sans équivoque »*

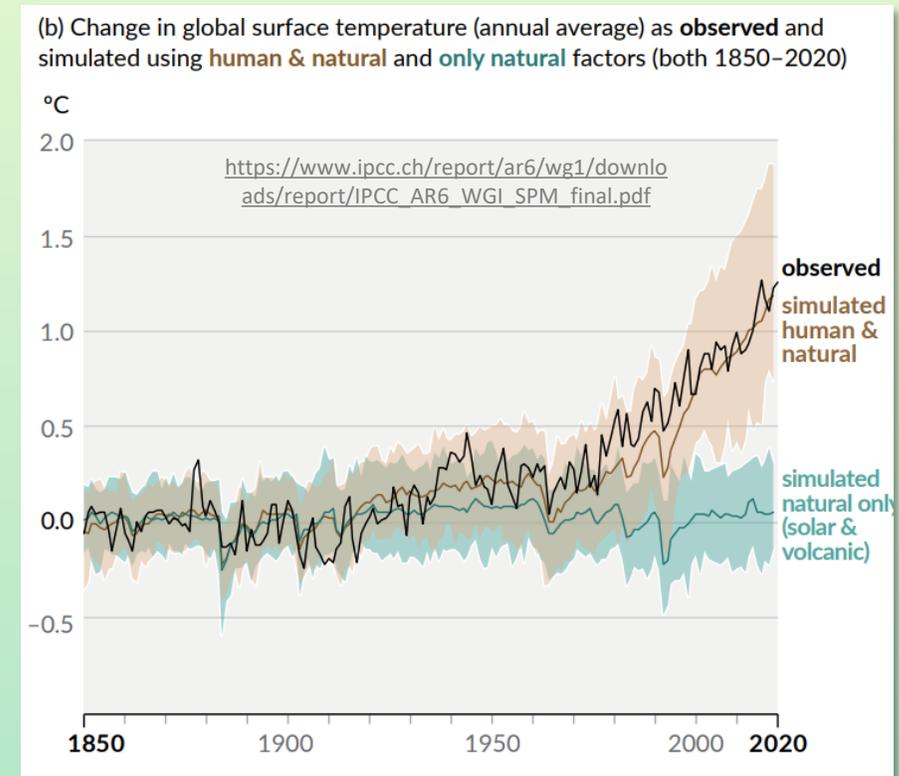
(GIEC)

Pour le **GIEC** :

Les changements climatiques peuvent être **dus à des processus internes naturels**, à des **forçages externes** ou à des **changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres** » (AR5)



La rapidité sans précédent du réchauffement actuel est due à un **effet de serre additif** lié aux activités humaines...



## 2. Quid en Normandie du changement climatique ?

D'après des données de Météo-France de Caen-Carpique

évolution valable sur l'ensemble de la Normandie, données publiques accessibles à tous depuis 2024 sur <https://meteo.data.gouv.fr/>



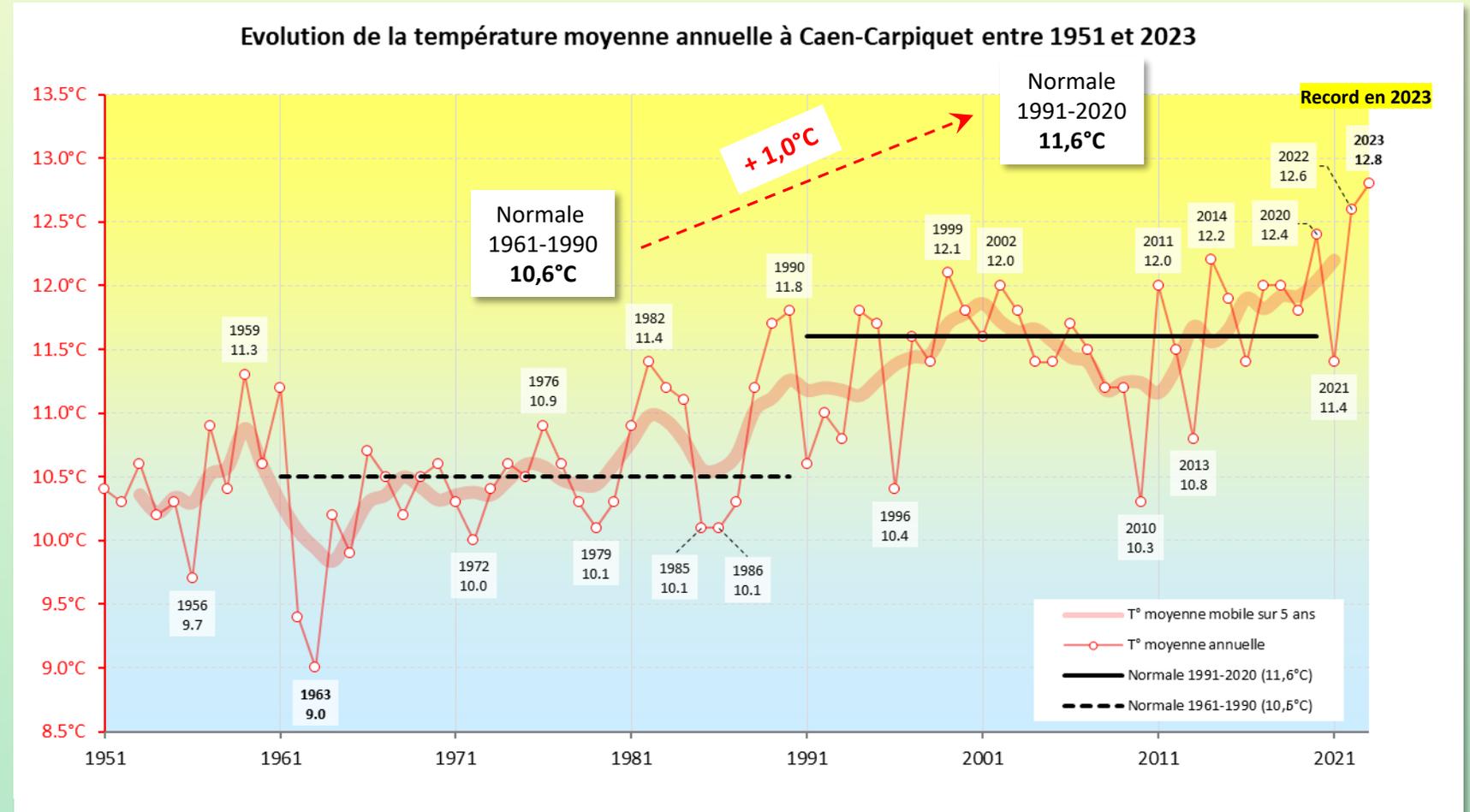
Le parc instrumental de la station  
de référence de Caen-Carpique  
(photo Météo-France)

## Chronique des températures moyennes annuelles à Caen entre 1951 et 2023

Une forte variabilité interannuelle

doublée d'une tendance nette au réchauffement

quantifiée par la comparaison des deux dernières « normales » climatiques successives (+1,0°C)





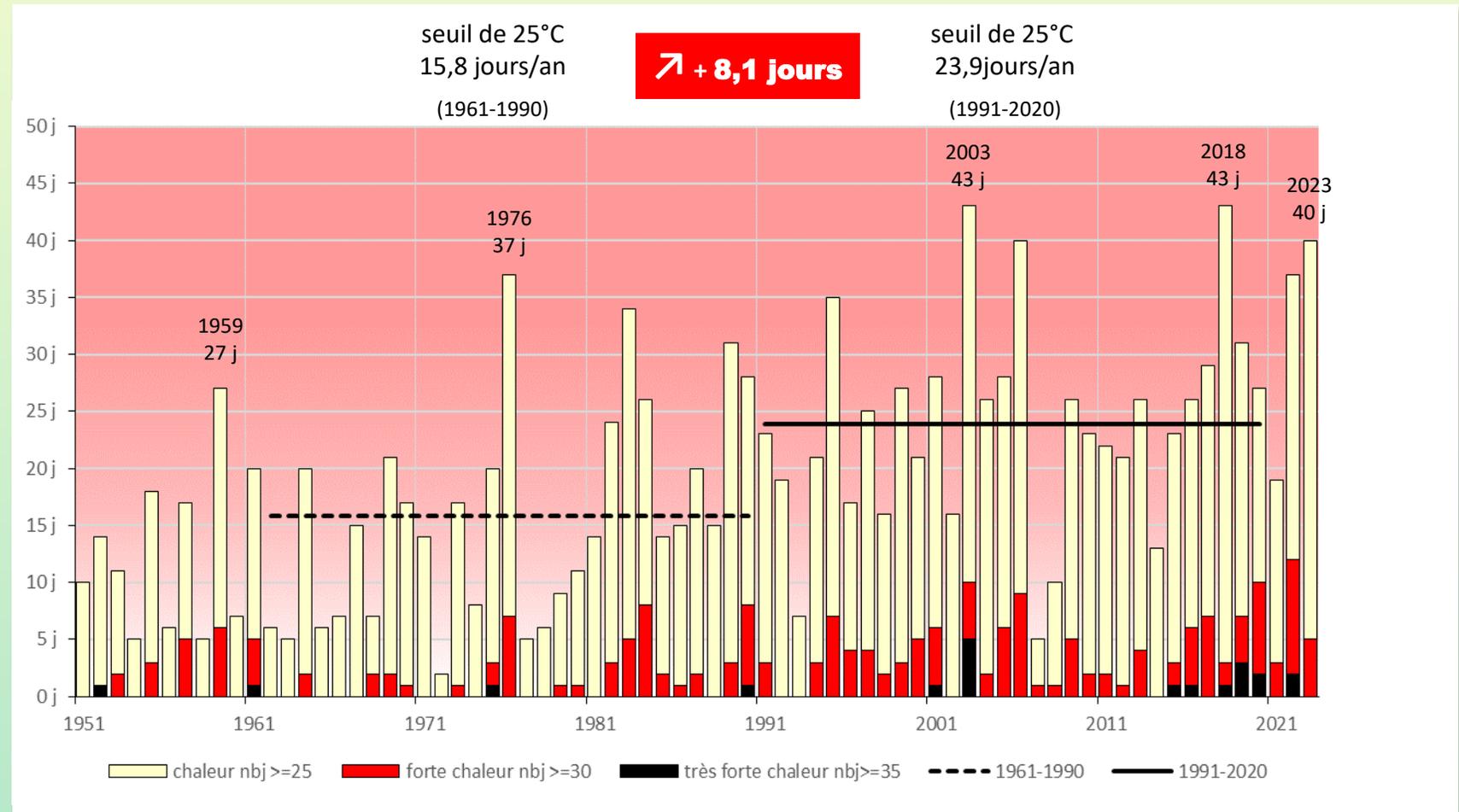
T maxi absolue  
**+40,1°C le 18 juillet 2022**  
 +39,7°C le 25 juillet 2019  
 +38,9°C le 5 août 2003

## La chaleur à Caen

L'évolution du nombre  
 de **jours de chaleur**  
 à Caen entre 1951 et 2023

très fortes chaleurs (35°C)  
 plus fréquentes  
 (≈ tous les ans depuis 2015)

## Chronique des jours de chaleur pour différents seuils à Caen entre 1951 et 2023

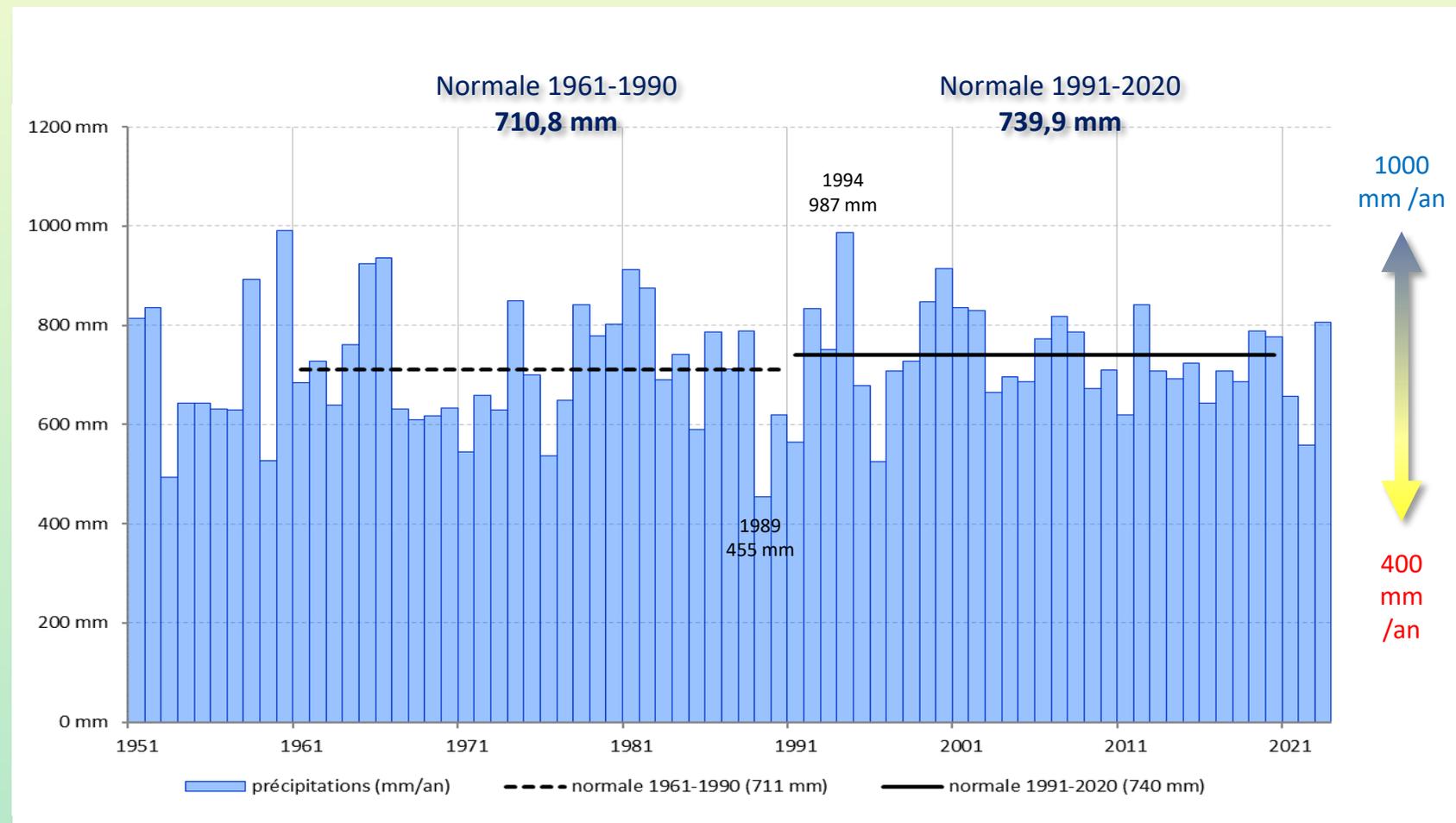


## Chronique des cumuls annuels de précipitations à Caen entre 1951 et 2023

Une **très forte variabilité interannuelle**

du simple à plus du double  
(avec leurs lots de sécheresses et d'inondations)

mais **sans tendance affirmée**

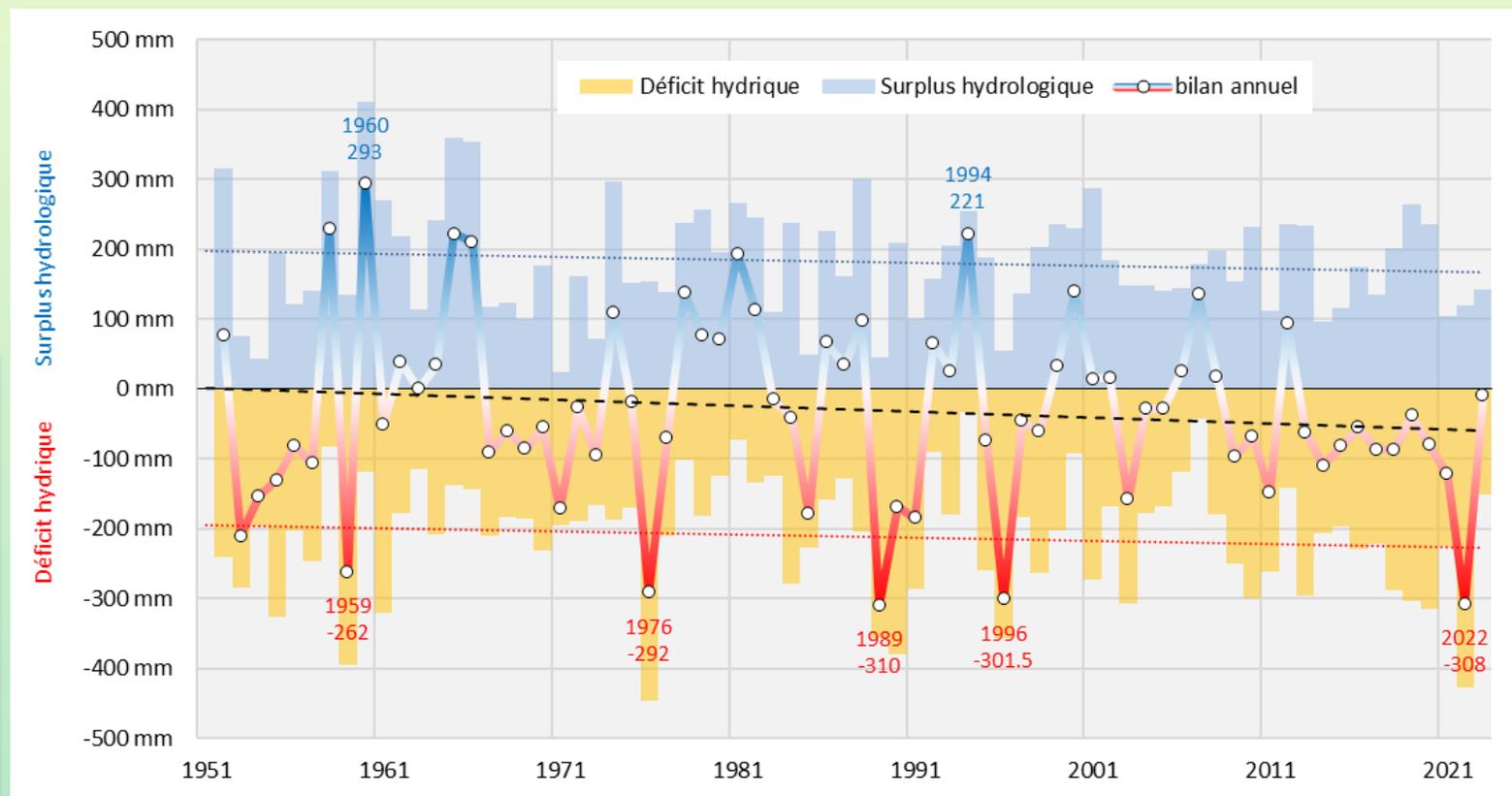


## Chronique des bilans hydriques à Caen entre 1951 et 2023

Décroissance exponentielle pour une RUM de 100 mm

Une très forte variabilité interannuelle

avec une accentuation progressive du déficit en eau



Surplus hydrologique

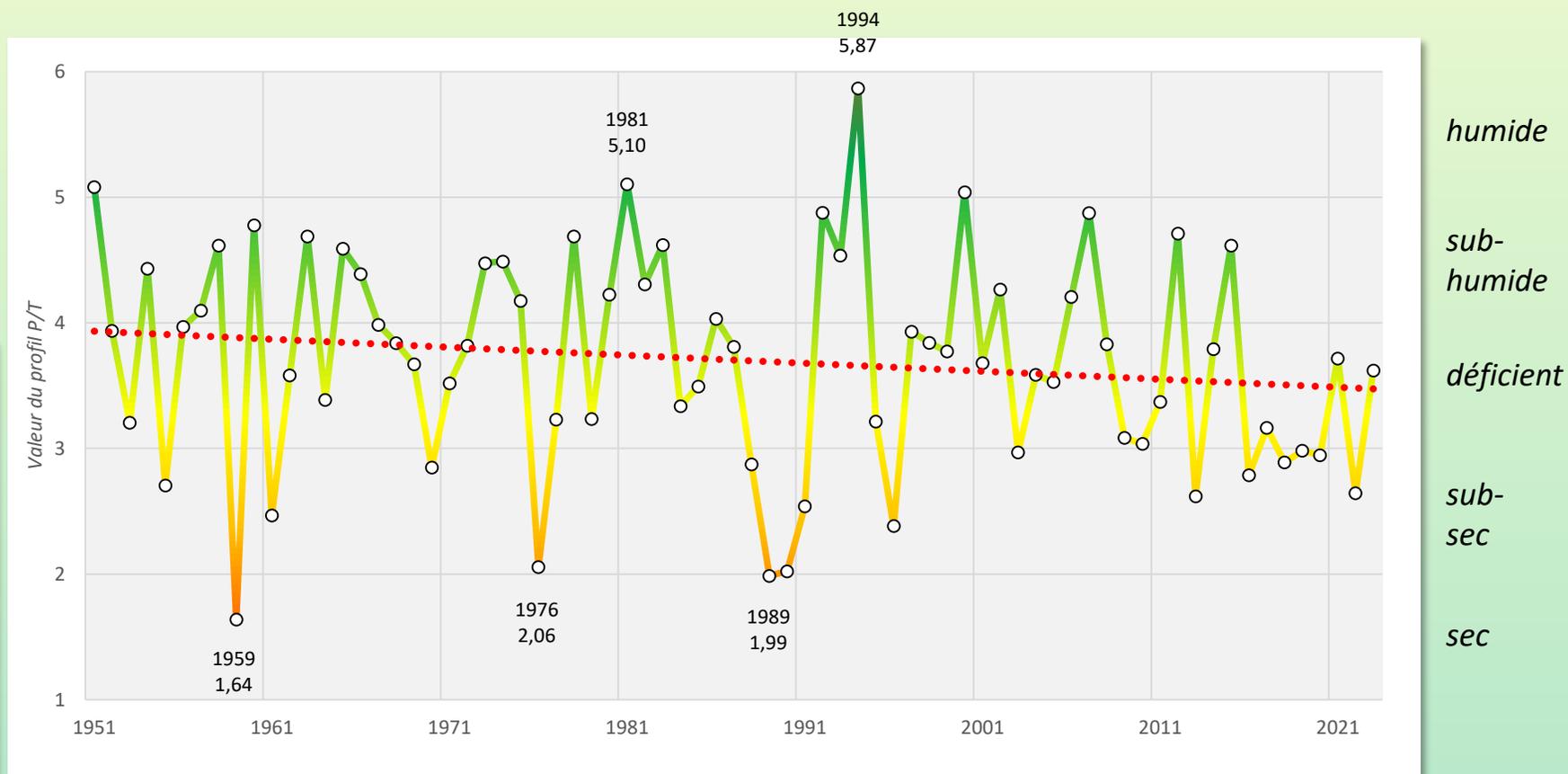
Déficit hydrique

## Chronique des profils bioclimatiques à Caen entre 1951 et 2023

Calcul du rapport P/T sur la période végétative d'avril à septembre

Une **très forte variabilité interannuelle**

évoluant progressivement **du sub-humide vers le déficient** en raison de la plus forte chaleur



# Et demain ?

## Les perspectives climatiques en Normandie à l'horizon 2100

D'après les données DRIAS (**Expérience Météo France CNRM 2020** : Modèle Aladin)  
en l'état actuel des connaissances scientifiques...

Données accessibles à tous sur le site [DRIAS, Les futurs du climat - Accueil](#)



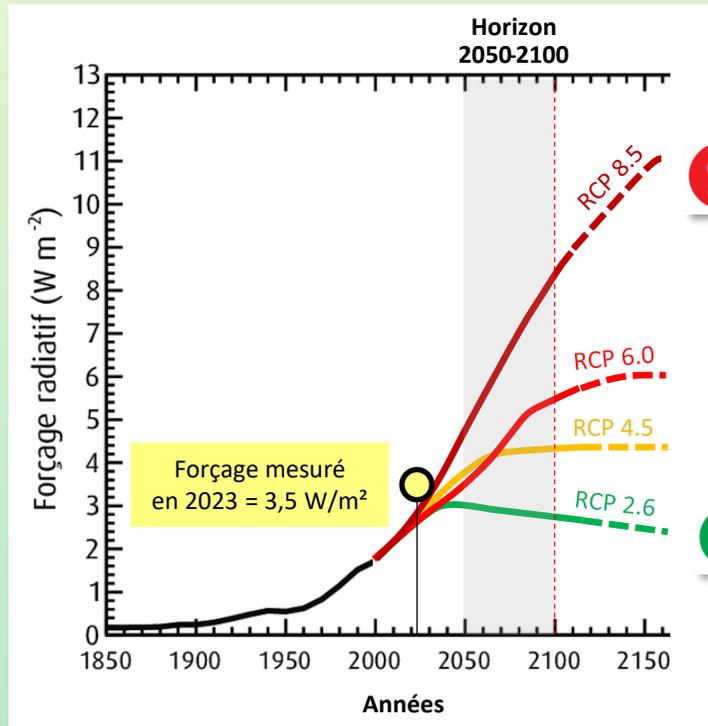
Cartes et graphiques réalisés  
pour le *Profil environnemental  
de Normandie* de la DREAL



## Des déclinaisons ≠ selon

### Les émissions de GES

→ 4 scénarios en fonction de notre bilan carbone



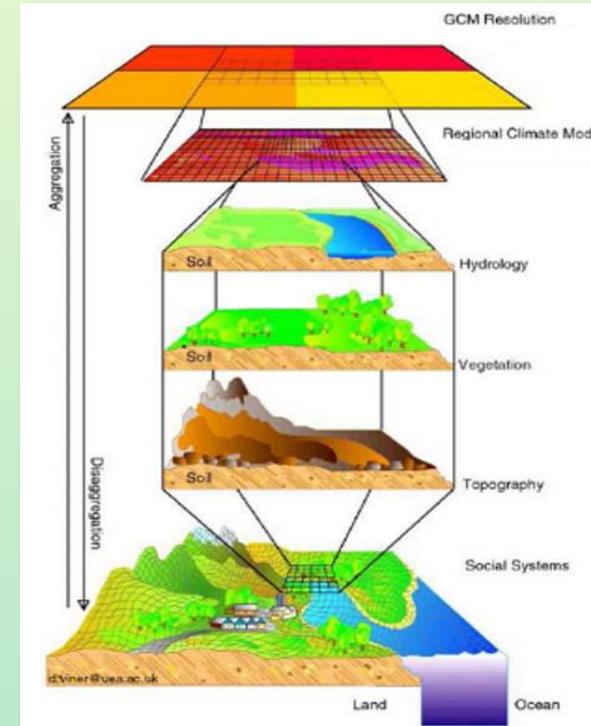
scénario élevé :  
« **pessimiste** »  
sans politique  
climatique  
(GES non maîtrisés)



scénario bas :  
« **optimiste** »  
avec politique  
climatique  
immédiate  
(GES maîtrisés)

### Les espaces géographiques

→ désagrégation spatiale pour accéder aux échelles fines



350 km : global

50 km : régional

Modèles physiques de surface

10 km : local

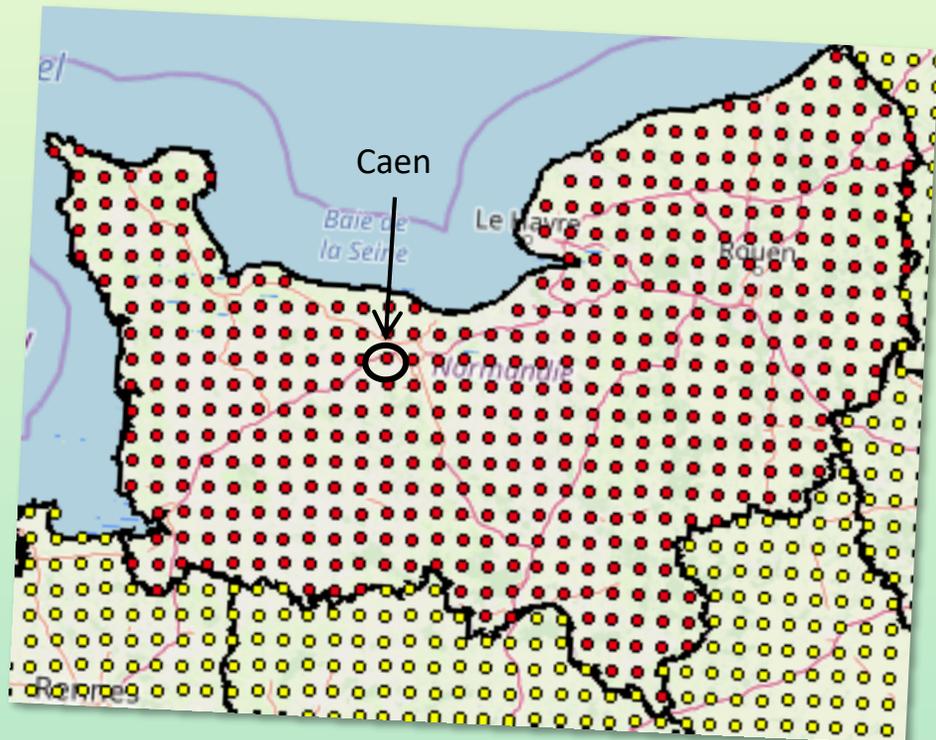
## Des déclinaisons ≠ selon



### Accès à la diversité locale du climat

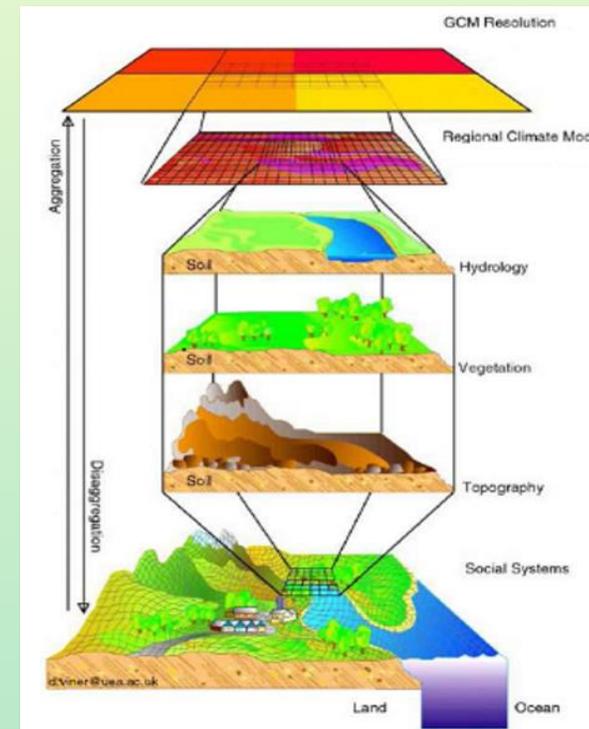
Grille Safran (8 x 8 km)

Normandie : 462 points de grille



### Les espaces géographiques

→ désagrégation spatiale pour accéder aux échelles fines



350 km : global

50 km : régional

Modèles physiques de surface

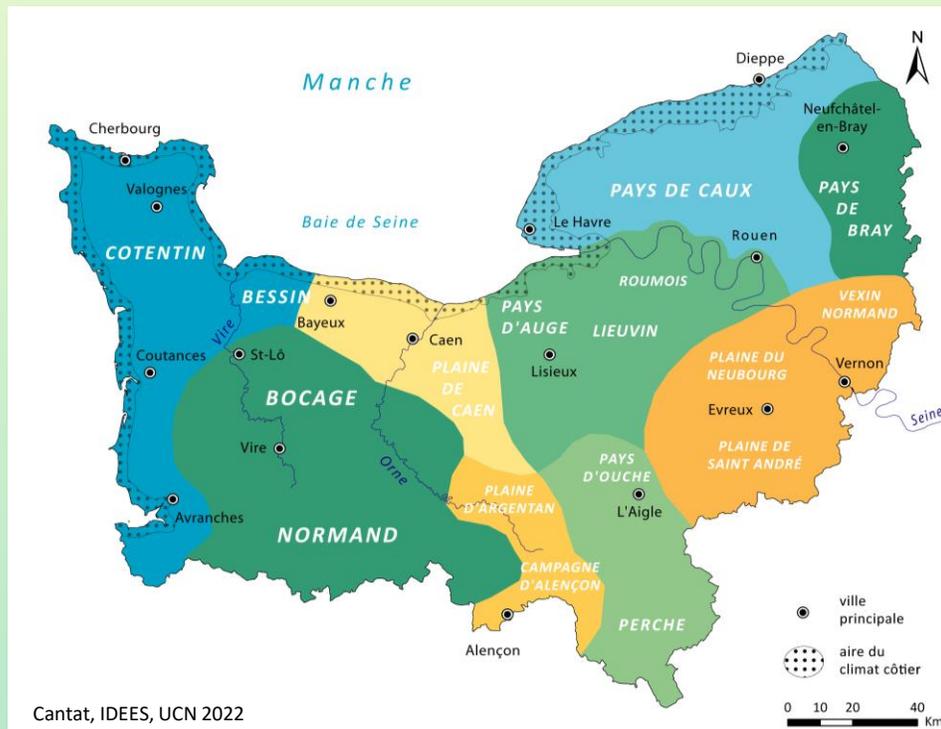
10 km : local



## Des déclinaisons ≠ selon

### Carte des *pays* climatiques de Normandie

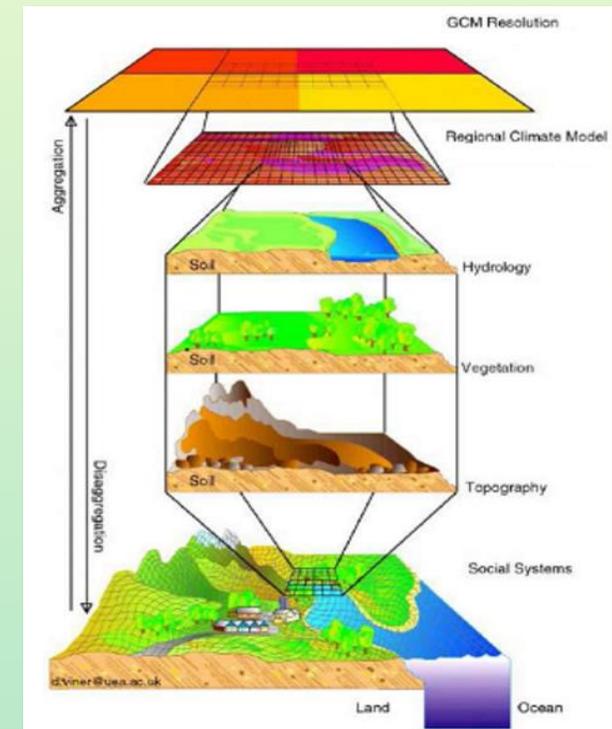
→ grille d'échelle fine compatible avec des études d'impacts



- Climats :
- 1) Maritime
  - 2) contrasté des collines
  - 3) d'abri des plateaux
  - 4) côtier

### Les espaces géographiques

→ désagrégation spatiale pour accéder aux échelles fines



350 km : global

50 km : régional

Modèles physiques de surface

10 km : local

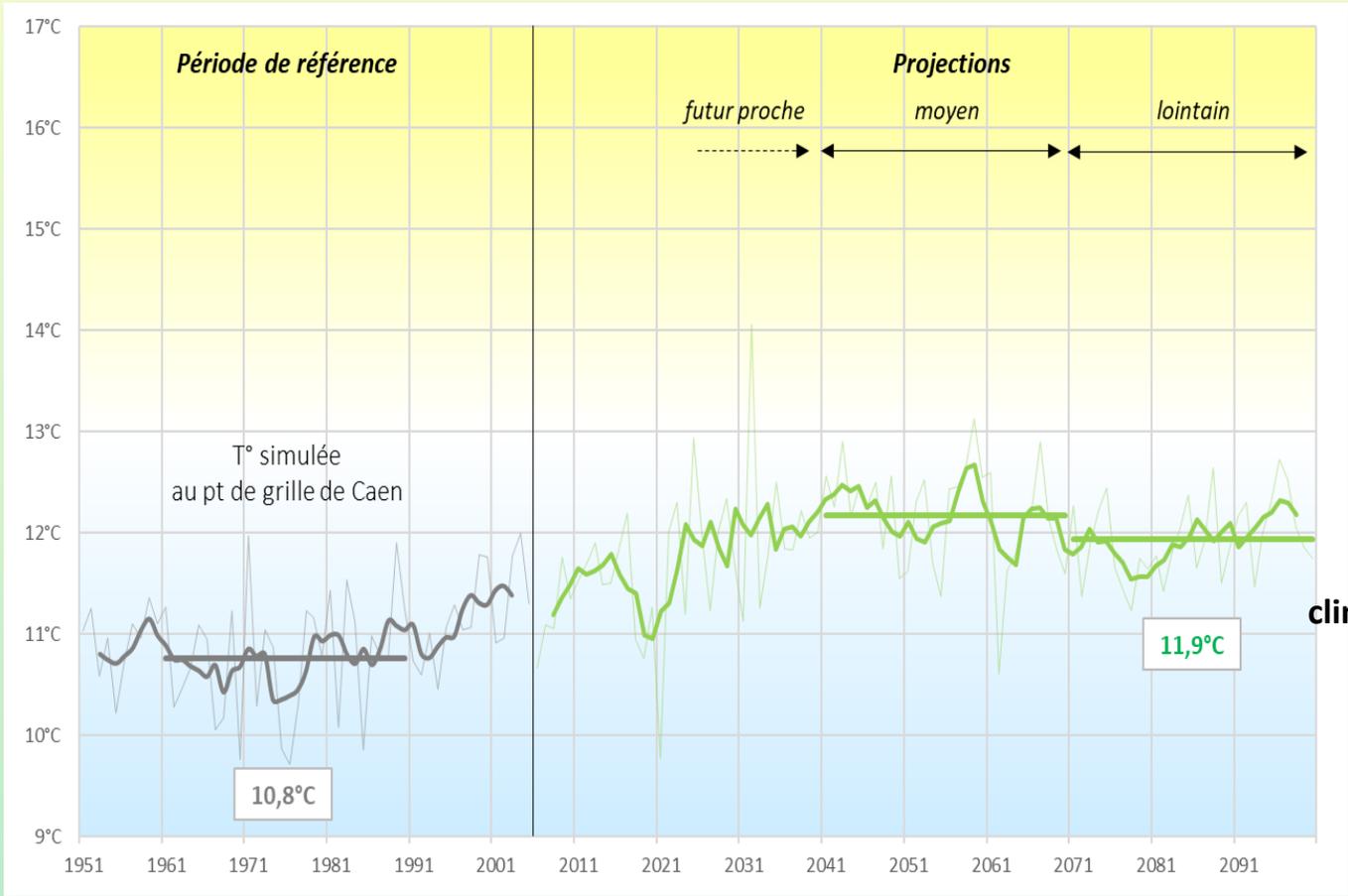
désagrégation

# Les températures et les indicateurs associés aux températures



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5

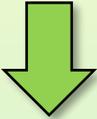




Sources : données ALADIN-CLIMAT, DRIAS 2020 ; traitement et réalisation Cantat, 2023

— Trait fin : valeur annuelle  
— Trait plein : moyenne mobile sur 5 ans des valeurs annuelles

**RCP 2.6 « optimiste »**  
Scénario moins probable car il ne correspond pas à la prolongation des émissions actuelles

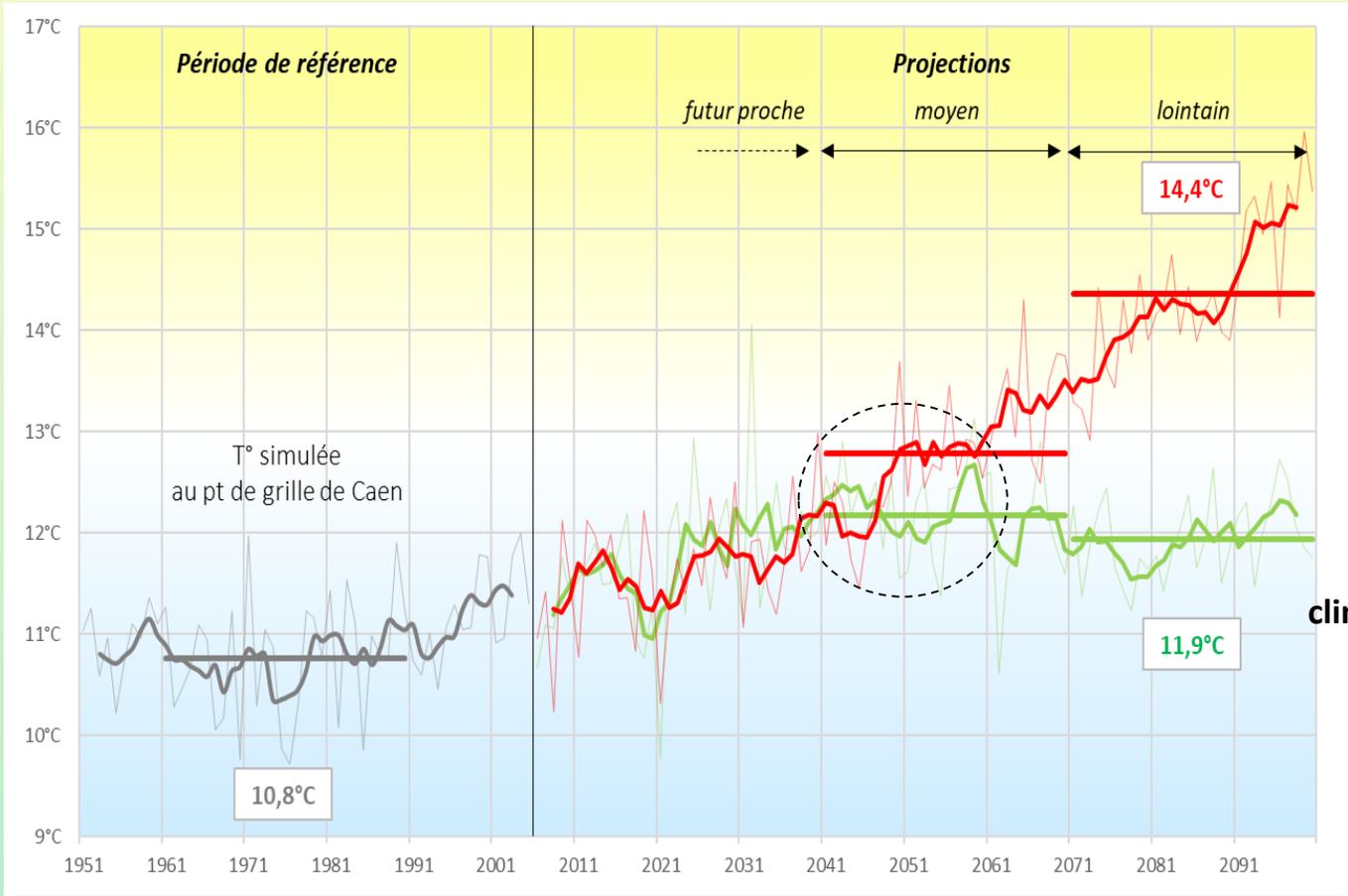


**Des conséquences atténuées**

Des changements certains mais sans conséquences irréversibles sur le fonctionnement des différents systèmes naturels et anthropiques

**+ 1,1°C**  
**Avec politique climatique immédiate**  
RCP 2.6  
GES maîtrisés





Sources : données ALADIN-CLIMAT, DRIAS 2020 ; traitement et réalisation Cantat, 2023



**+ 3,6°C**  
**Sans politique**  
**climatique**  
 RCP 8.5  
 GES non maîtrisés

**+ 1,1°C**  
**Avec politique**  
**climatique immédiate**  
 RCP 2.6  
 GES maîtrisés



**RCP 8.5 « pessimiste »**  
 Scénario plus probable car il correspond à la prolongation des émissions actuelles...



**Multiples et fortes conséquences :**

- littoral (submersions, recul du trait de côte)
- ressource en eau (déficits/excédents saisonniers, progression du biseau salé dans les nappes)
- biodiversité (espèces qui ne toléreraient pas le nouveau climat et apparition de nouvelles)
  - agriculture (perturbation des cycles)
  - santé (très fortes chaleurs et « nuits tropicales » plus fréquentes, renforcement par l'ICU...)
- système économique (volatilité des prix, coût de l'adaptation, assurances, ...)

— Trait fin : valeur annuelle  
 — Trait plein : moyenne mobile sur 5 ans des valeurs annuelles

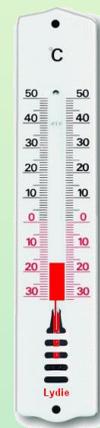
# Une Normandie inégale face au changement climatique



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5



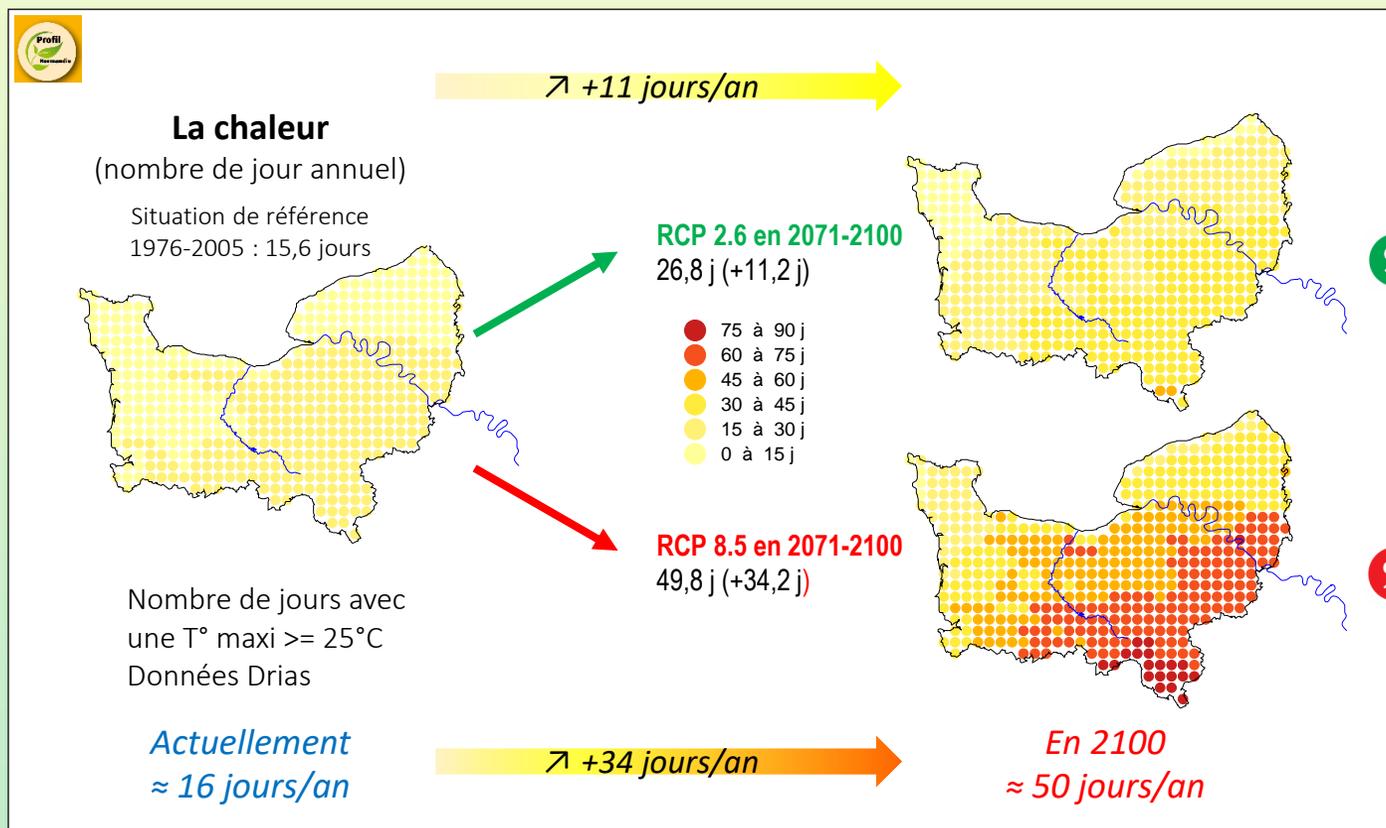
# La température



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5



## La chaleur en Normandie (plus de 25°C dans la journée)



Si scénario pessimiste

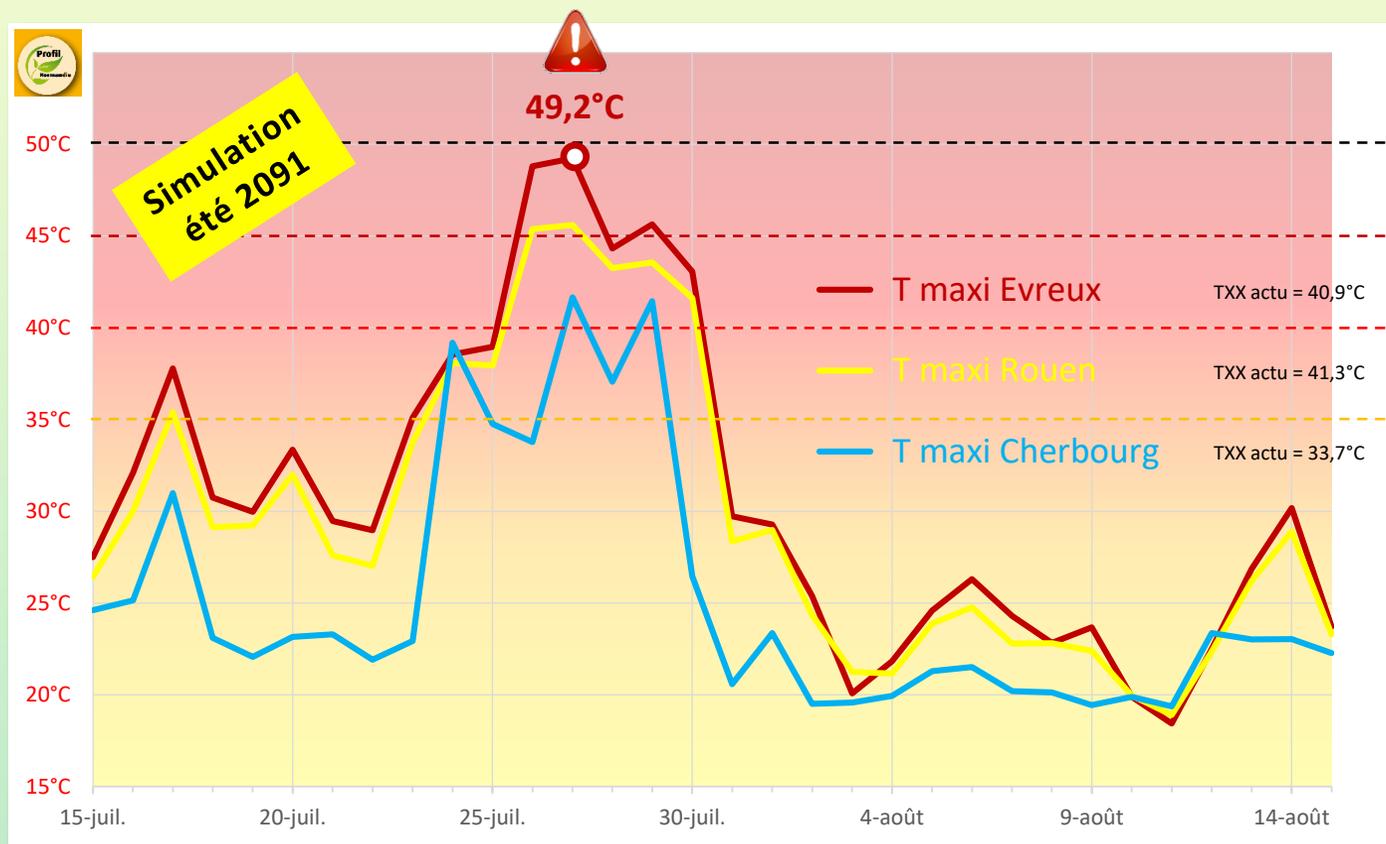
Secteurs continentaux plus affectés

En moyenne :  
≈ +34 jours / an

Disparités entre les littoraux (< 20 jours) et les confins méridionaux du Perche (> 80 jours)

Évolution du **nombre de jours de chaleur** en Normandie. Scénarios RCP 2.6 et 8.5 à l'horizon 2100 (expérience Météo France CNRM 2020 : Modèle Aladin). Période de référence (1976-2005). Données Drias (traitement et réalisation O. Cantat, 2022)

## Les très fortes chaleurs en Normandie (pics jusqu'à près de 50°C dans les terres)



Données Météo-France Drias 2020, traitements et réalisation O. Cantat, 2024

La température maxi journalière du 15 juillet au 15 août... en 2091



Canicule :  
où des  
records de  
chaleur  
ont été  
battus en  
France ? -  
Elle



Scénario haut RCP 8.5  
« pessimiste »

Seuil des **très fortes chaleurs** (35°C)  
dépassé couramment et  
sur des périodes longues

# Les précipitations



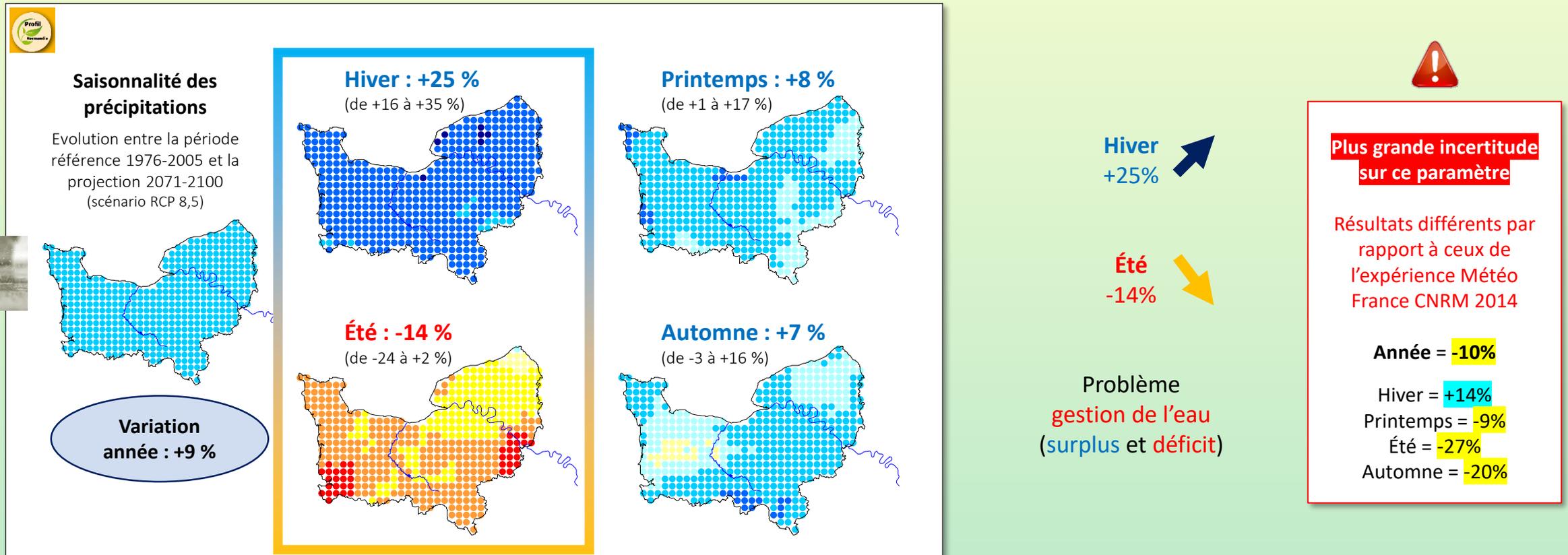
  
Plus grande incertitude  
sur ce paramètre



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5



## La saisonnalité des précipitations en Normandie (scénario RCP 8.5)



Évolution **annuelle et saisonnière des précipitations** en Normandie. Scénario 8.5 à l'horizon 2100 (expérience Météo France CNRM 2020 : Modèle Aladin). Période de référence (1976-2005). Données Drias (traitement et réalisation O. Cantat, 2022)

# Vers un changement de climat et de bioclimat...



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5



## Des saisons climatiques plus contrastées

été plus chaud et plus sec , hiver plus doux et plus arrosé  
précipitations plus concentrées

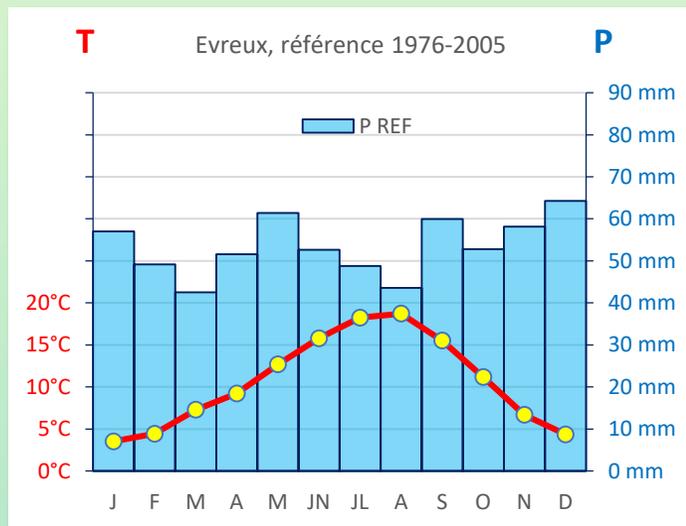
Exemple  
d'Evreux

### Référence 1976-2005

Année : 10,6°C et 642 mm

Été : 17,6°C et 48 mm

Hiver : 4,1°C et 57 mm



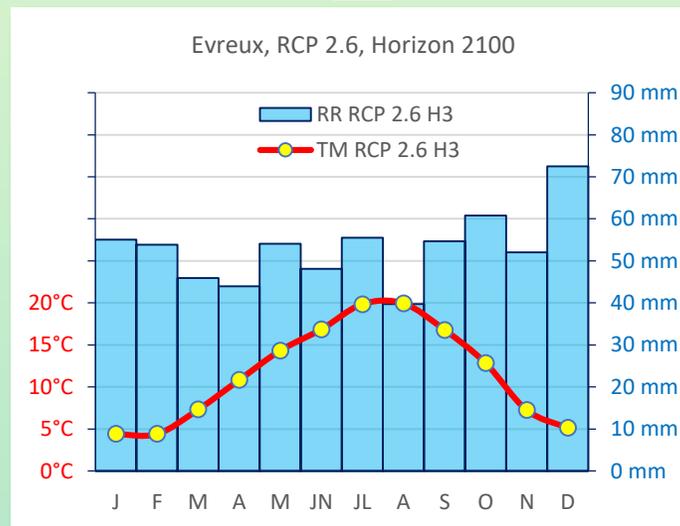
Cantat, 2023 (données DRIAS-2020)

### Futur lointain (scénario optimiste)

Année : 11,7°C ↗ (+1,1°C) et 636 mm ↘ (-1%)

Été : 18,9°C ↗ (+1,3°C) et 47 mm ↘ (-1%)

Hiver : 4,7°C ↗ (+0,6°C) et 60 mm ↗ (+5%)



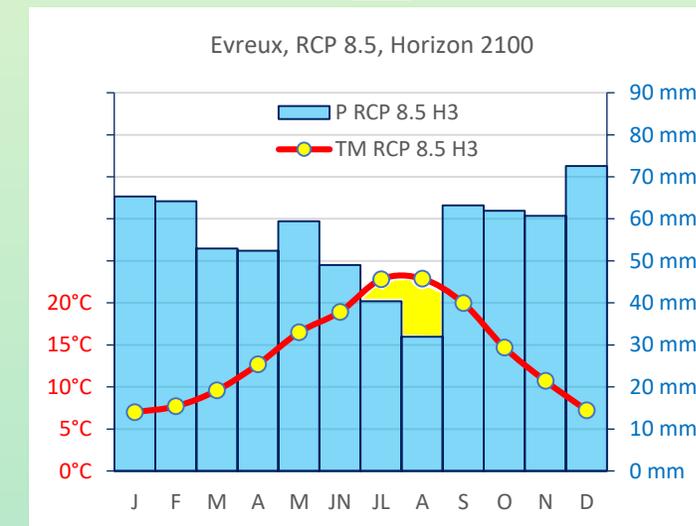
Cantat, 2023 (données DRIAS-2020)

### Futur lointain (scénario pessimiste)

Année : 14,2°C ↗ (+3,6°C) et 674 mm ↗ (+5%)

Été : 21,5°C ↗ (+3,9°C) et 40 mm ↘ (-8%)

Hiver : 7,3°C ↗ (+3,2°C) et 67 mm ↗ (+18%)

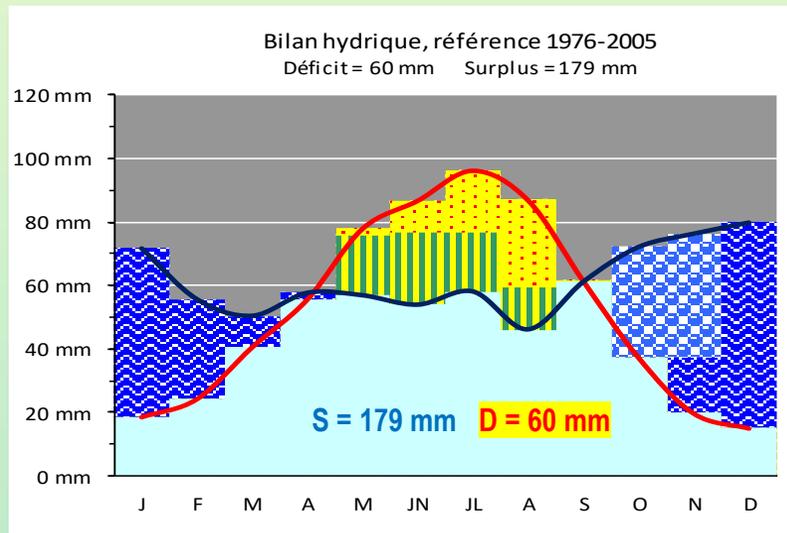


Cantat, 2023 (données DRIAS-2020)

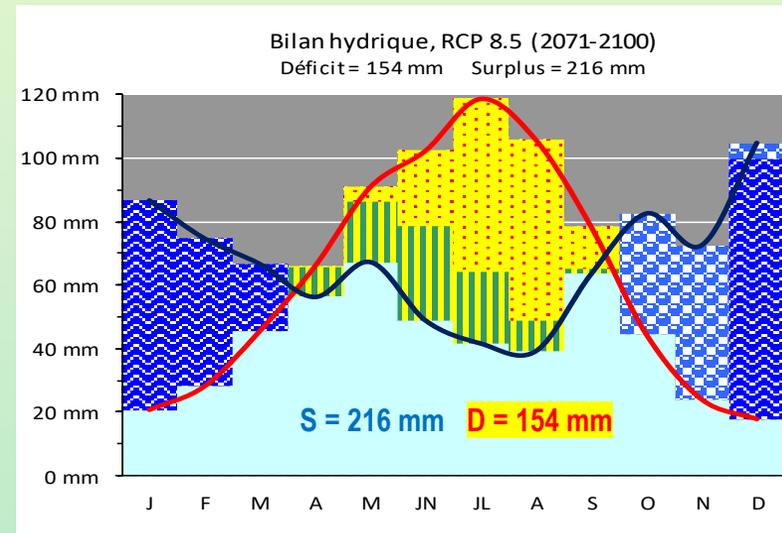
## Des saisons bioclimatiques plus contrastées

été avec des déficits hydriques beaucoup plus prononcés  
hiver avec des surplus hydrologiques plus importants

Référence 1976-2005



Futur lointain (scénario RCP 8.5)



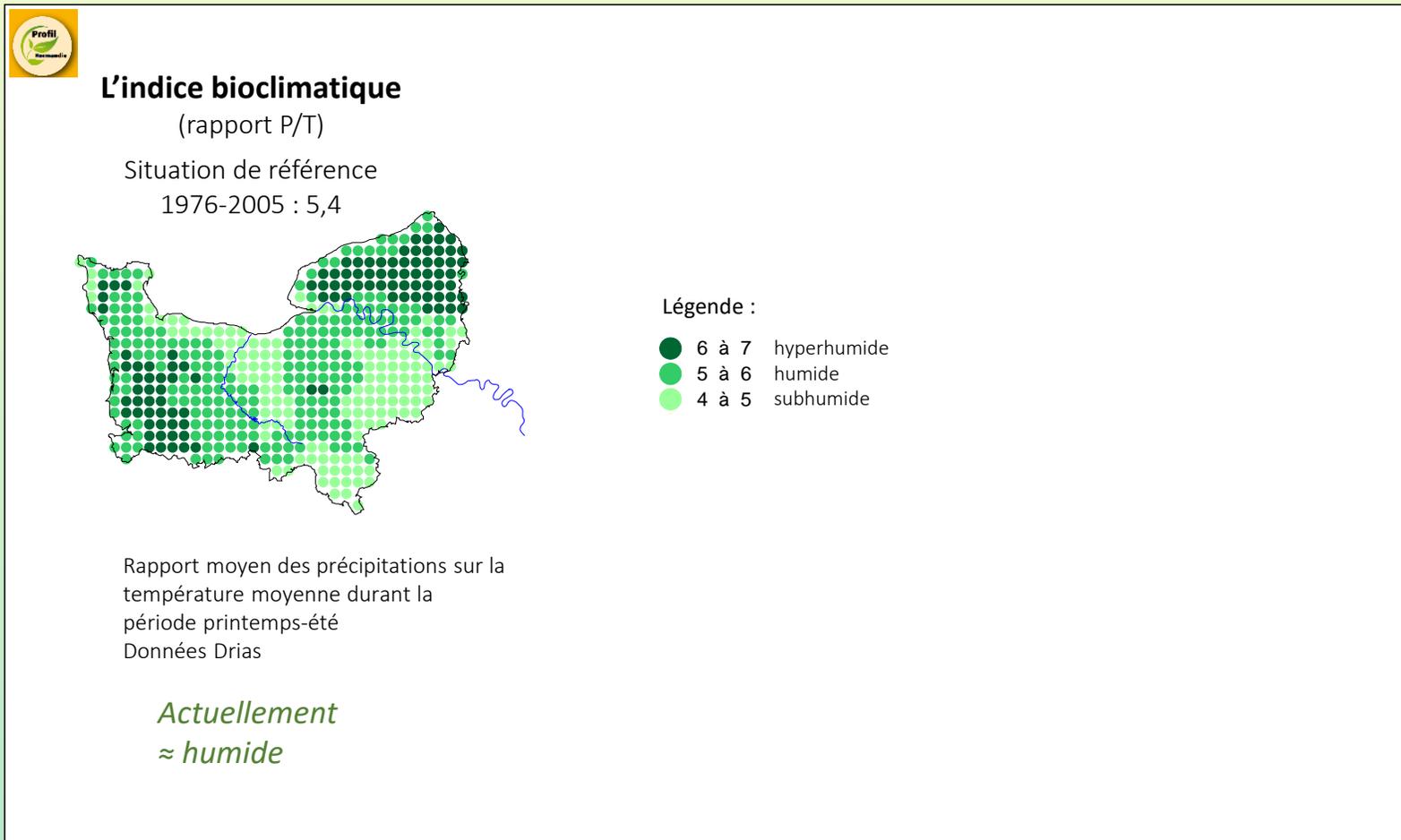
Un bioclimat **plus chaud et plus sec** en saison de pousse

- des contraintes et des atouts nouveaux pour le développement des plantes
- quelle flore à l'horizon 2100 en Normandie ?

# Vers un changement des paysages naturels ?

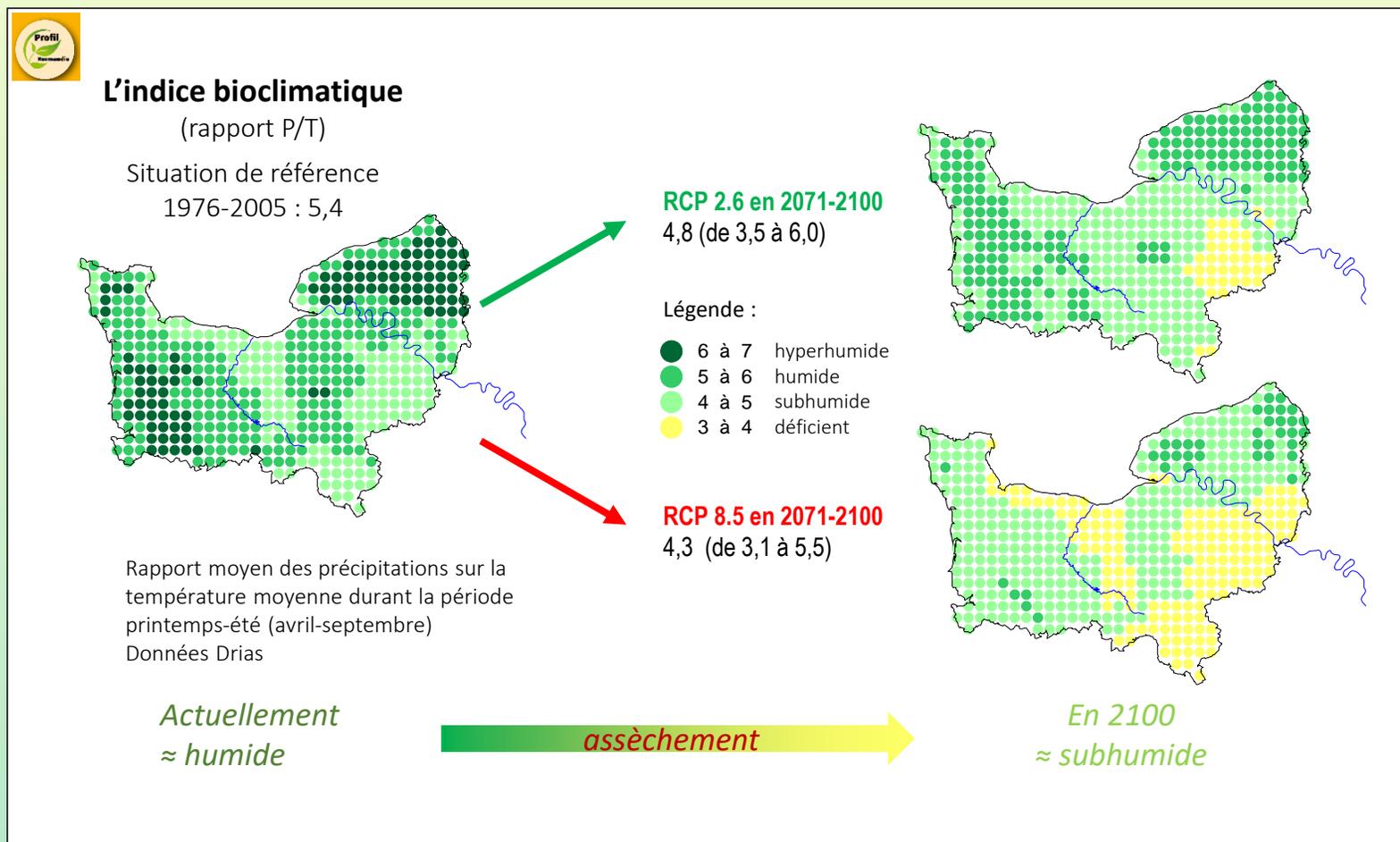


## Le profil bioclimatique en Normandie durant la période végétative



Évolution de l'indice **bioclimatique au printemps-été** en Normandie.  
(expérience Météo France CNRM 2020 : Modèle Aladin). Période de référence (1976-2005).  
Données Drias (traitement et réalisation d'O. Cantat).

## Le profil bioclimatique en Normandie durant la période végétative



### Scénario bas RCP 2.6 « optimiste »

**Des changements notables**  
Disparition des espaces hyperhumides (cf. hêtre...) et apparition d'espaces déficients (plaine agricole de l'Eure)



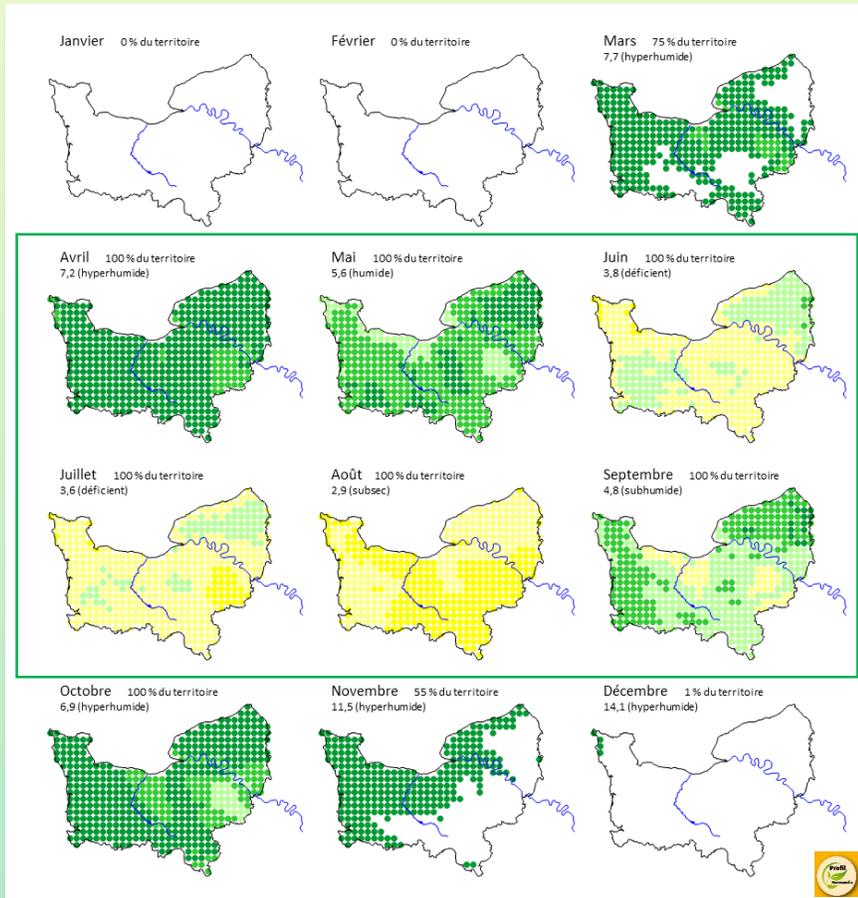
### Scénario haut RCP 8.5 « pessimiste »

**Accentuation des changements**  
Extension des espaces en conditions déficientes et disparition progressive des espaces humides  
( → conditions difficiles pour la biodiversité actuelle)

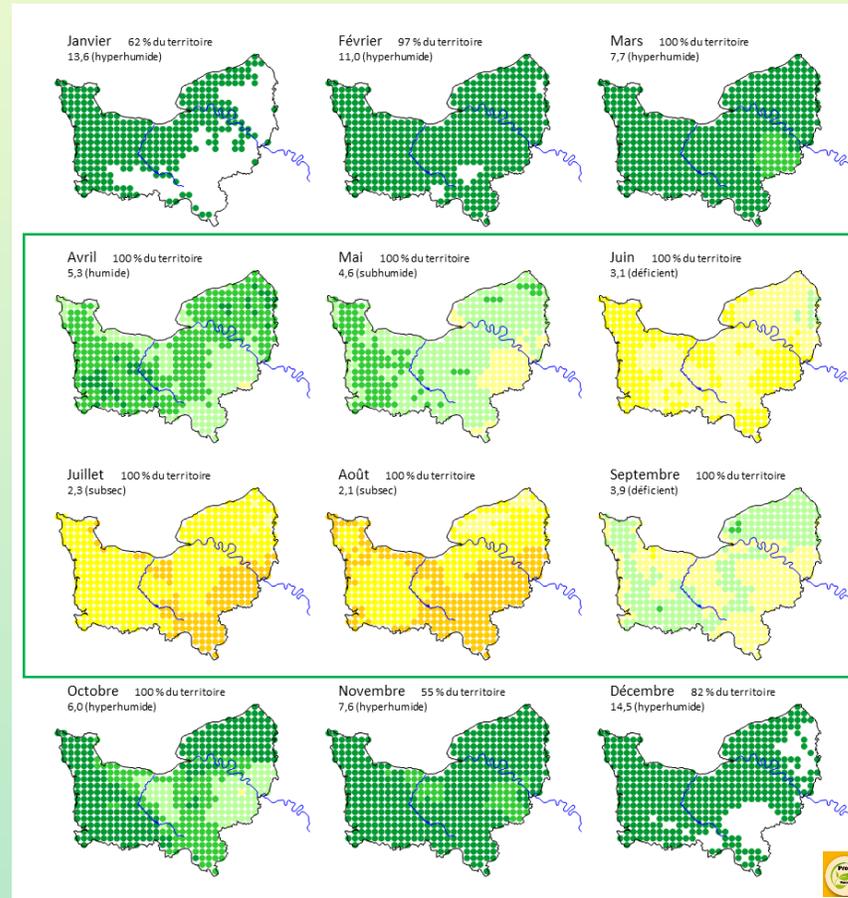
## Une saison de pousse plus longue... mais avec des contraintes estivales plus précoces et plus marquées

Référence 1976-2005

→ Futur lointain (scénario RCP 8.5 « pessimiste »)



Profil bioclimatique (rapport P/T si T > « zéro de végétation spécifique » de 7°C)  
Période de référence 1976-2005



Profil bioclimatique (rapport P/T si T > « zéro de végétation spécifique » de 7°C)  
Horizon lointain (2071-2100), scénario RCP 8,5 (émissions non réduites)

Légende :

- 1 à 2 (valeur P/T) Profil sec
- 2 à 3 (valeur P/T) Profil subsec
- 3 à 4 (valeur P/T) Profil déficient
- 4 à 5 (valeur P/T) Profil subhumide
- 5 à 6 (valeur P/T) Profil humide
- 6 à 25 (valeur P/T) Profil hyperhumide

Saison végétative usuelle  
d'avril à septembre

### Évolution de l'indice bioclimatique en Normandie.

(expérience Météo France CNRM 2020 : Modèle Aladin). Données Drias (traitement et réalisation d'O. Cantat).

# 3. De nouvelles connaissances du climat à échelle très fine...

## Travaux en cours avec les PNR normands

Initiative PNR Normandie-Maine, Michel Ameline

Réalisation technique Romain Louvet et Maude Baker



D'après données Drias les futurs du climat  
Scénarios GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5

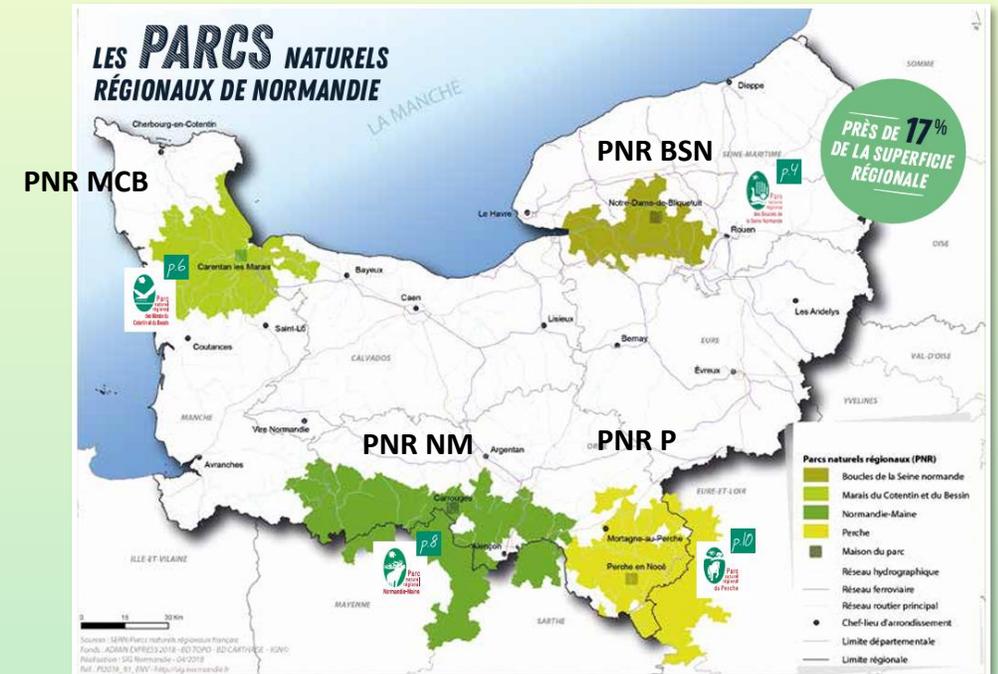


**Les objectifs :**

- (i) sensibiliser le public et les acteurs locaux au changement climatique,**
- (ii) fournir des outils d'aide à la décision...**

Exemple de collaboration entre le **laboratoire IDEES-Caen** et les **Parcs naturels régionaux normands**

Stage inter-Parcs de **Louis Parey** en 2024  
Université de Caen Normandie, laboratoire IDEES-CAEN  
(Master 2 GAED « Environnement, risques et diagnostics territoriaux »)

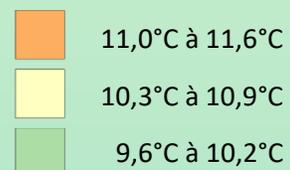
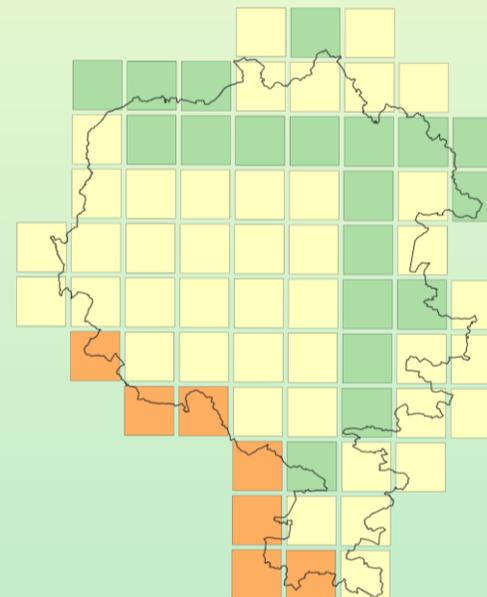


## Spatialisation des températures par krigeage en fonction du relief et de l'exposition

Le Parc Naturel Régional du Perche



Information d'origine maille de 8 km



Information en sortie maille de 25 m

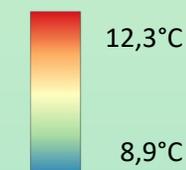


PNR du Perche

Période référence 1976-2005



 Périmètre d'étude du PNR du Perche



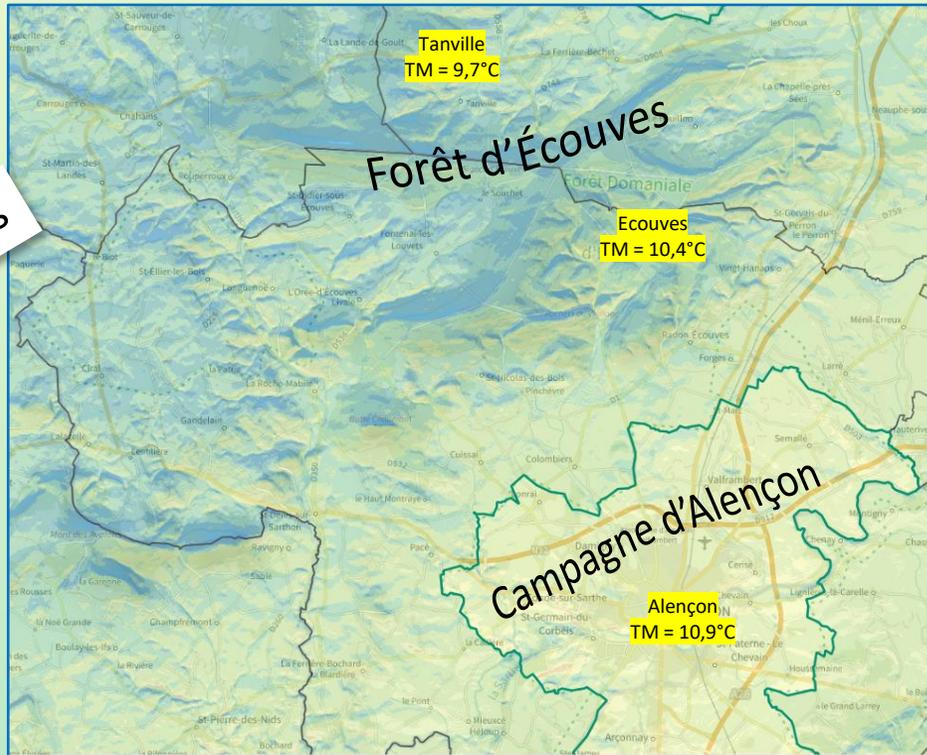
La méthode



## Un outil de visualisation conçu par l'équipe SIG du PNR Normandie-Maine : **température**

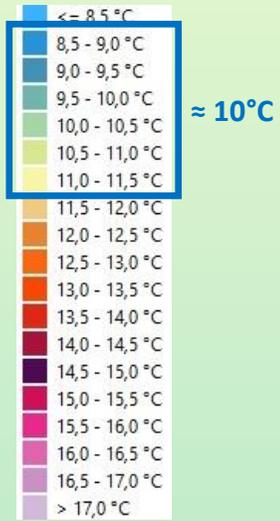
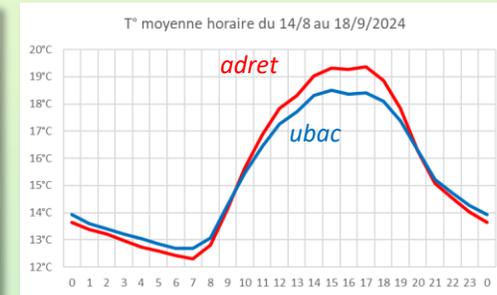
Extrait sur le PNR Normandie-Maine (conception de l'outil : Romain Louvet et Maude Baker)

T° moyenne annuelle, période de **référence 1976-2005**



Les résultats

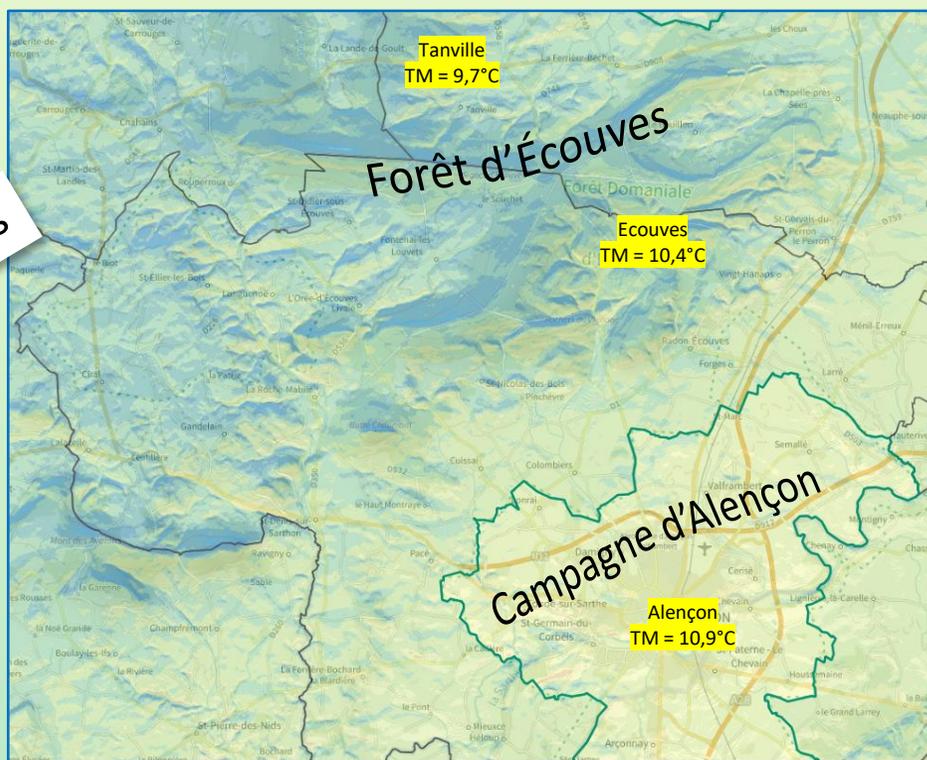
**Validation du modèle en cours / altitude et exposition**  
(expérimentation par mesures *in situ* des différences de température)



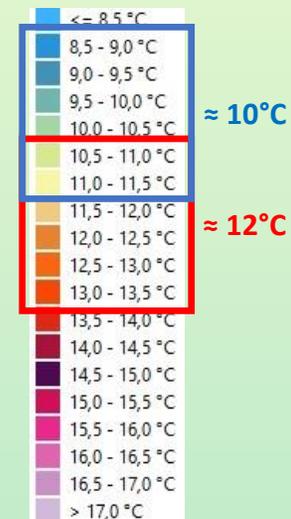
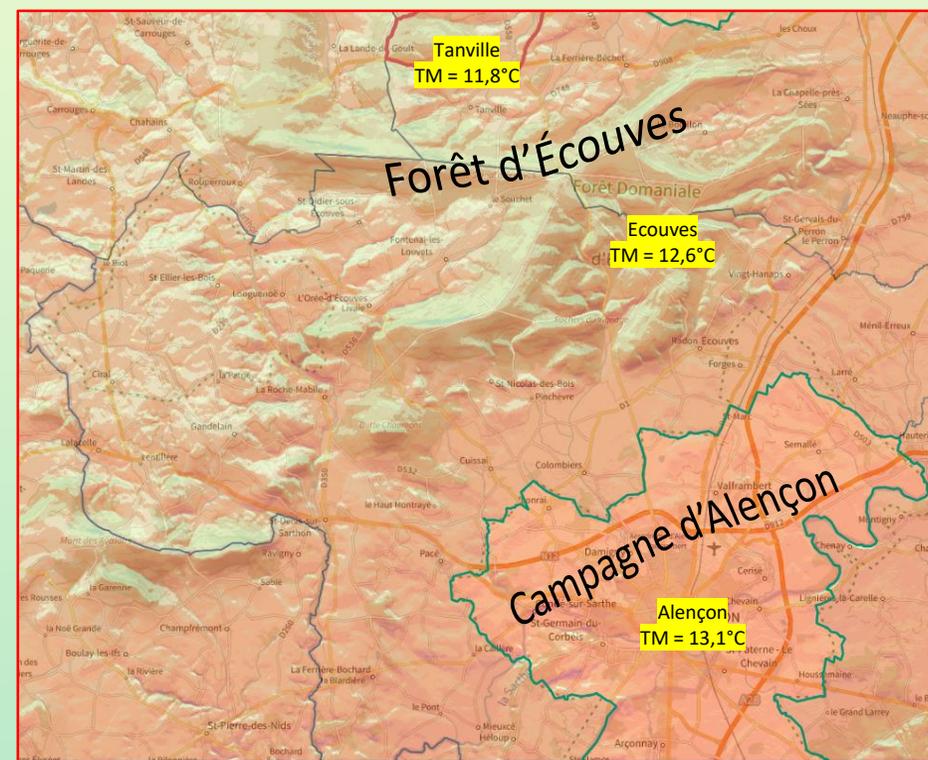
## Un outil de visualisation conçu par l'équipe SIG du PNR Normandie-Maine : **température**

Extrait sur le PNR Normandie-Maine (conception de l'outil : Romain Louvet et Maude Baker)

T° moyenne annuelle, période de **référence 1976-2005**



T° moyenne annuelle, **projection RCP 8.5 horizon 2070**

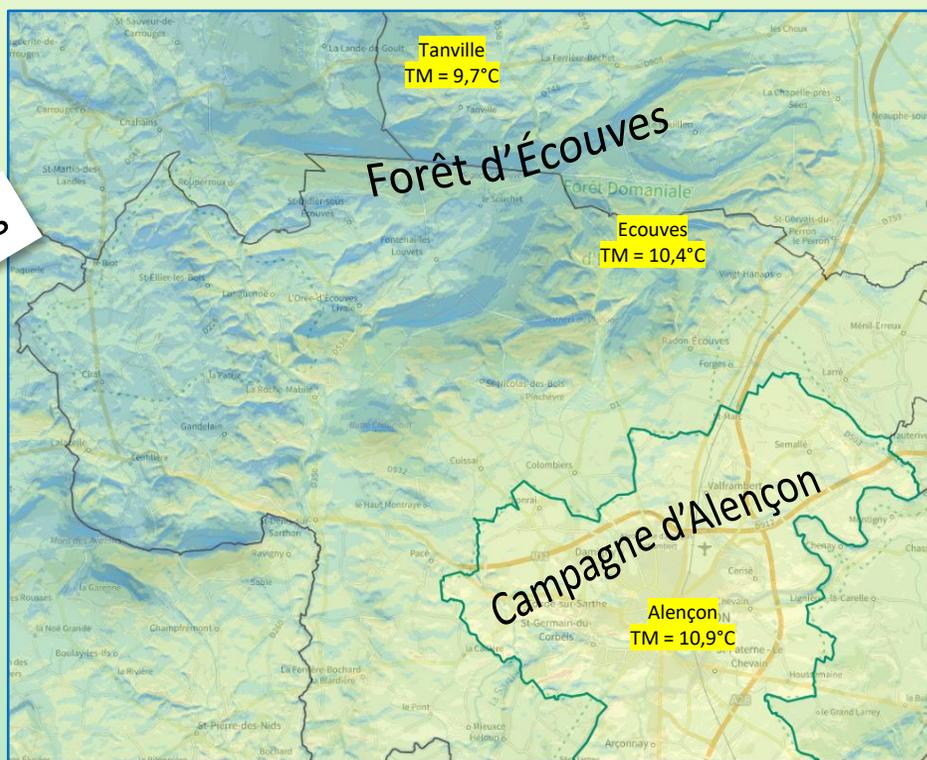


Les résultats

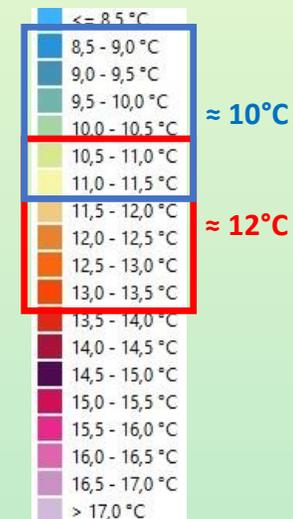
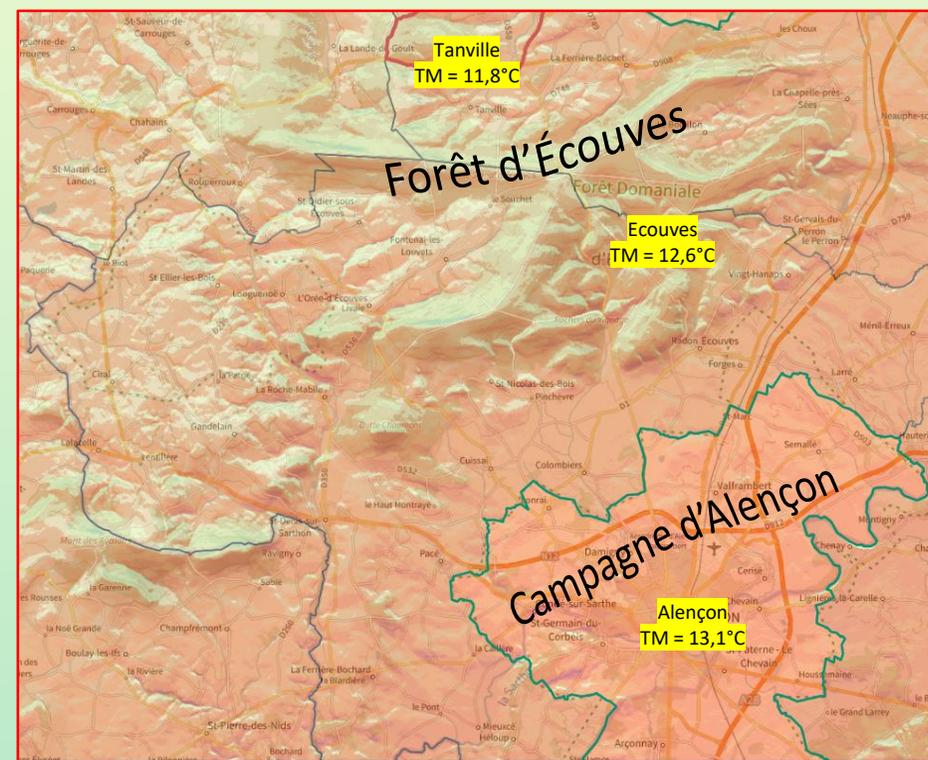
## Un outil de visualisation conçu par l'équipe SIG du PNR Normandie-Maine : **température**

Extrait sur le PNR Normandie-Maine (conception de l'outil : Romain Louvet et Maude Baker)

T° moyenne annuelle, période de **référence 1976-2005**



T° moyenne annuelle, **projection RCP 8.5 horizon 2070**

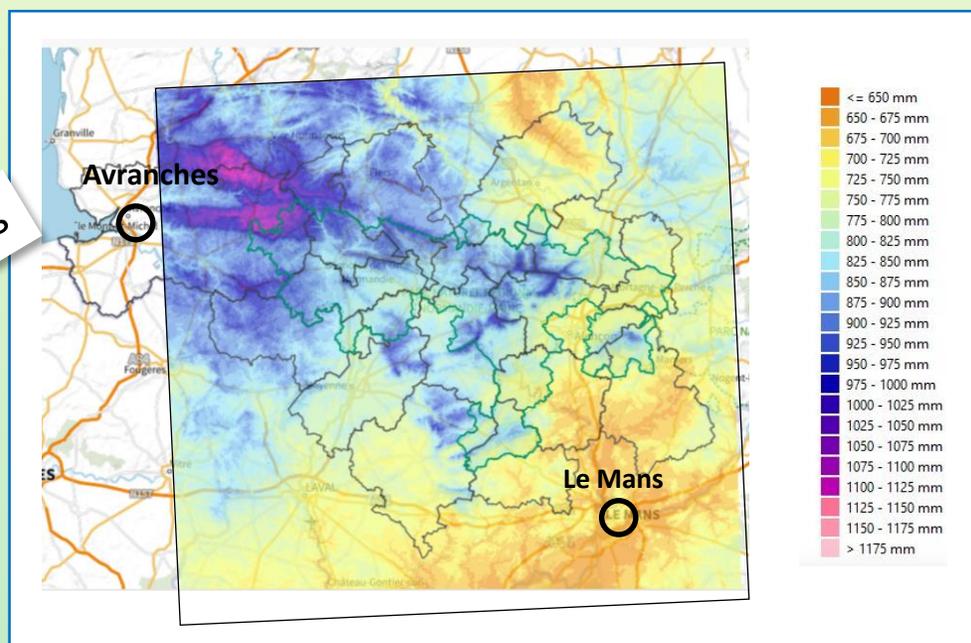


Les résultats

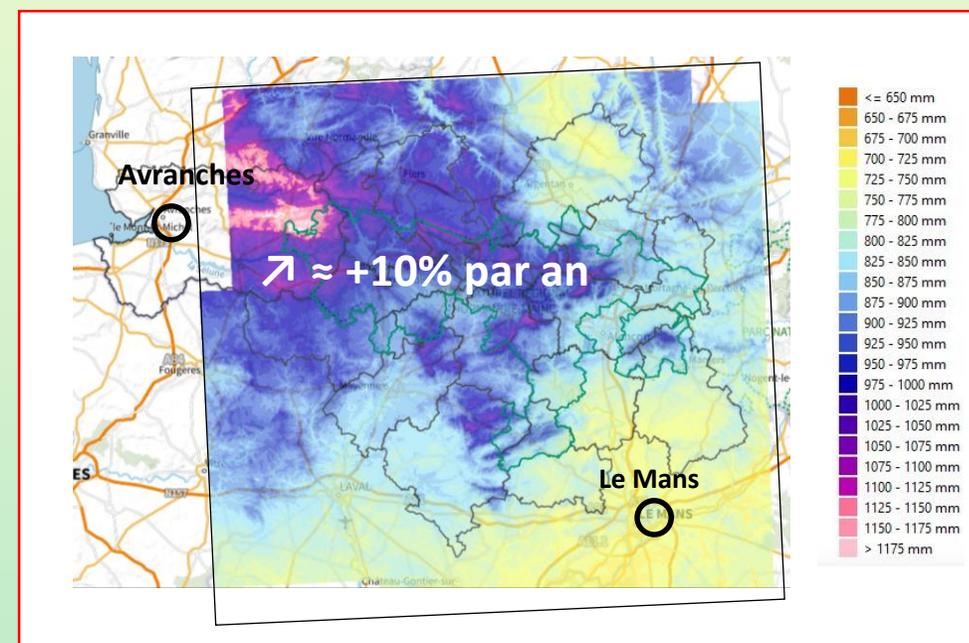
## Un outil de visualisation conçu par l'équipe SIG du PNR Normandie-Maine : précipitations

Extrait sur le PNR Normandie-Maine (conception de l'outil : Romain Louvet et Maude Baker)

Précipitations annuelles, période de référence 1976-2005



Précipitations annuelles, projection RCP 8.5 horizon 2100



## CONCLUSION / APPLICATION

*« en visualisant les évolutions concrètes du changement climatique à l'échelle locale, les résultats de ce travail pourront dynamiser et faciliter la mise en place de **stratégies adaptées pour la préservation et le développement durable des territoires des PNR.** »*

[Quel climat pour 2100 sur le territoire du Parc et Géoparc Normandie-Maine ? \(parc-naturel-normandie-maine.fr\)](https://parc-naturel-normandie-maine.fr)

Démo à partir de la plateforme en ligne (?)

# Rencontre régionale des gestionnaires d'espaces naturels de Normandie

DREAL Normandie, Région Normandie, OFB et ANBDD

*Salle polyvalente de St-Vigor-d'Ymonville*

*Mardi 19 novembre 2024, de 9h00 à 17h00*



UNIVERSITE  
CAEN NORMANDIE

# Merci de votre attention !

**Olivier CANTAT**

Géographe climatologue, GIEC Normand

IDEES Caen, UMR 6266 CNRS

Université de Caen Normandie

[olivier.cantat@unicaen.fr](mailto:olivier.cantat@unicaen.fr)