



METEO FRANCE

Toujours un temps d'avance

Le changement climatique

Le constat

Évolution du climat et conséquences

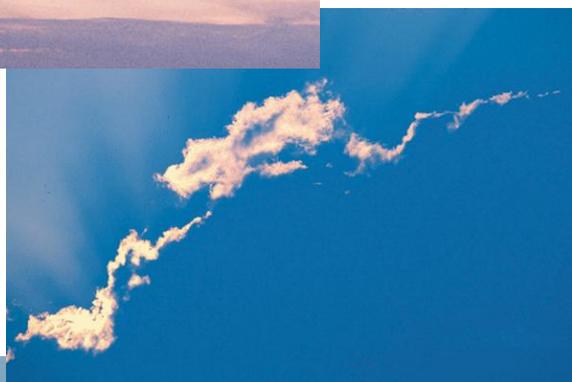
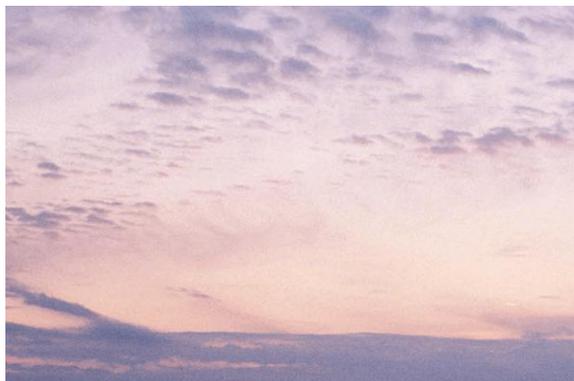
Présentés par Serge KLUSKA

Le changement climatique

Le constat

Enquête sur le climat passé, en quête du climat futur

Le réchauffement climatique : une réalité



Comment connaître le climat du passé?

Les données météorologiques sont mesurées à l'aide d'instruments depuis 150 ans seulement...



Source : Météo France

... mais les éléments naturels fournissent des renseignements permettant de reconstituer les variations climatiques passées jusqu'à 400 000 années environ

Cernes des arbres

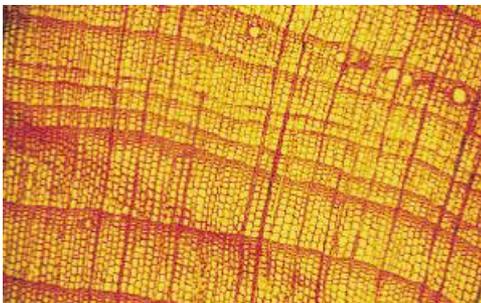


Photo : ACFAS

Carottages de coraux



Photo : J. Orenpuller/IRD

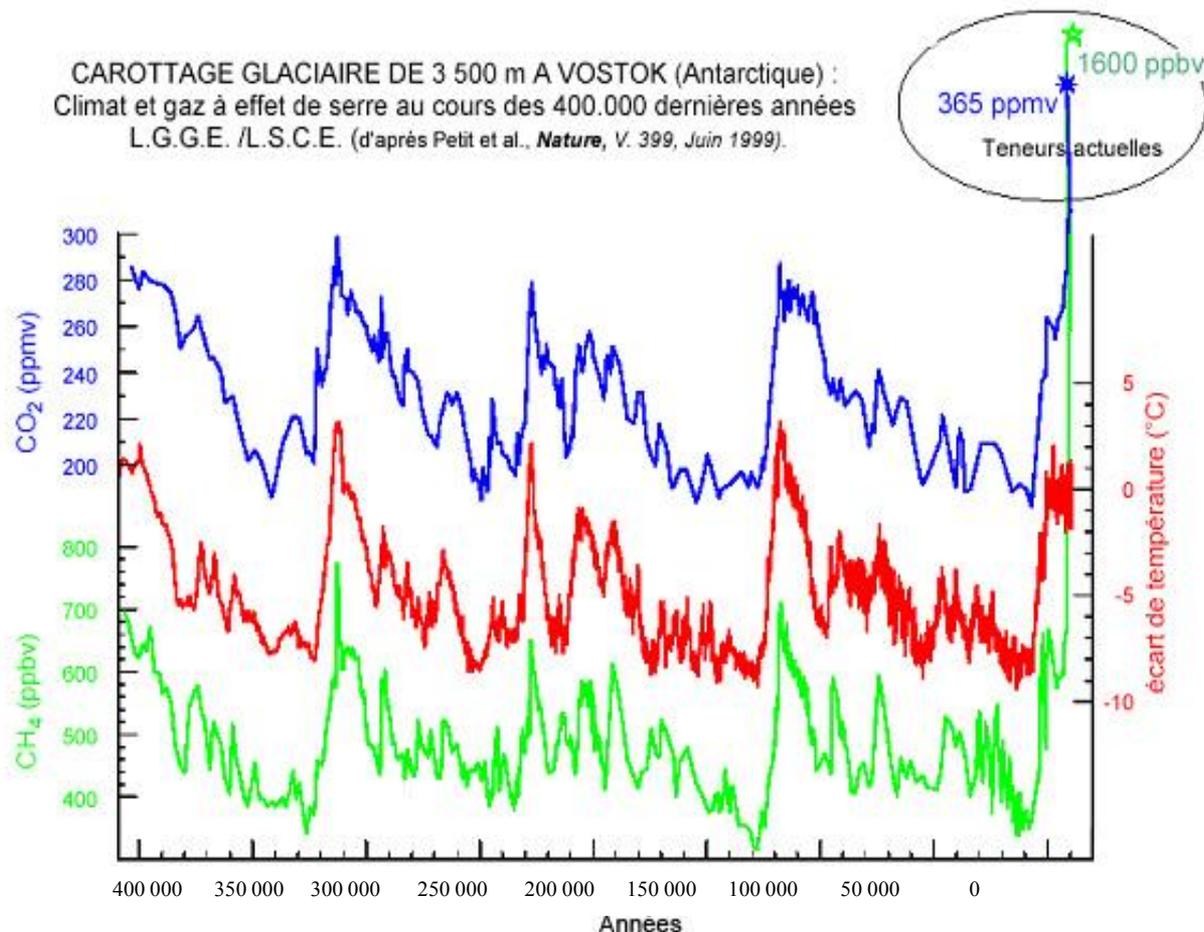
Carottages de glace



Photo : Pascal Doira, LSCE/CNRS-CEA

Températures des 400 000 dernières années

CAROTTAGE GLACIAIRE DE 3 500 m A VOSTOK (Antarctique) :
Climat et gaz à effet de serre au cours des 400.000 dernières années
L.G.G.E. /L.S.C.E. (d'après Petit et al., *Nature*, V. 399, Juin 1999).



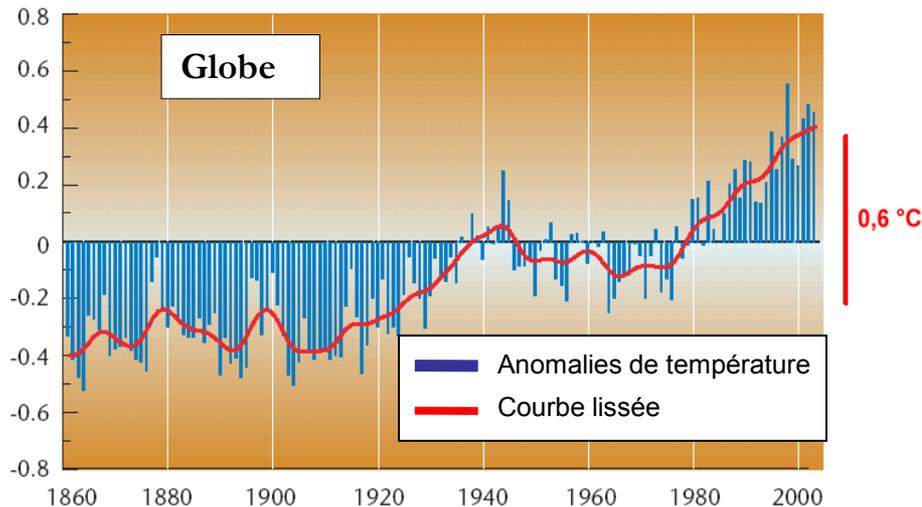
Source : Petit et al, 1999

Température (°C) et concentration de gaz à effet de serre en Antarctique : dioxyde de carbone (CO₂) en ppmv, méthane (CH₄) en ppbv

Le constat : le climat commence à se réchauffer

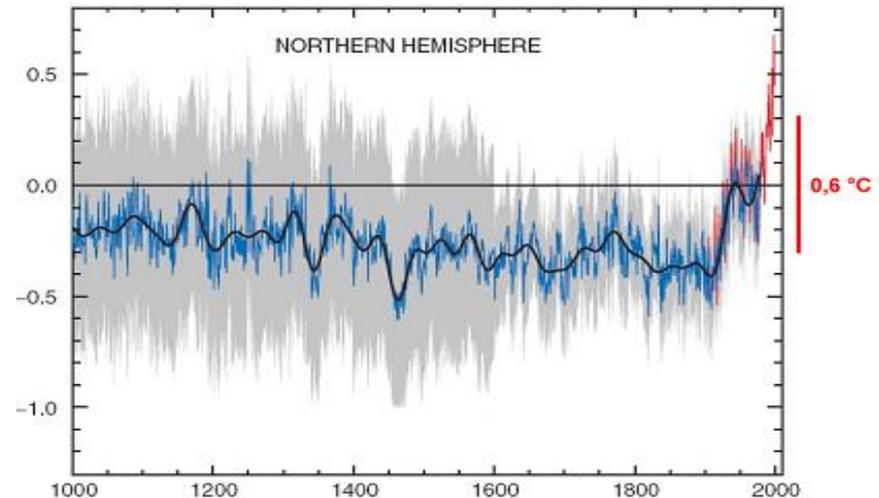
Évolution de la température moyenne de surface

depuis un siècle
sur l'ensemble du globe



Source: Climatic Research Unit, Royaume-Uni

depuis un millénaire
dans l'hémisphère Nord



La fonte des glaciers, un indicateur du réchauffement

Qori Kalis



Glacier Qori Kallis dans les Andes Peruviennes

La fonte des glaciers, un indicateur du réchauffement

Rhonegletscher 1870



Rhonegletscher 2001

La fonte des glaciers, un indicateur du réchauffement

Glacier norvégien
Biomstrandbreen
En 1918



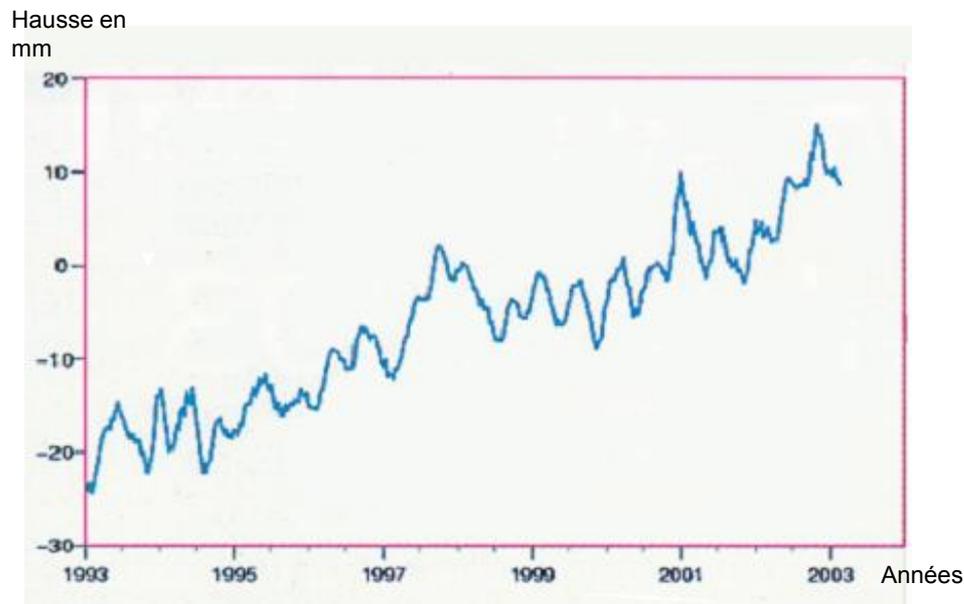
Ce qu'il en reste
en 2002



Débâcle. En haut,
le glacier norvégien
Biomstrandbreen
en 1918. En bas,
ce qu'il en reste
en 2002.

La montée du niveau des océans, une des conséquences du réchauffement

Élévation du niveau moyen global
de la mer observé par Topex-Poséidon



Source: Legos

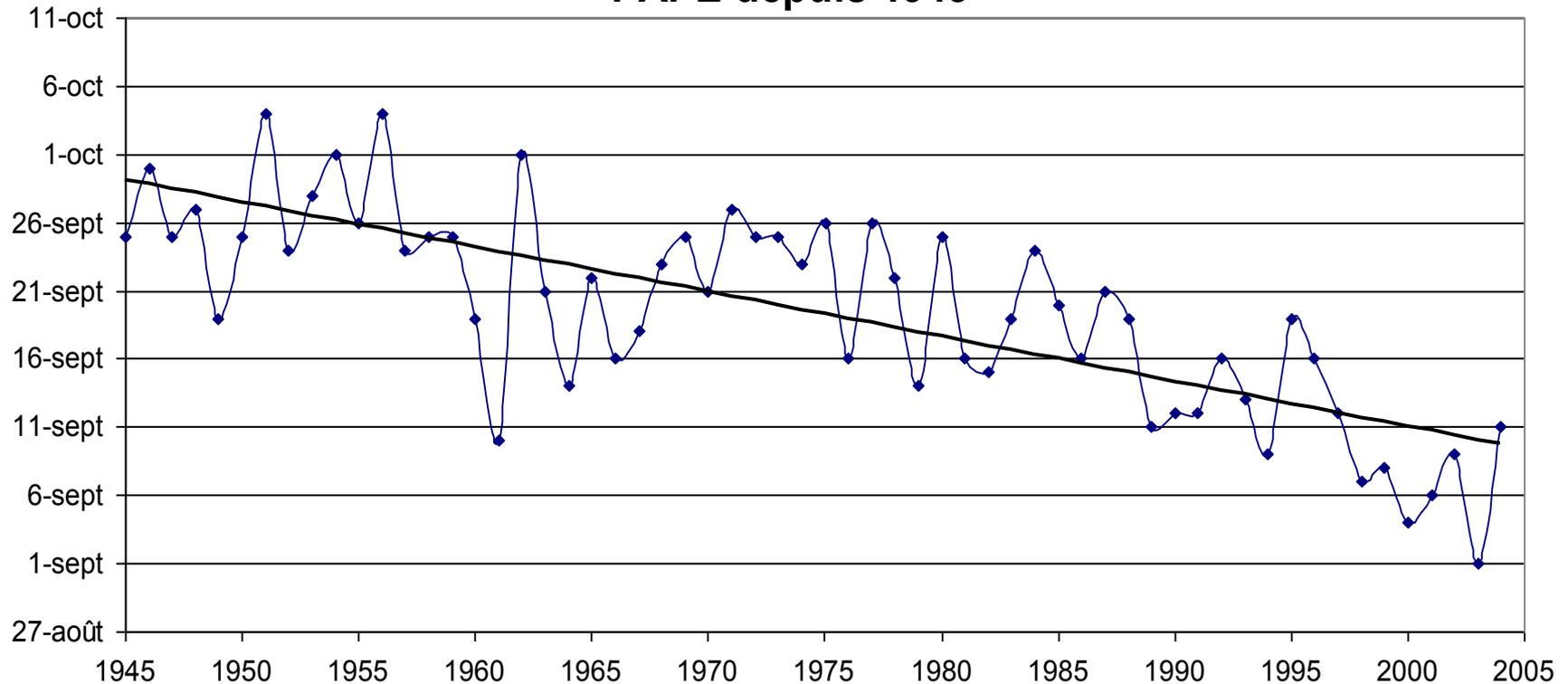
Observations in situ, à Tikehau,
Polynésie



Photo: Bruno Marty

Phénologie de la vigne

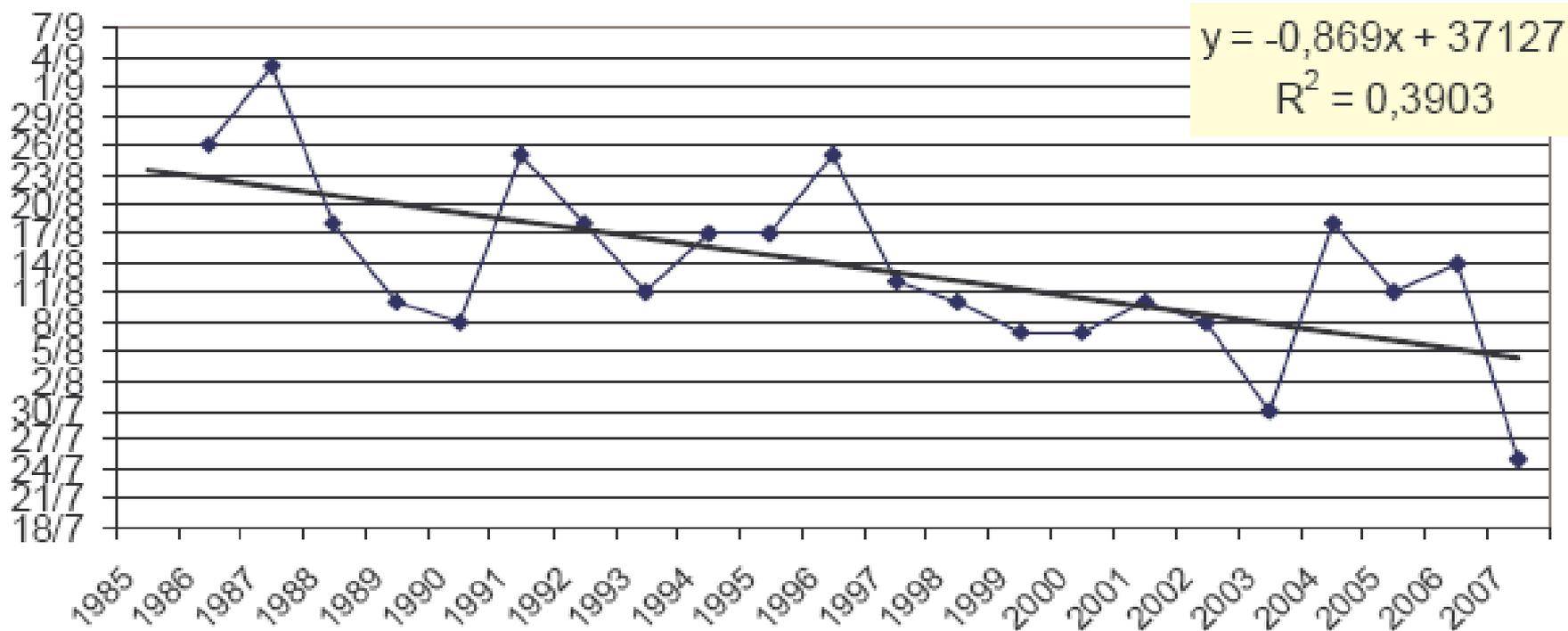
DATE DE DEBUT DES VENDANGES A CHATEAUNEUF DU PAPE depuis 1945



Source : Service technique Inter Rhône

La mirabelle en Lorraine

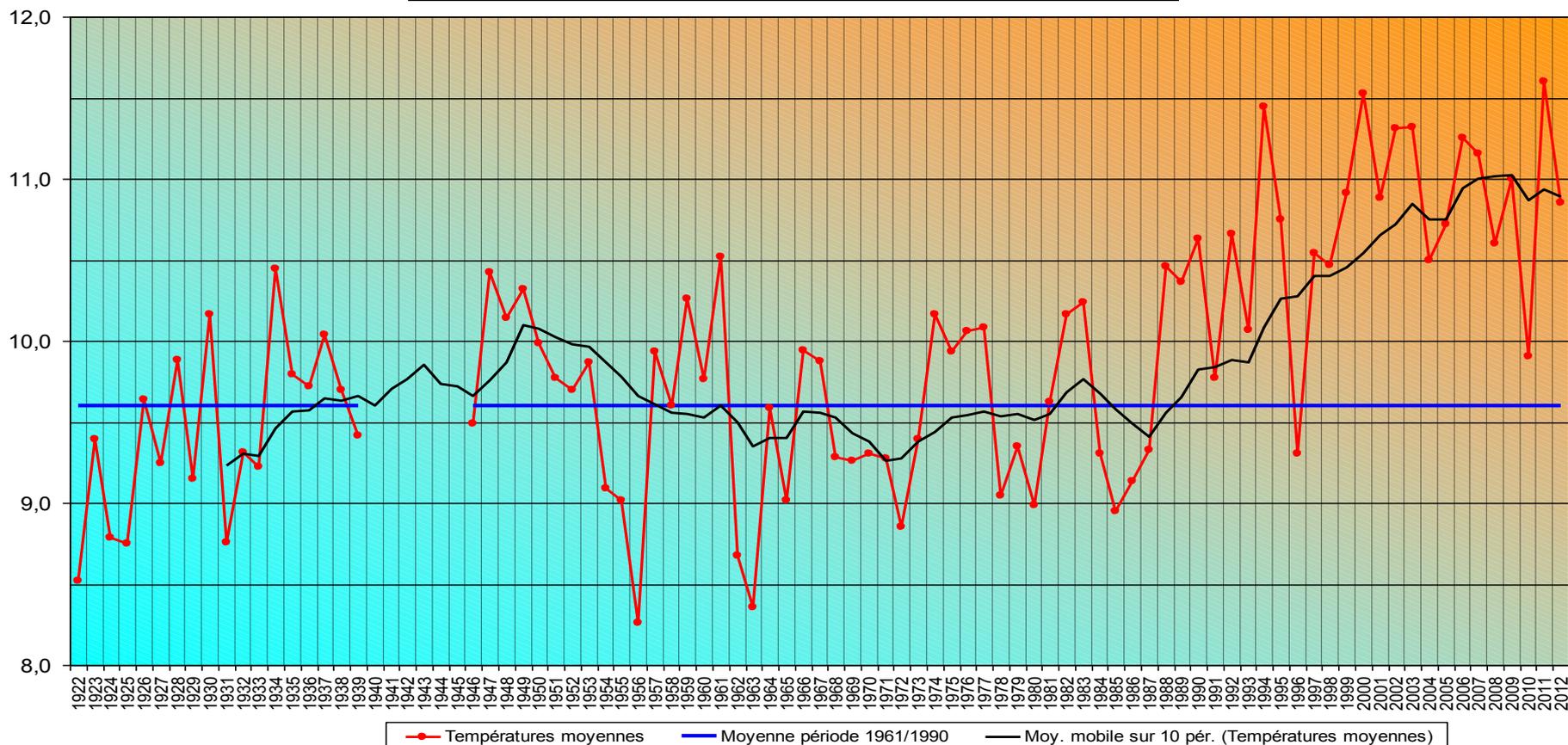
DATE DE RECOLTE DE LA MIRABELLE EN LORRAINE



Sources AREFE / HATTONVILLE

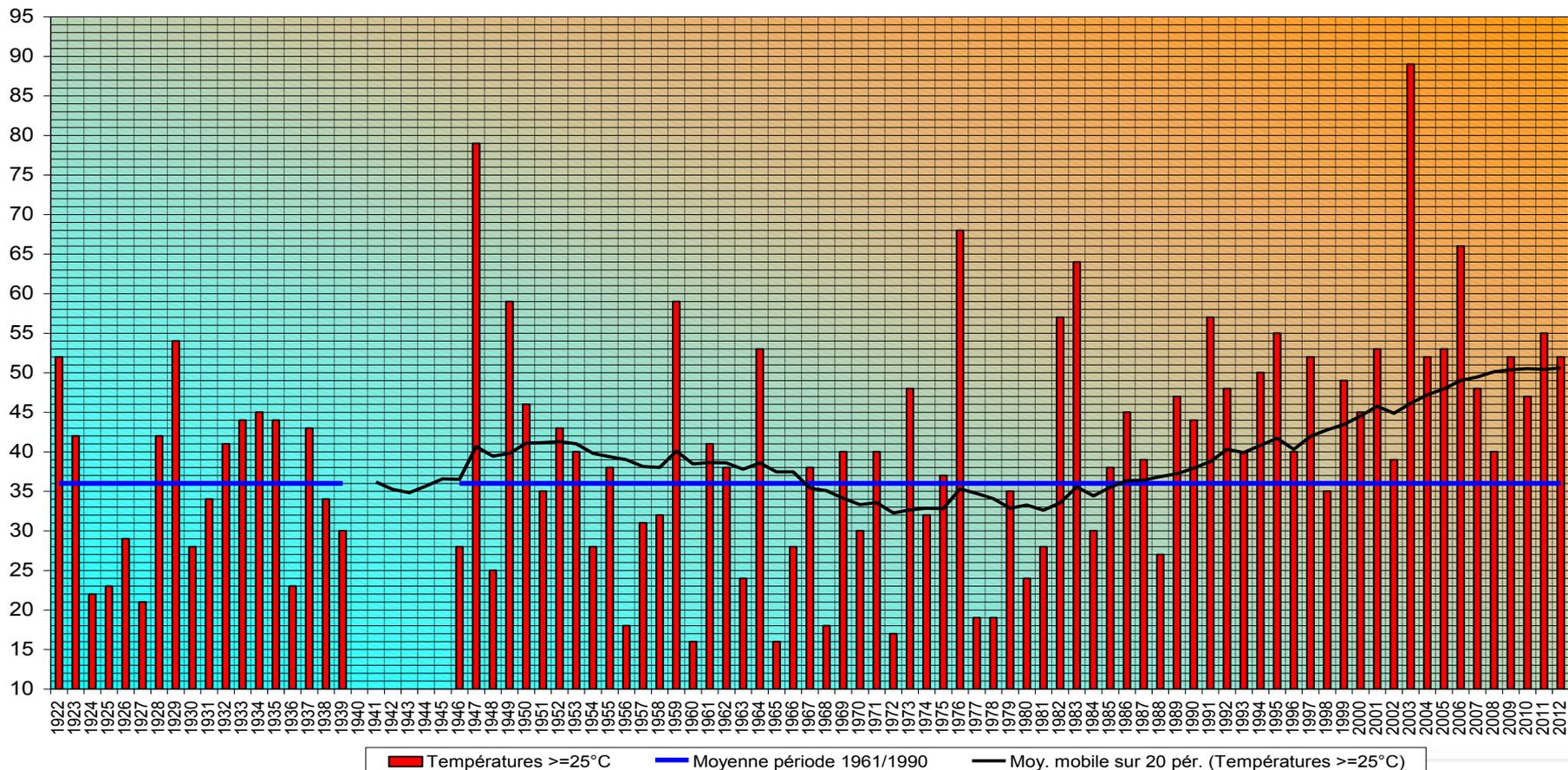
Le climat se réchauffe aussi en Lorraine !

Evolution de la température moyenne annuelle à Nancy de 1922 à 2012.



Le climat se réchauffe aussi en Lorraine !

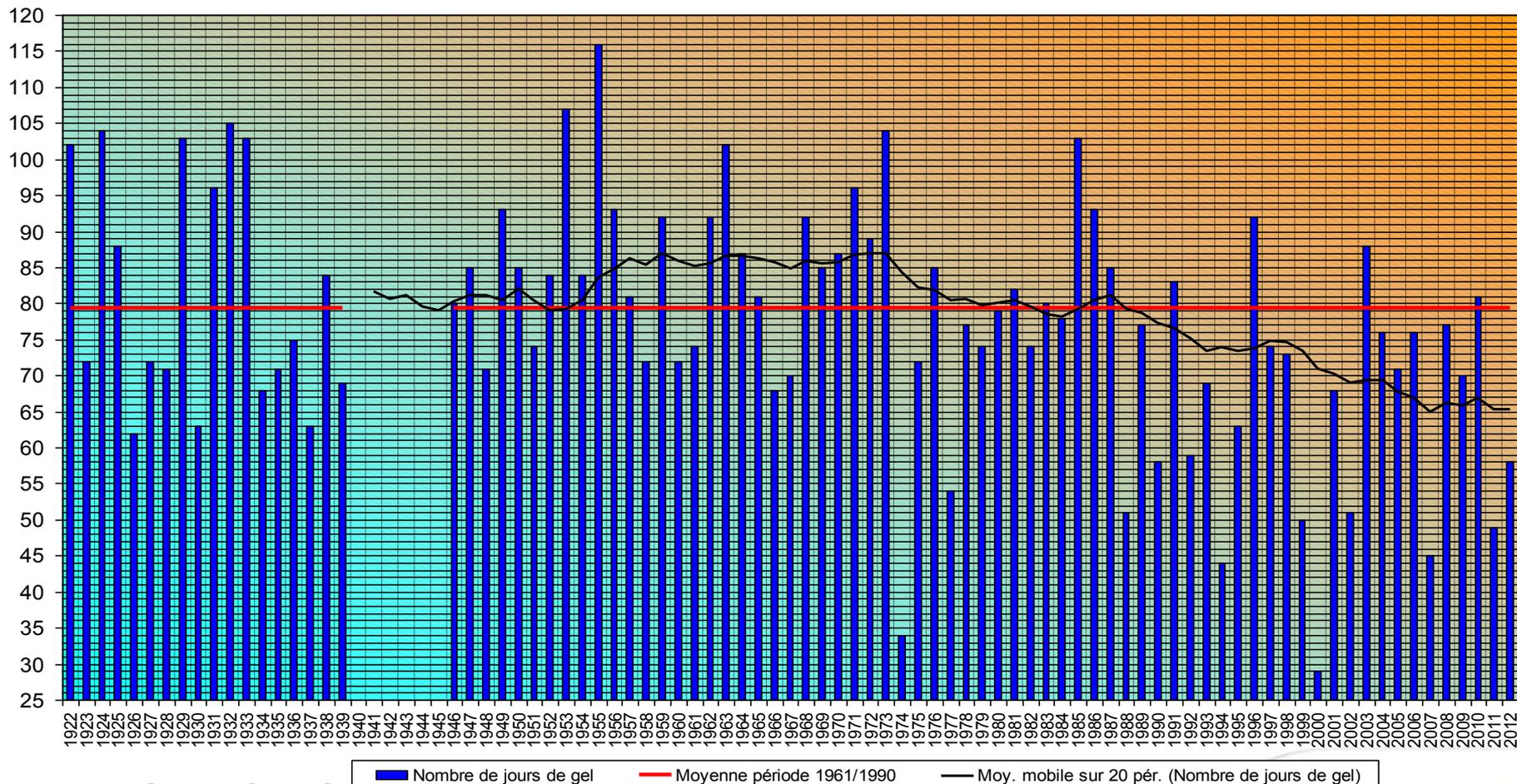
Evolution du nombre annuel de jours "chaud" à nancy de 1922 à 2012



Jours chauds

Le climat se réchauffe aussi en Lorraine !

Evolution du nombre annuel de jours de gel à nancy de 1922 à 2012



Jours de gel

■ Nombre de jours de gel — Moyenne période 1961/1990 — Moy. mobile sur 20 pér. (Nombre de jours de gel)

Qu'apprend-on des observations ?

- Le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations :
 - de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan,
 - la fonte généralisée de la neige et de la glace.
 - l'élévation du niveau moyen mondial de la mer.
- La France s'est réchauffée d'environ 1° au cours du siècle dernier, les précipitations ont augmenté en hiver et diminué en été.
- En été, le nombre de jours de vagues de chaleur et le nombre de jours secs consécutifs a augmenté au cours des cinquante dernières années sur la plupart des régions.

GIEC, 2007

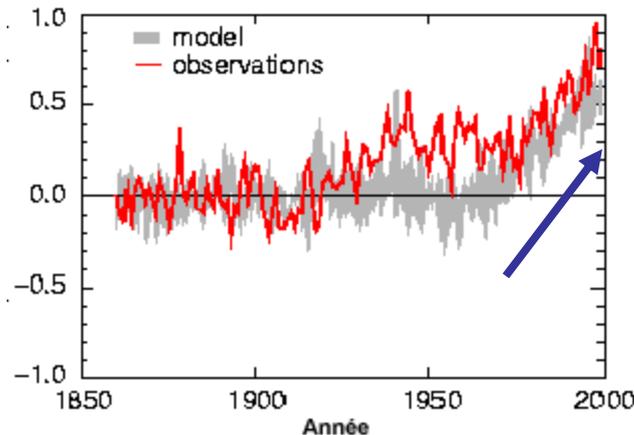
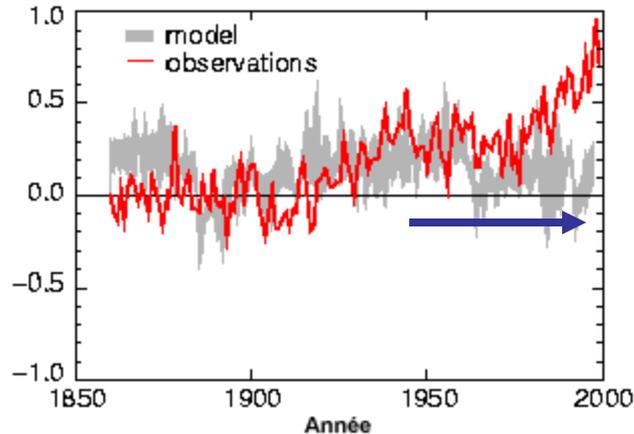
La cause du réchauffement observé : les gaz à effet de serre

Causes naturelles :

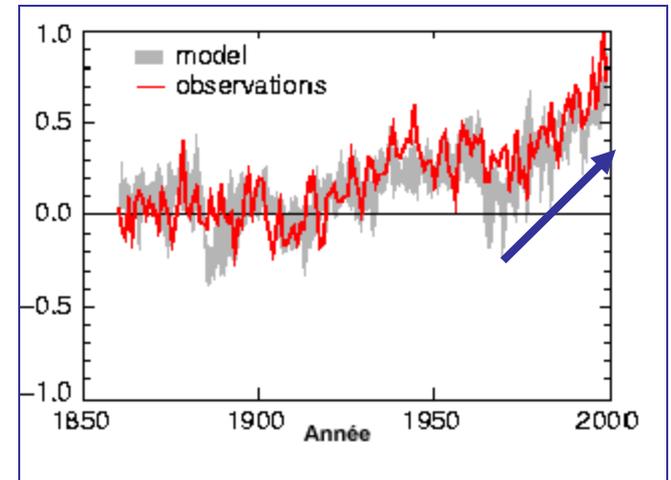
- Rayonnement solaire
- Volcans

Causes humaines :

- Émissions de gaz à effet de serre



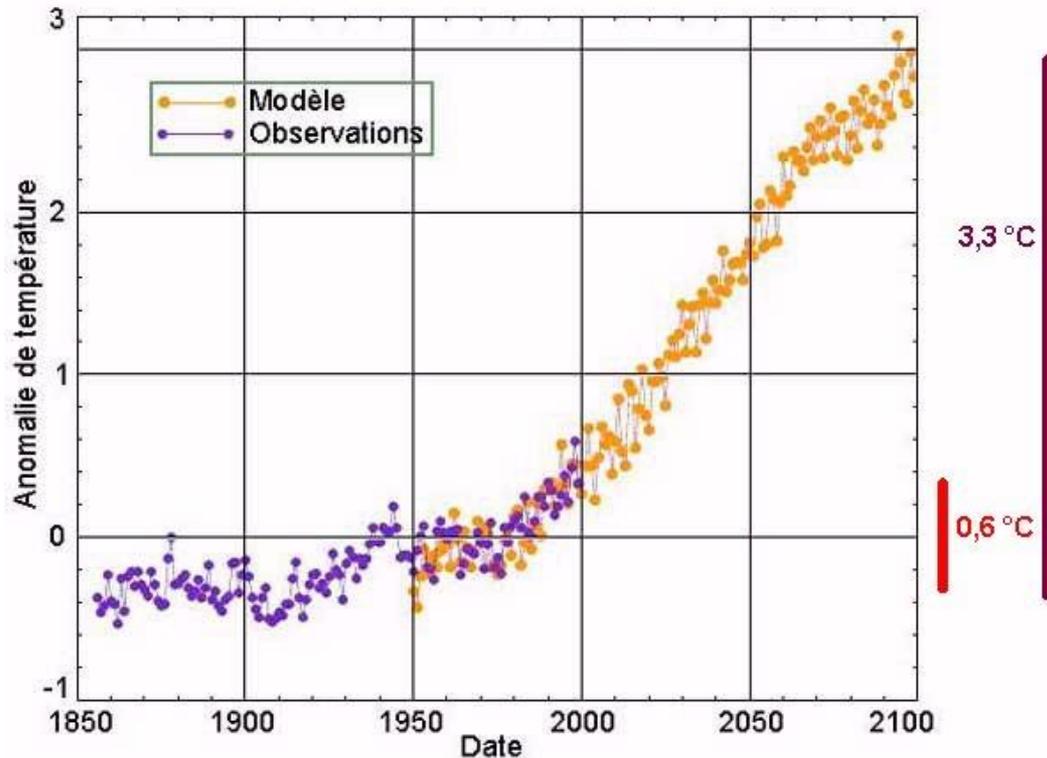
Prise en compte
de l'ensemble des
causes



NB : Le modèle prenant en compte les causes humaines et les causes naturelles se rapproche le plus des variations de températures observées

Source: GIEC 2001

Le climat du futur : un réchauffement marqué



Variations de la
température moyenne
(en °C) à la surface de
la Terre

Source: Météo-France

Le climat du futur : une équation à deux inconnues

Émissions futures de gaz à effet de serre (démographie, choix de société, technologies...)

Incertitude sur l'augmentation estimée à 2 °C

Imperfections des modèles climatiques

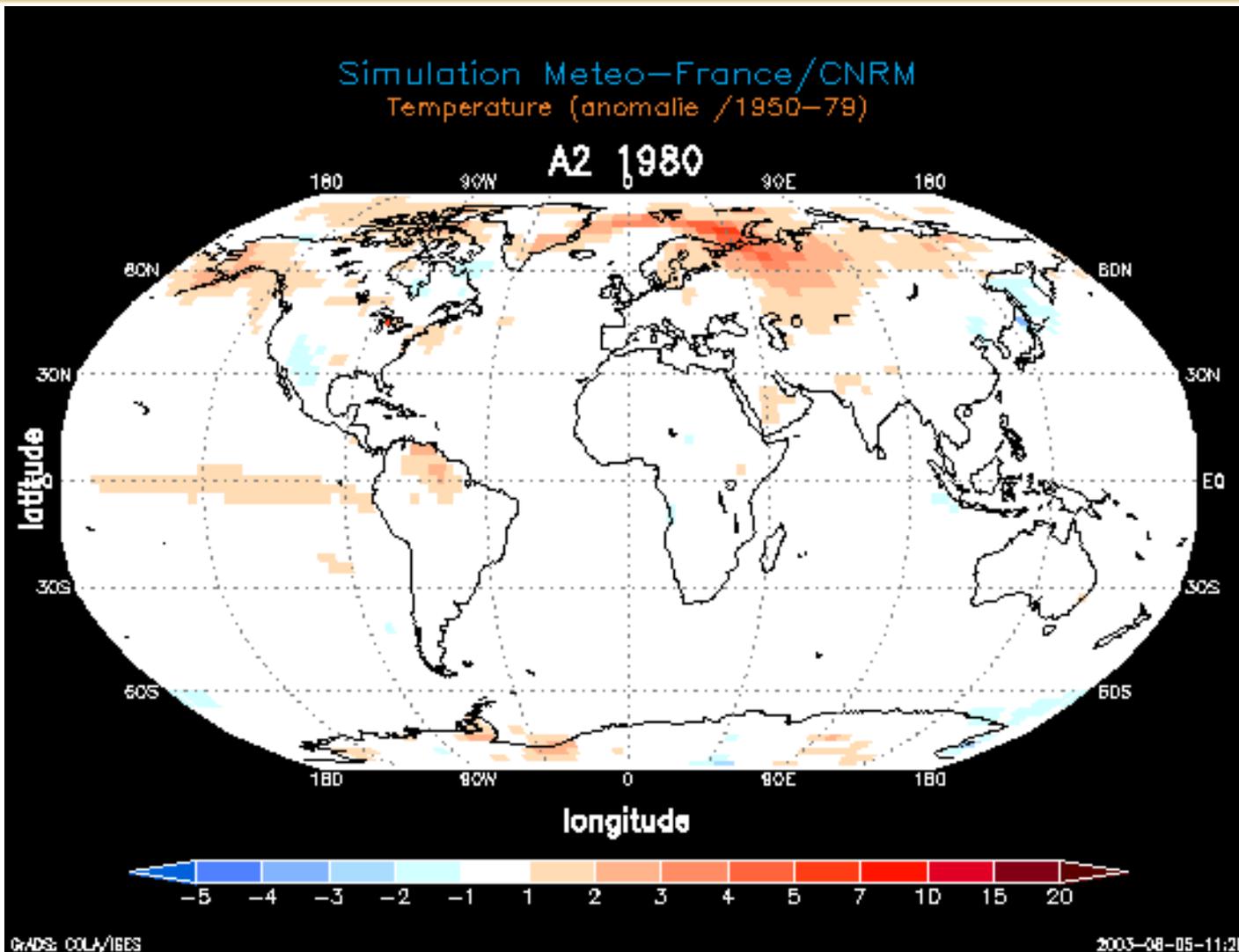
Incertitude sur l'augmentation estimée à 2 °C

Augmentation de la température d'ici 2100

entre 1.4°C et 5.8°C

Le climat du futur :

les conséquences du réchauffement dans le monde



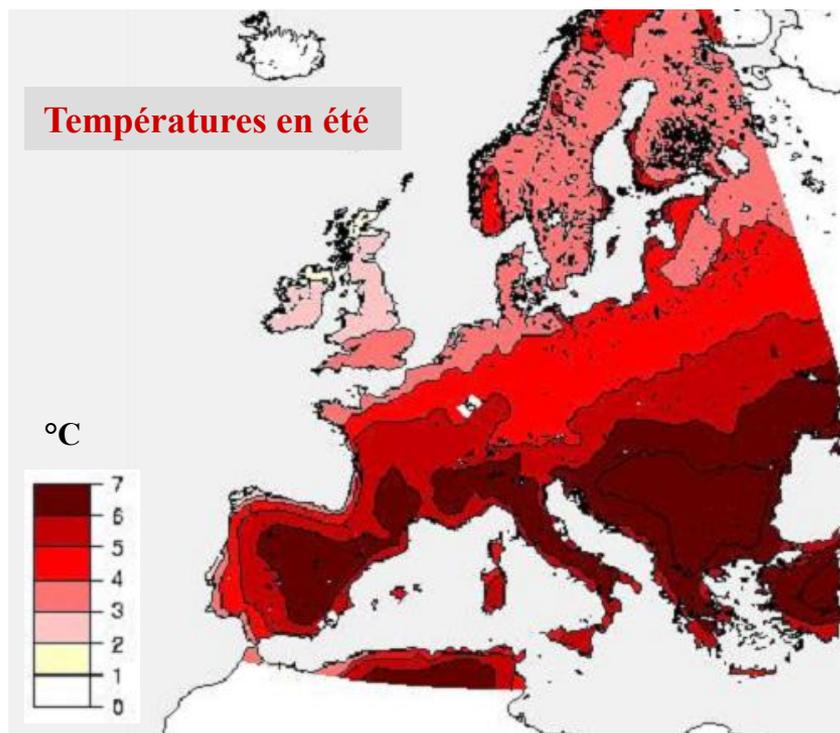
Le changement climatique

Évolution du climat et conséquences

Le climat du futur :

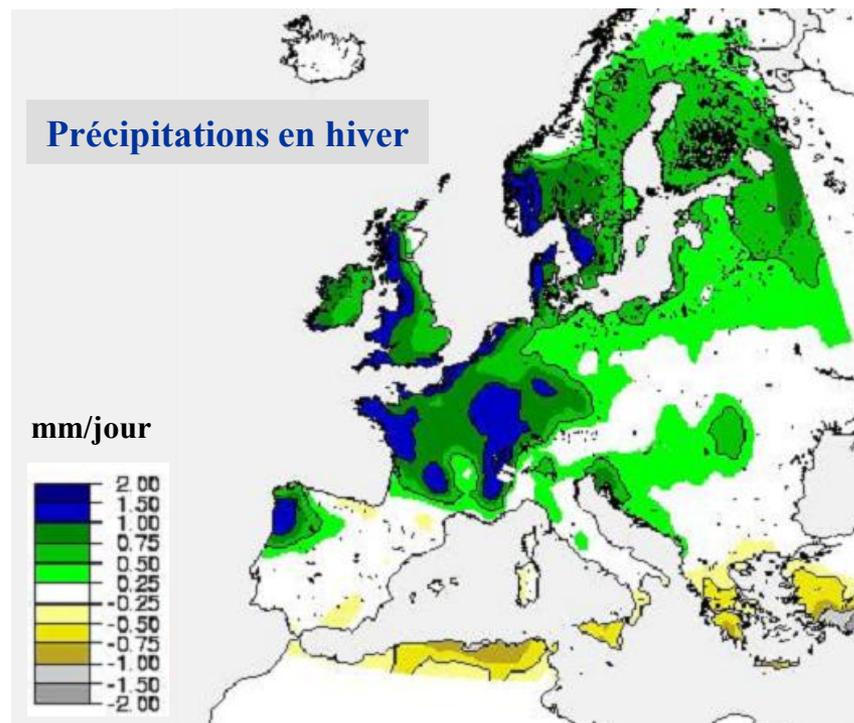
les conséquences du réchauffement sur l'Ouest de l'Europe

Des étés plus chauds et plus secs

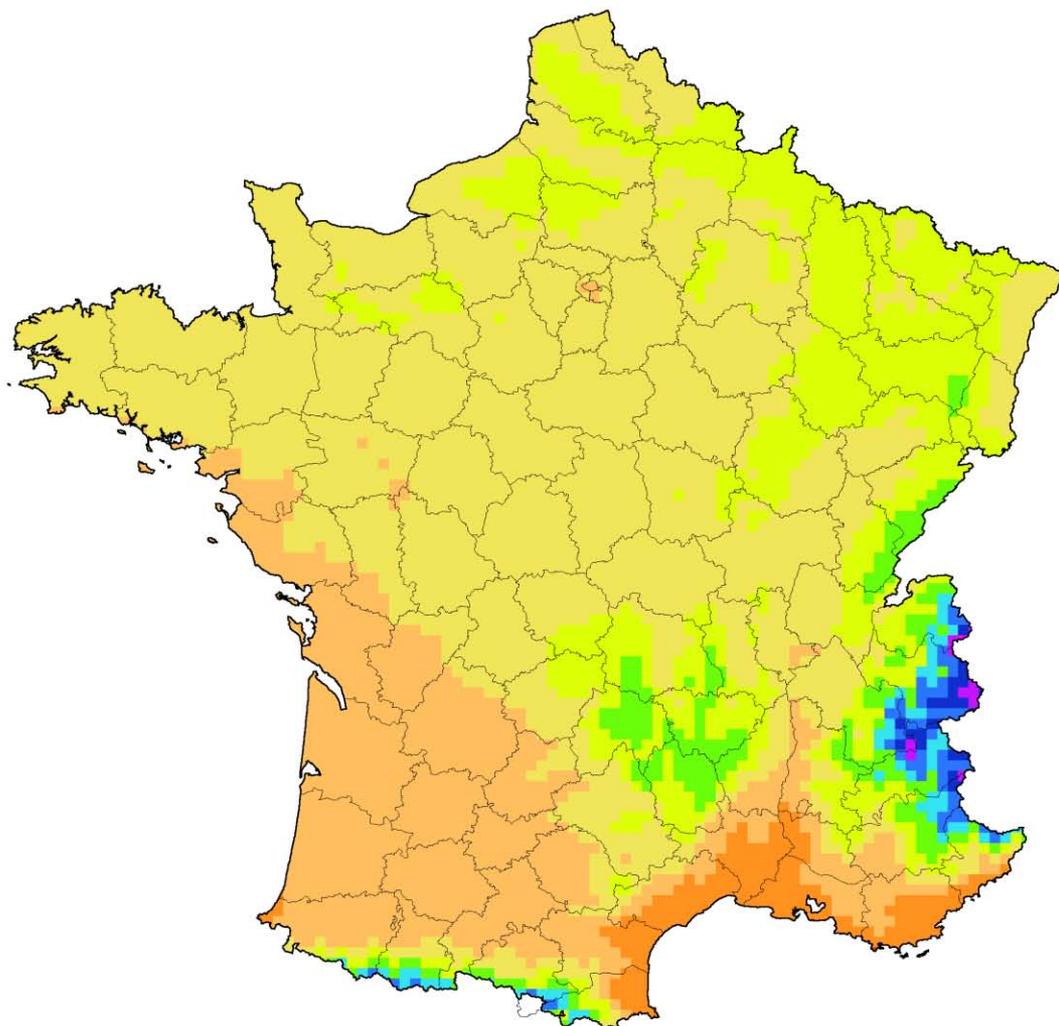


Source: Météo-France

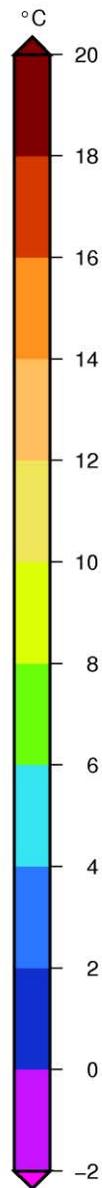
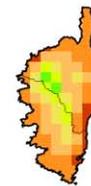
Des hivers plus doux et plus humides



Source: Météo-France



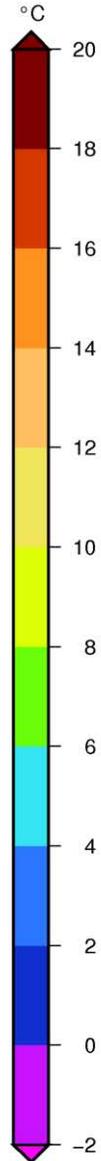
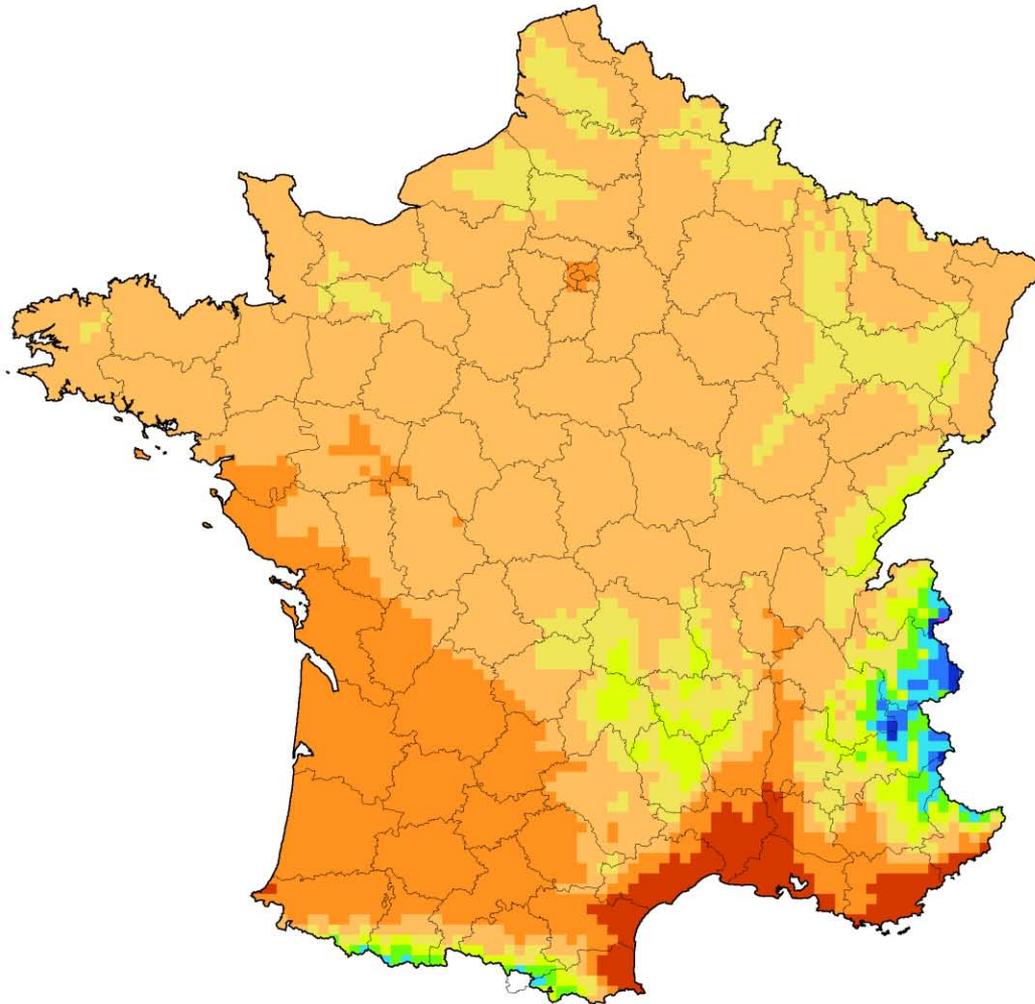
Températures moyennes référence 1970



Simulation de la Température moyenne quotidienne
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon moyen (années 2055) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

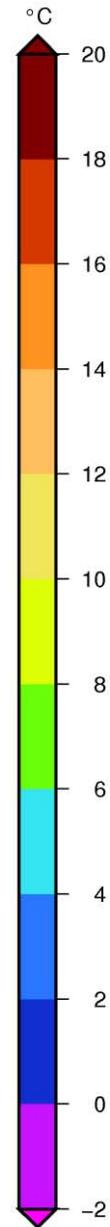
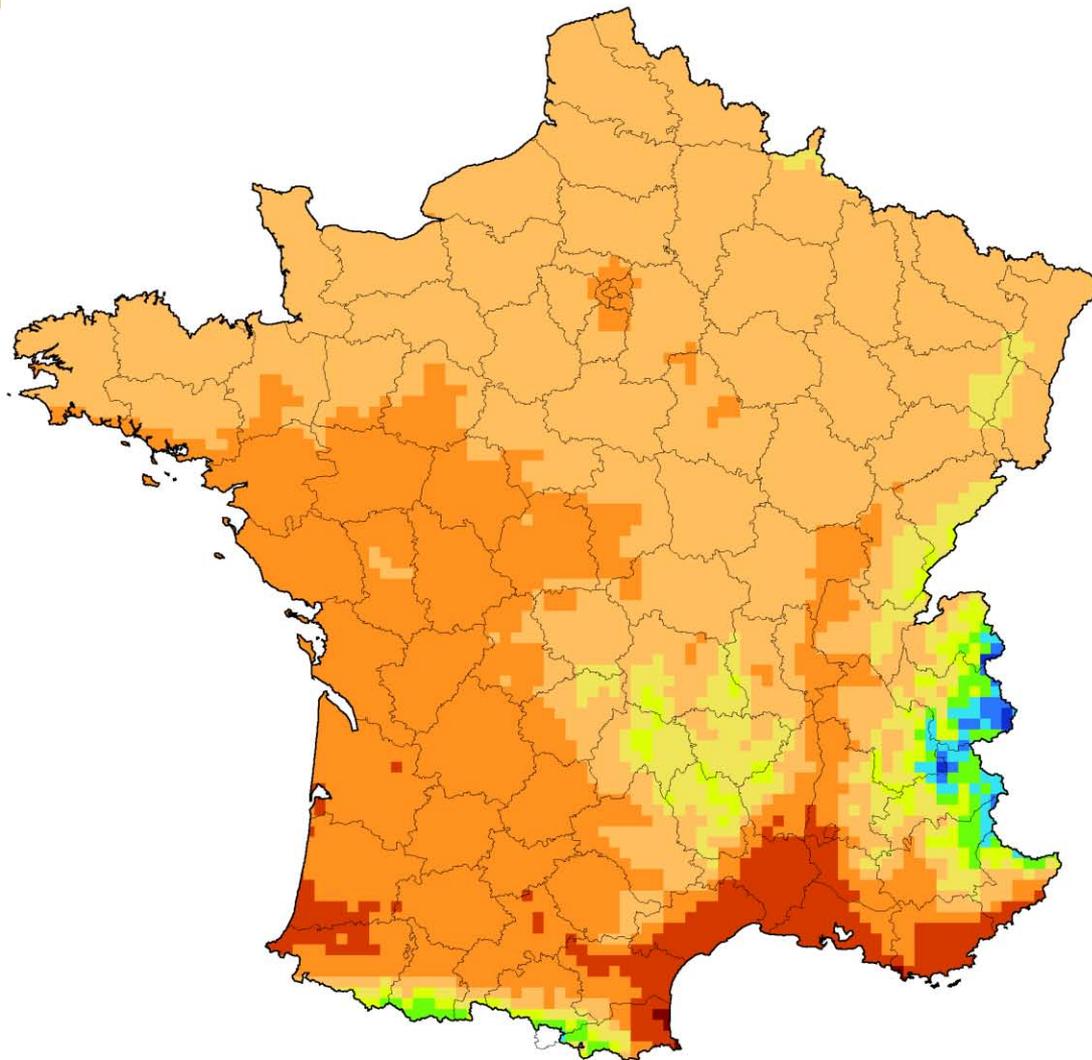


Températures moyennes horizon 2055

Simulation de la Température moyenne quotidienne
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

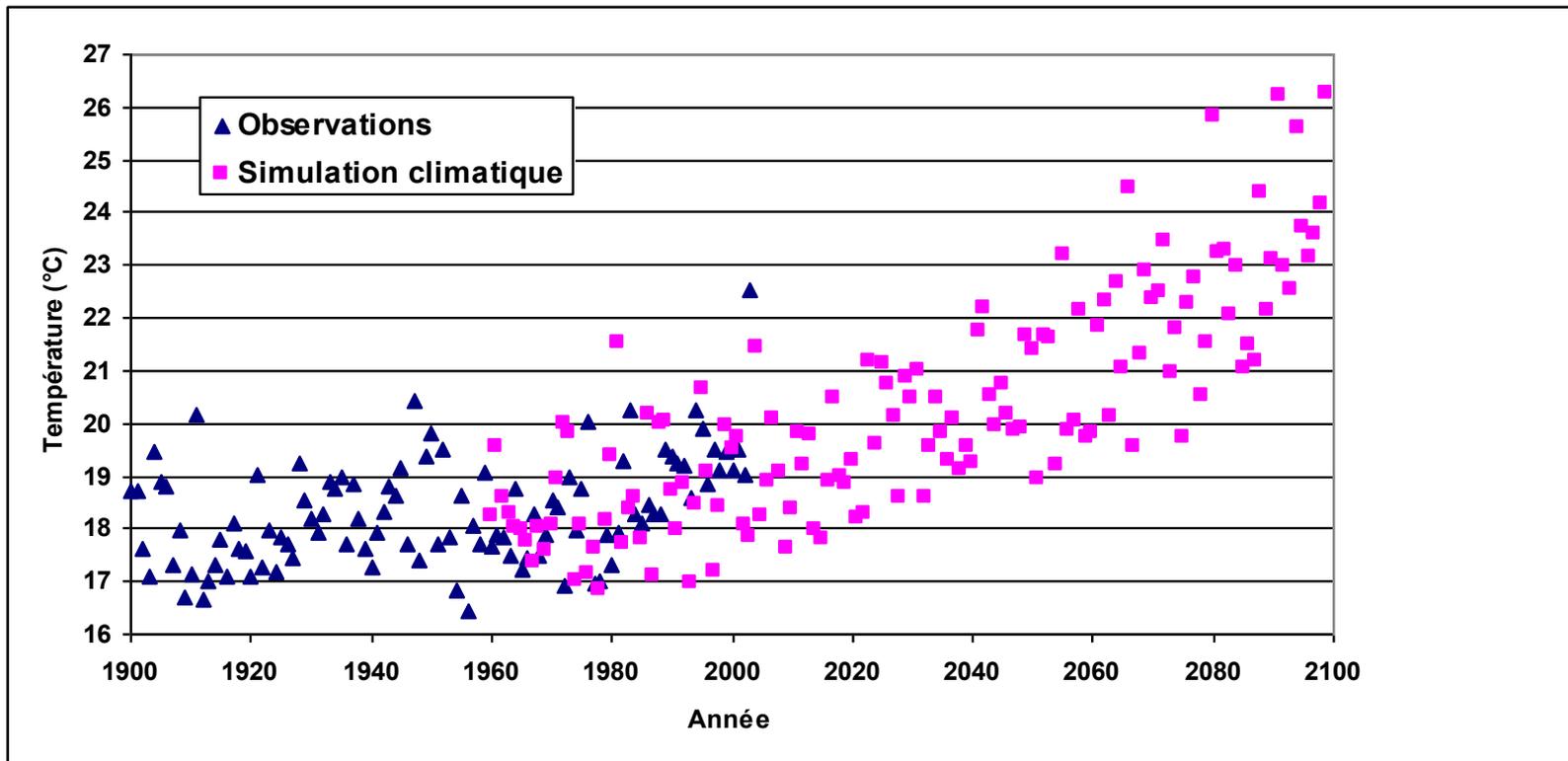


Températures moyennes horizon 2085

Le climat du futur :

les conséquences du réchauffement en France

Températures estivales en France en °C

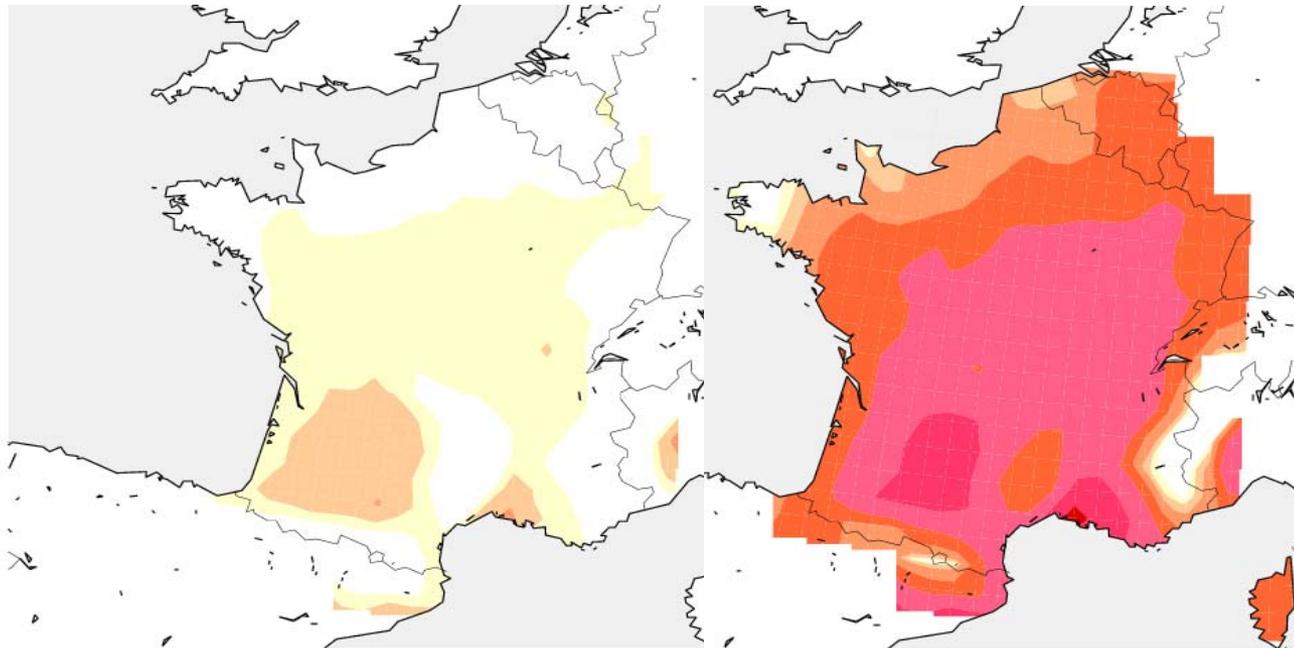
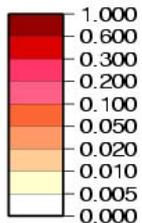


Source: Météo-France

Le climat du futur : les conséquences du réchauffement en France

Des canicules plus fréquentes en été

Probabilité de
températures
maximales
supérieures à
35°C



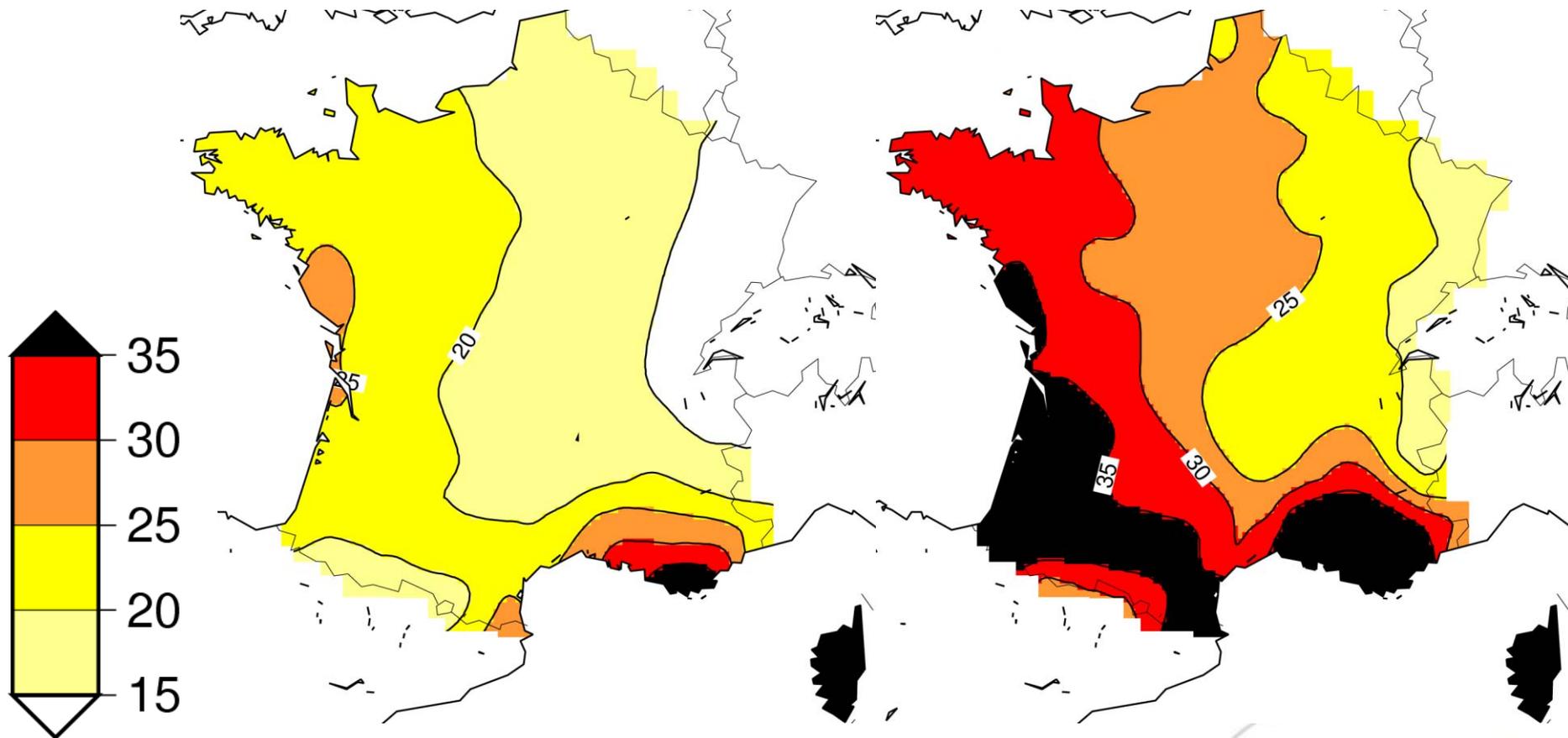
Aujourd'hui

Période 2070-2100

Nombre maximal de jours secs consécutifs en été

Référence
(1960-1989)

Scénario A2
(2070-2099)

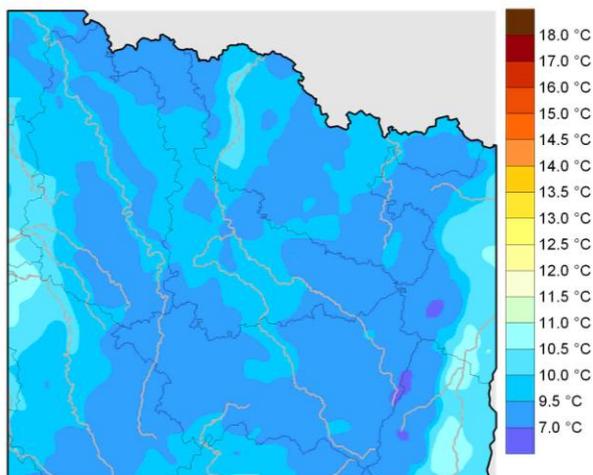


Le changement climatique

Évolution du climat en Lorraine

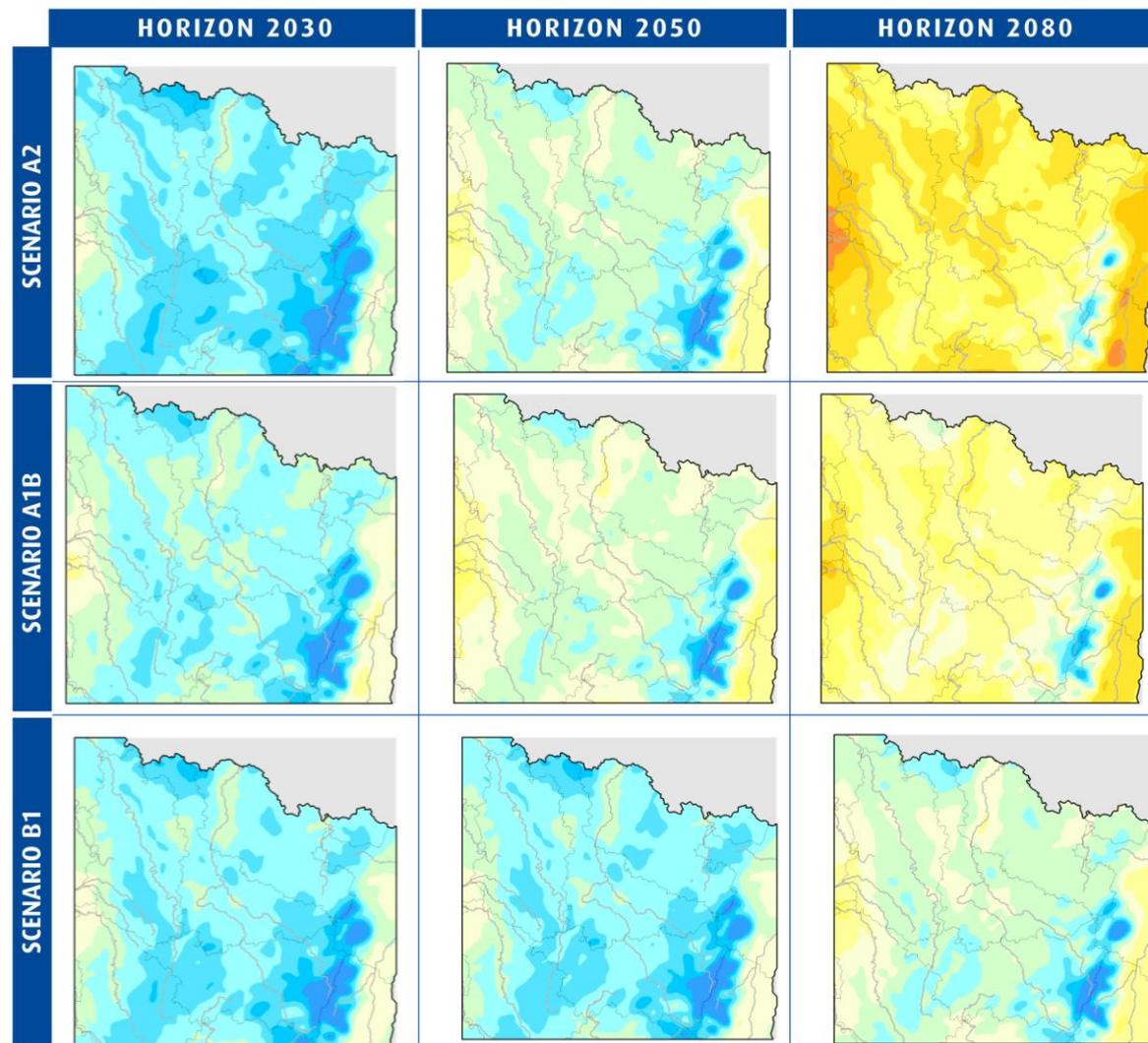
PROJECTION D'INDICATEURS SUR LA LORRAINE

Température moyenne *Moyennes annuelles*



Climatologie de référence (1971-2000)

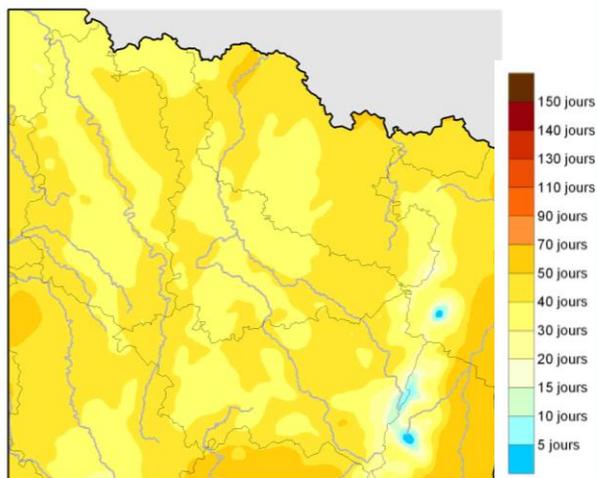
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY (interpolation optimale prenant en compte le relief)



PROJECTION D'INDICATEURS SUR LA LORRAINE

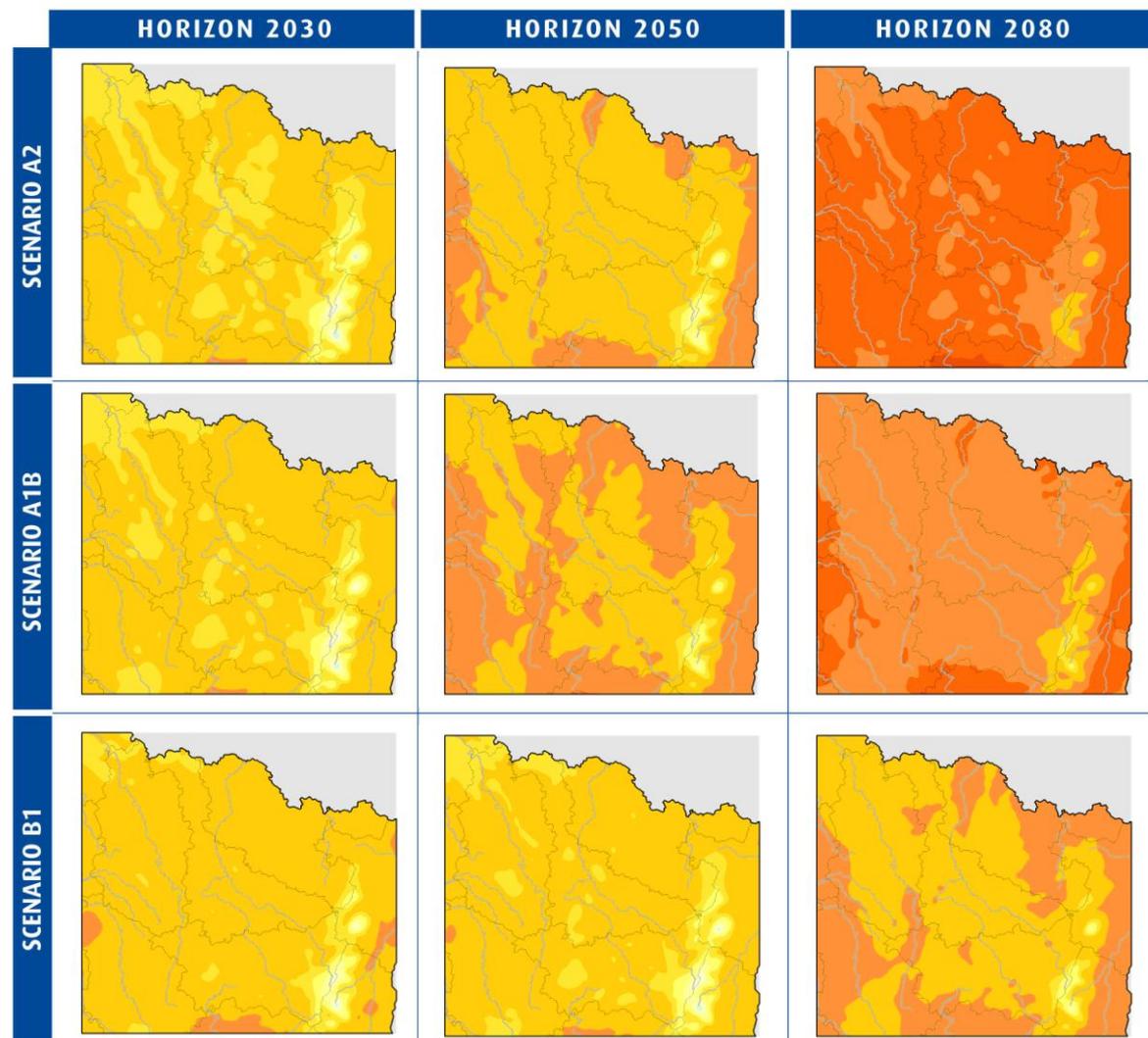
**Nombre de jours où la
température maximale est
supérieure à 25°**

Moyennes annuelles



Climatologie de référence (1971-2000)

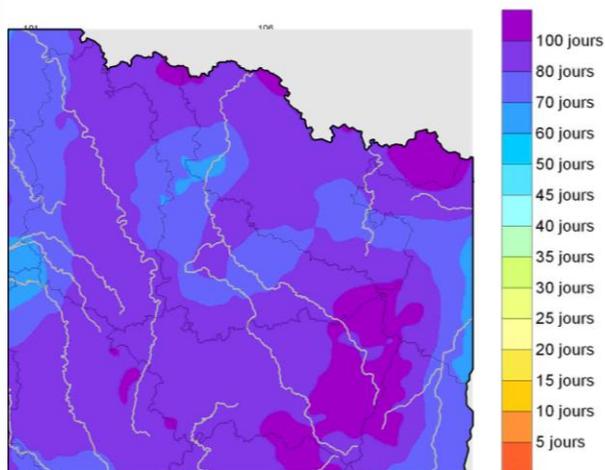
*Carte établie, à résolution 1km, par la
méthode AURELHY (interpolation
optimale prenant en compte le relief)*



PROJECTION D'INDICATEURS SUR LA LORRAINE

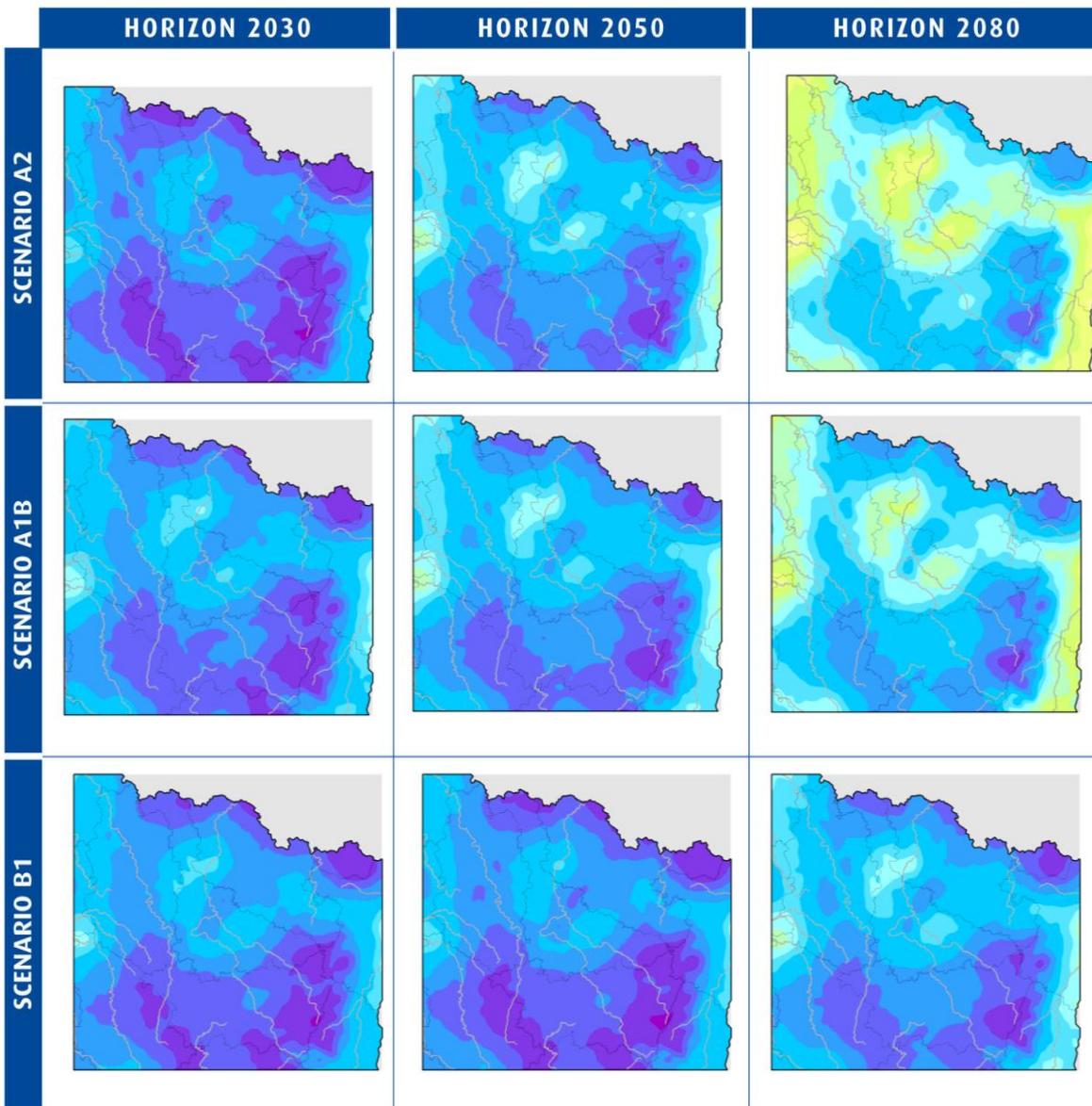
Nombre de jours de gel

Moyennes annuelles



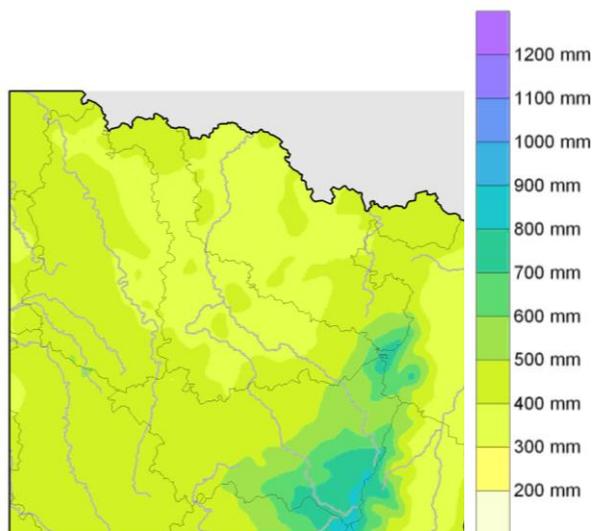
Climatologie de référence (1971-2000)

Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY (interpolation optimale prenant en compte le relief)



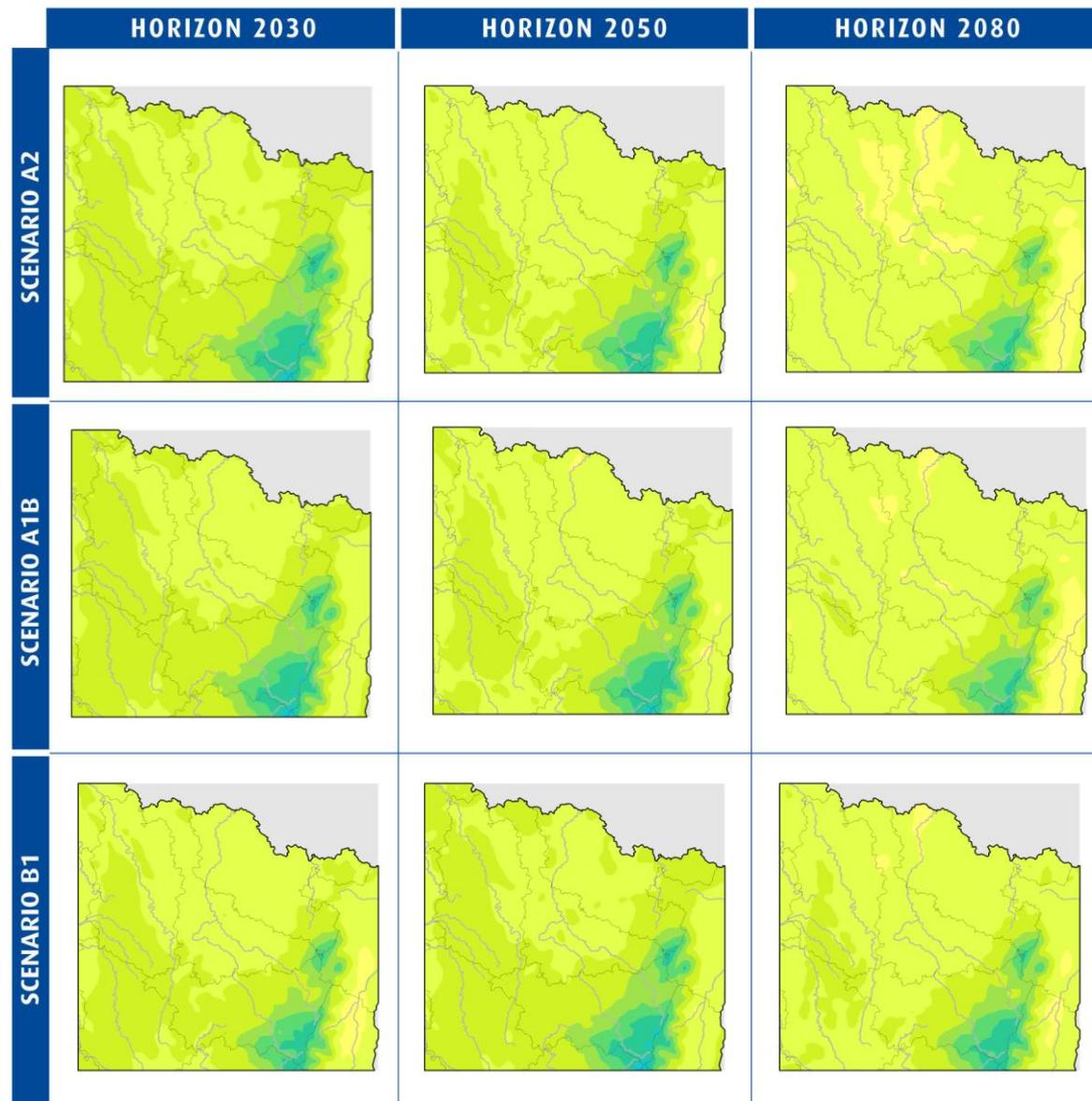
PROJECTION D'INDICATEURS SUR LA LORRAINE

Précipitations Moyennes sur la saison chaude (d'avril à septembre)



Climatologie de référence (1971-2000)

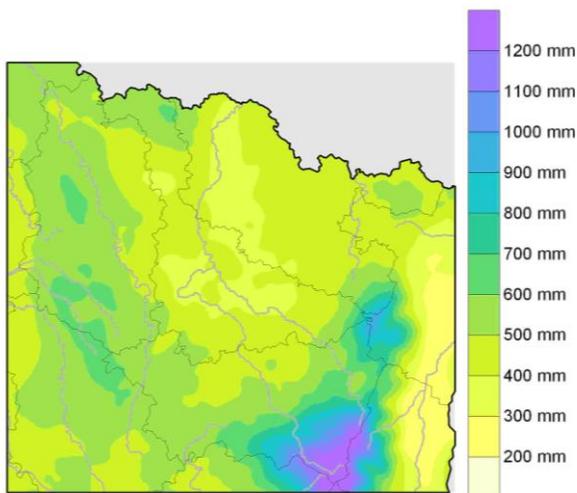
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY (interpolation optimale prenant en compte le relief)



PROJECTION D'INDICATEURS SUR LA LORRAINE

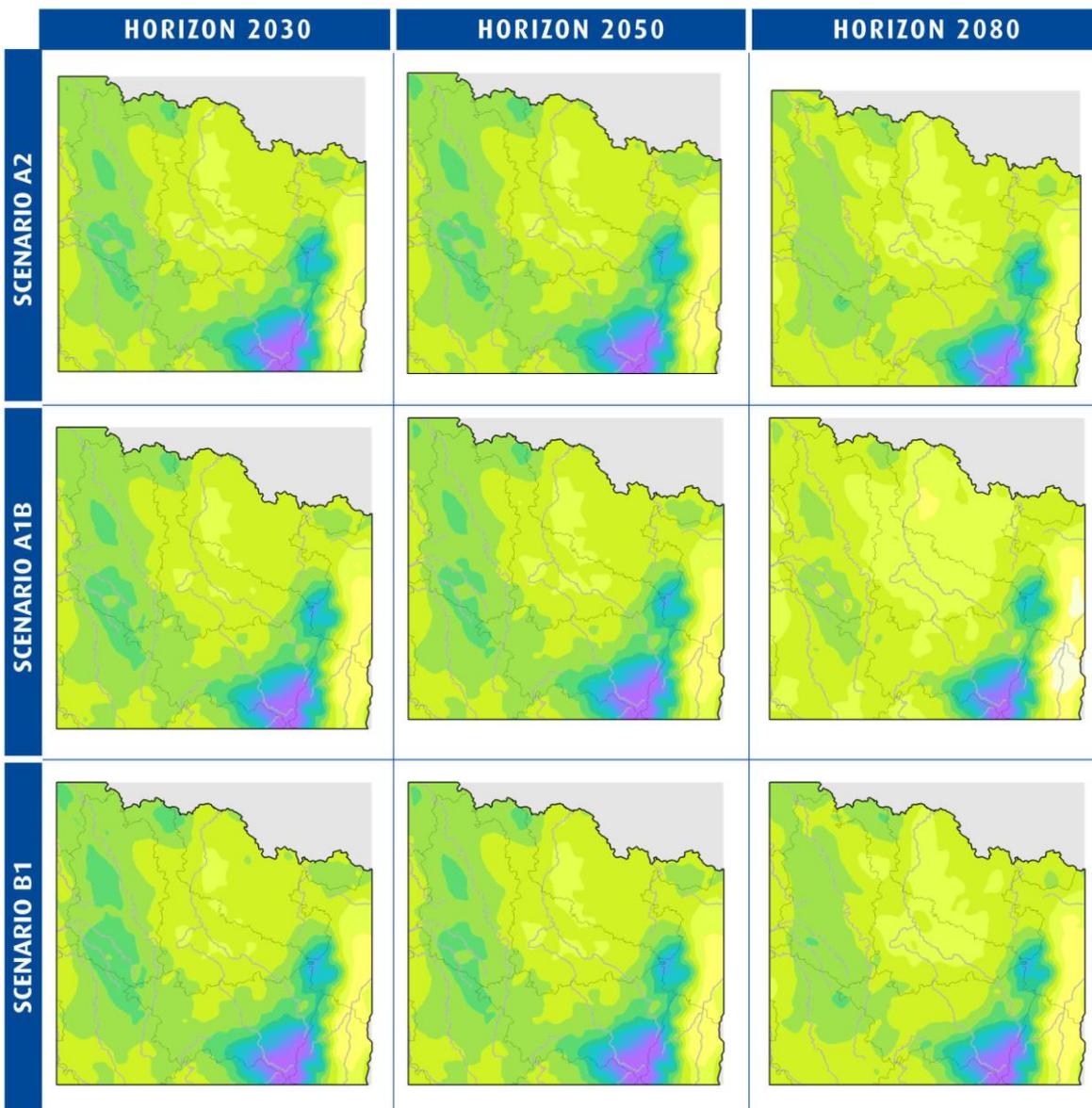
Précipitations

*Moyennes sur la saison froide
(d'octobre à mars)*



Climatologie de référence (1971-2000)

Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY (interpolation optimale prenant en compte le relief)

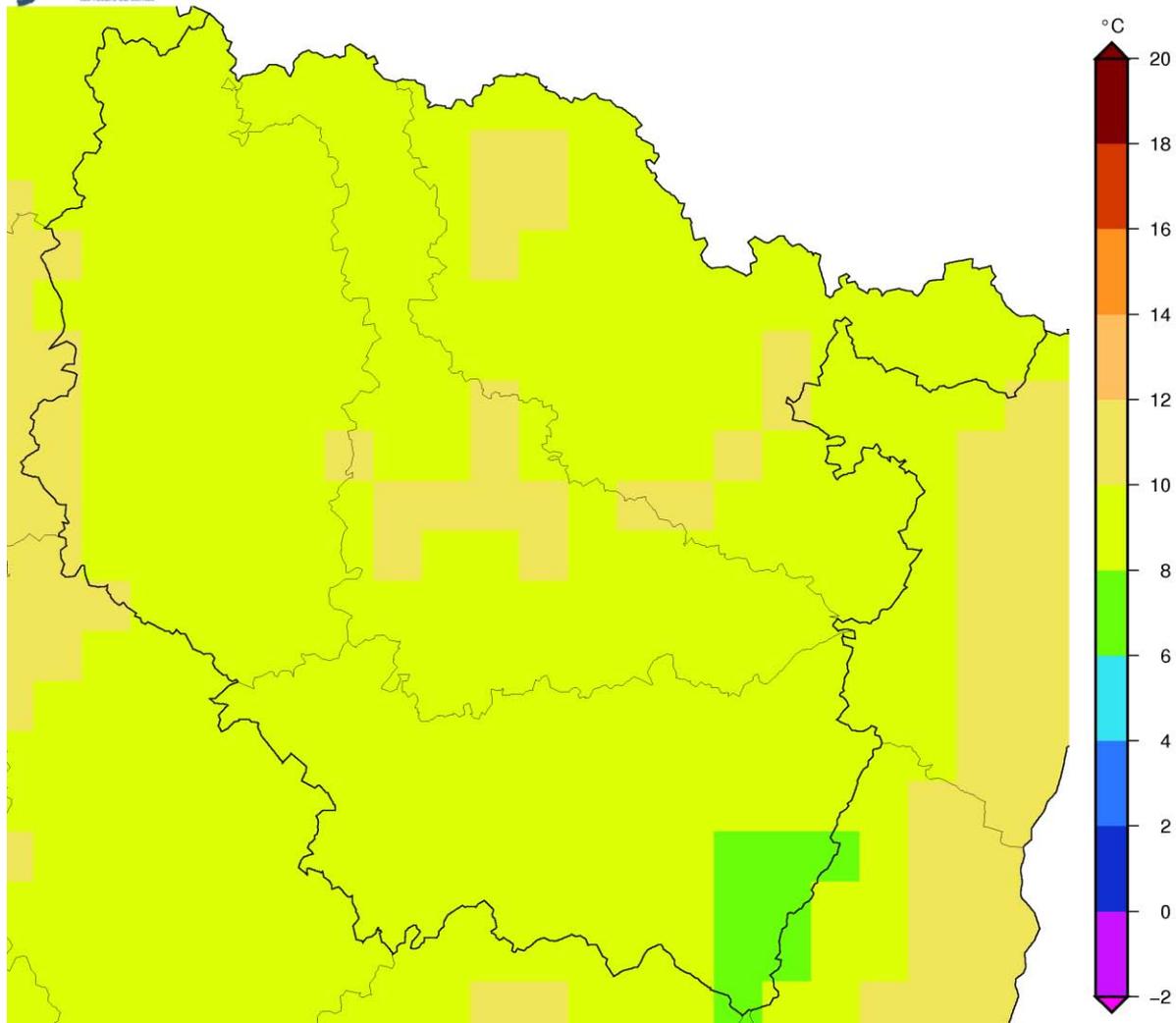


Températures moyennes référence 1970

Simulation de la Température moyenne quotidienne
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege–V4.6 étiré de Météo–France

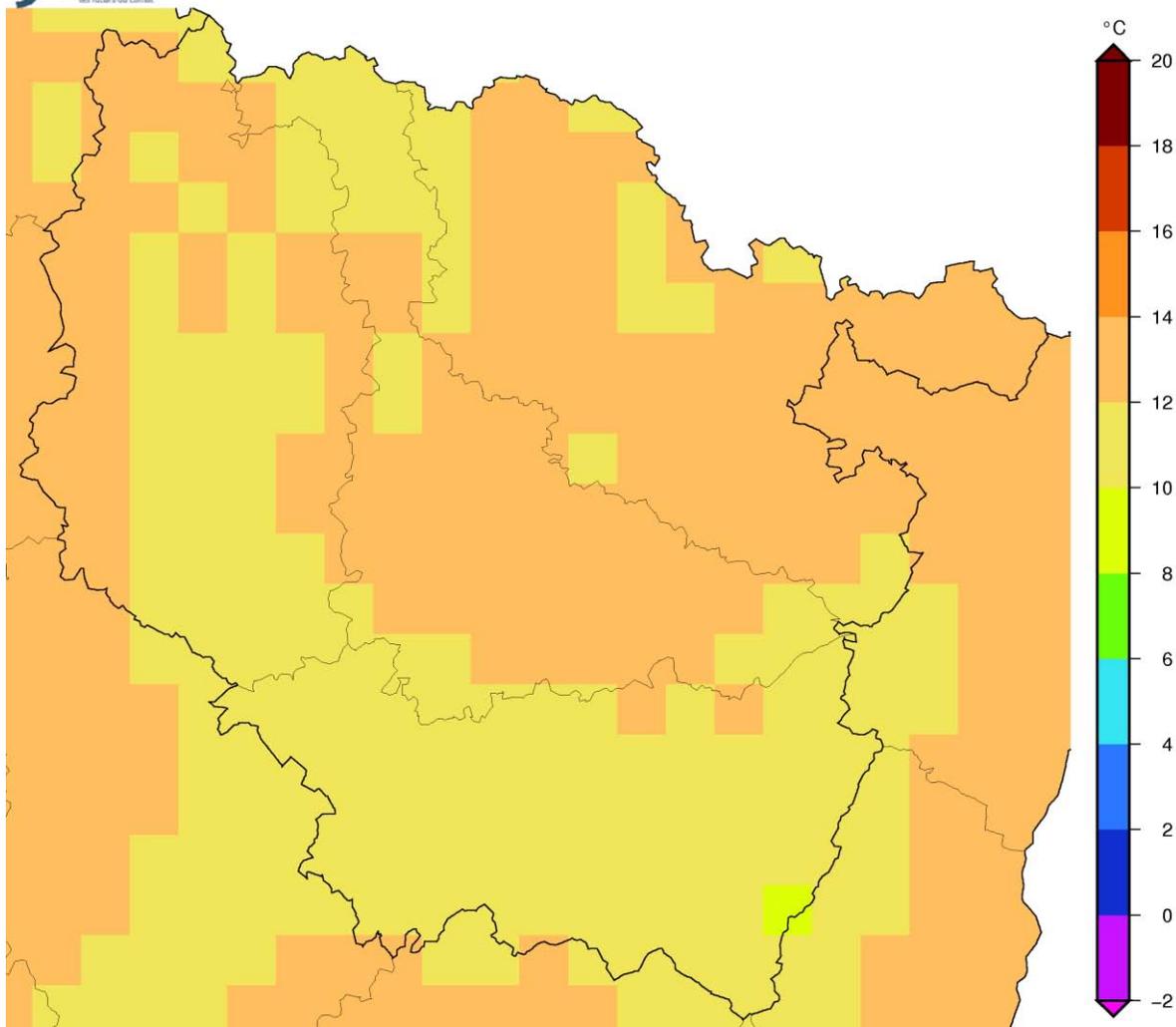


Températures moyennes horizon 2055

Simulation de la Température moyenne quotidienne
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon moyen (années 2055) – Moyenne annuelle

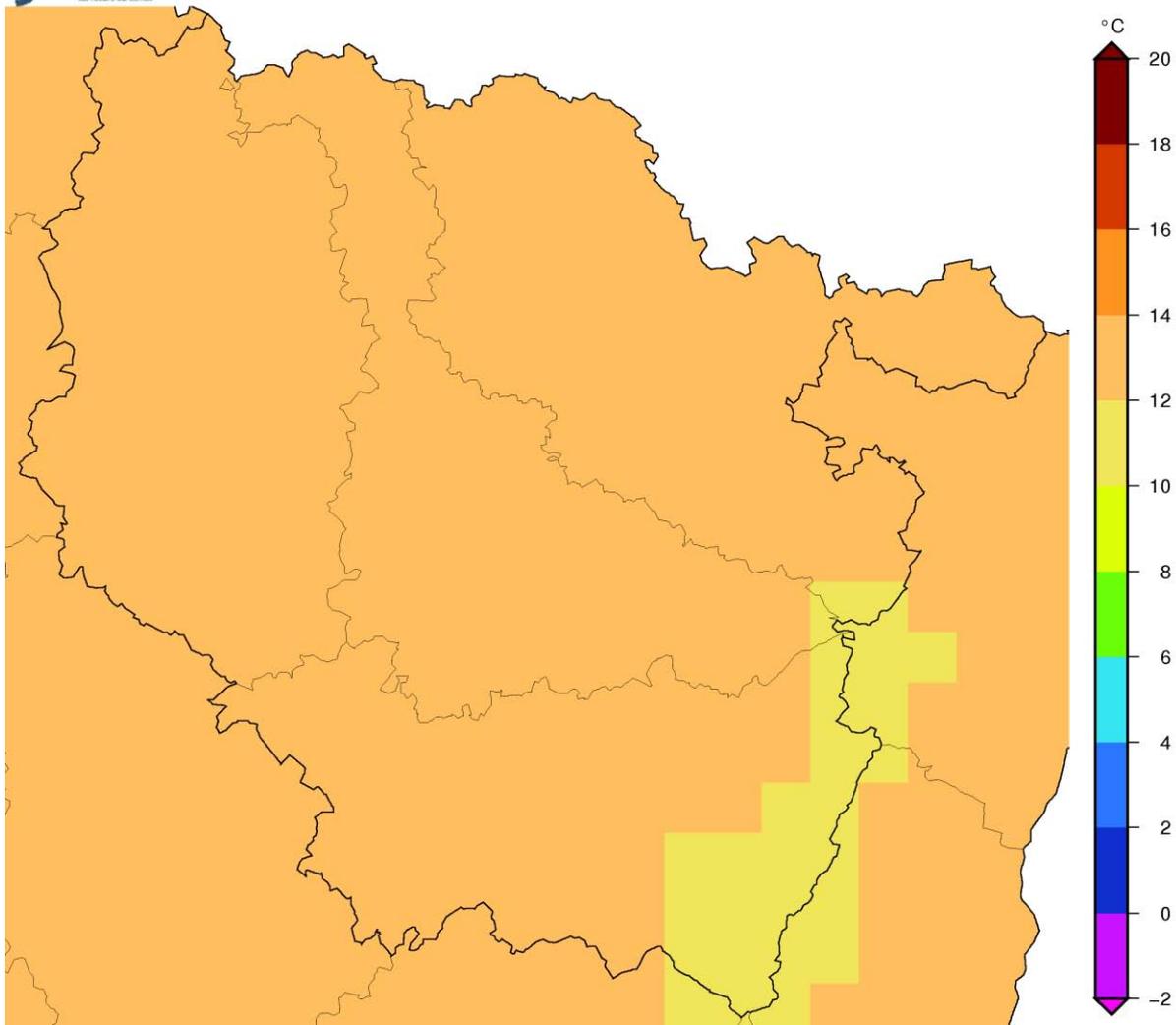
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Températures moyennes horizon 2085

Simulation de la Température moyenne quotidienne
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

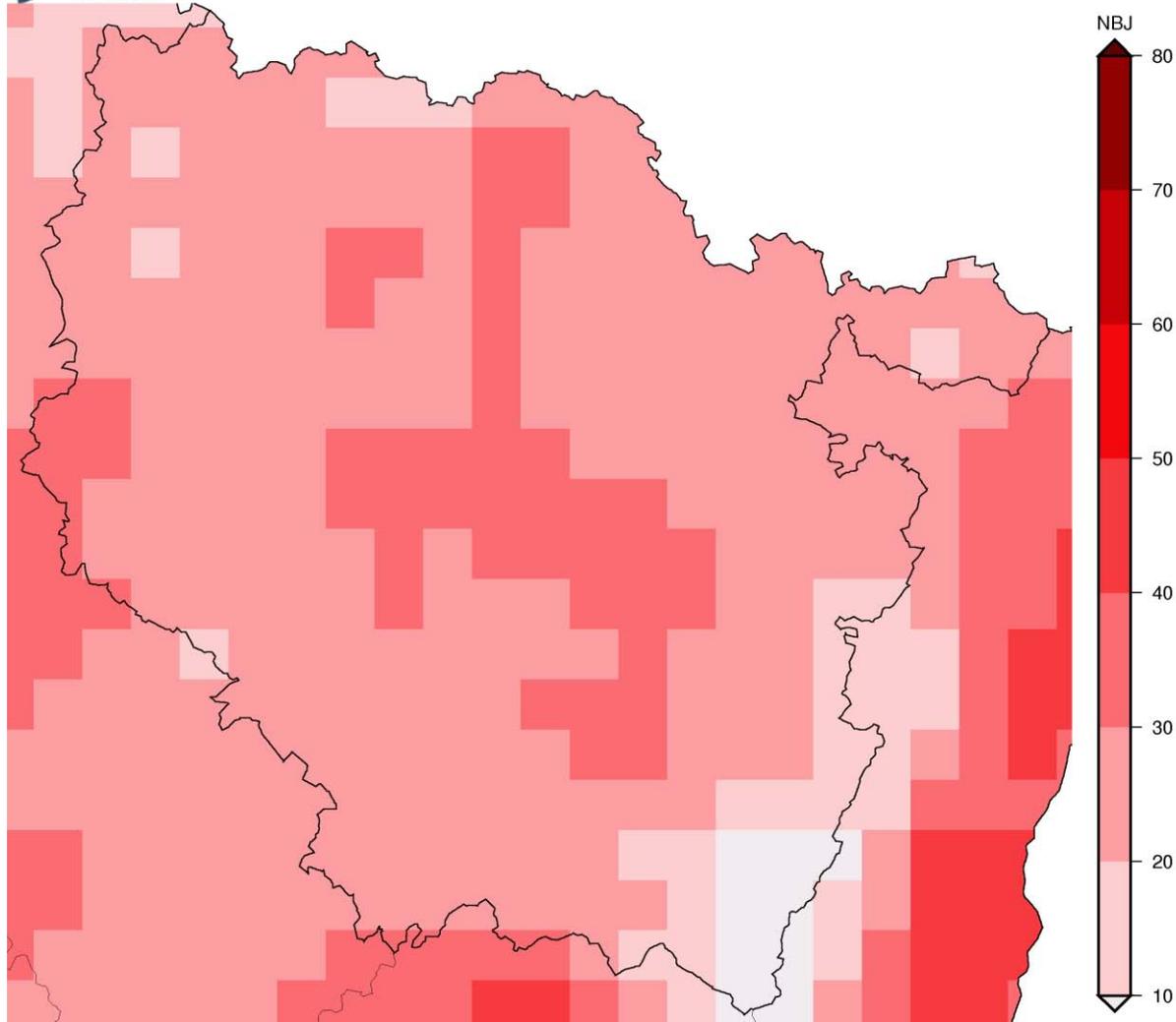


Journées chaudes référence 1970

Simulation du Nombre de journées d'été
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne annuelle

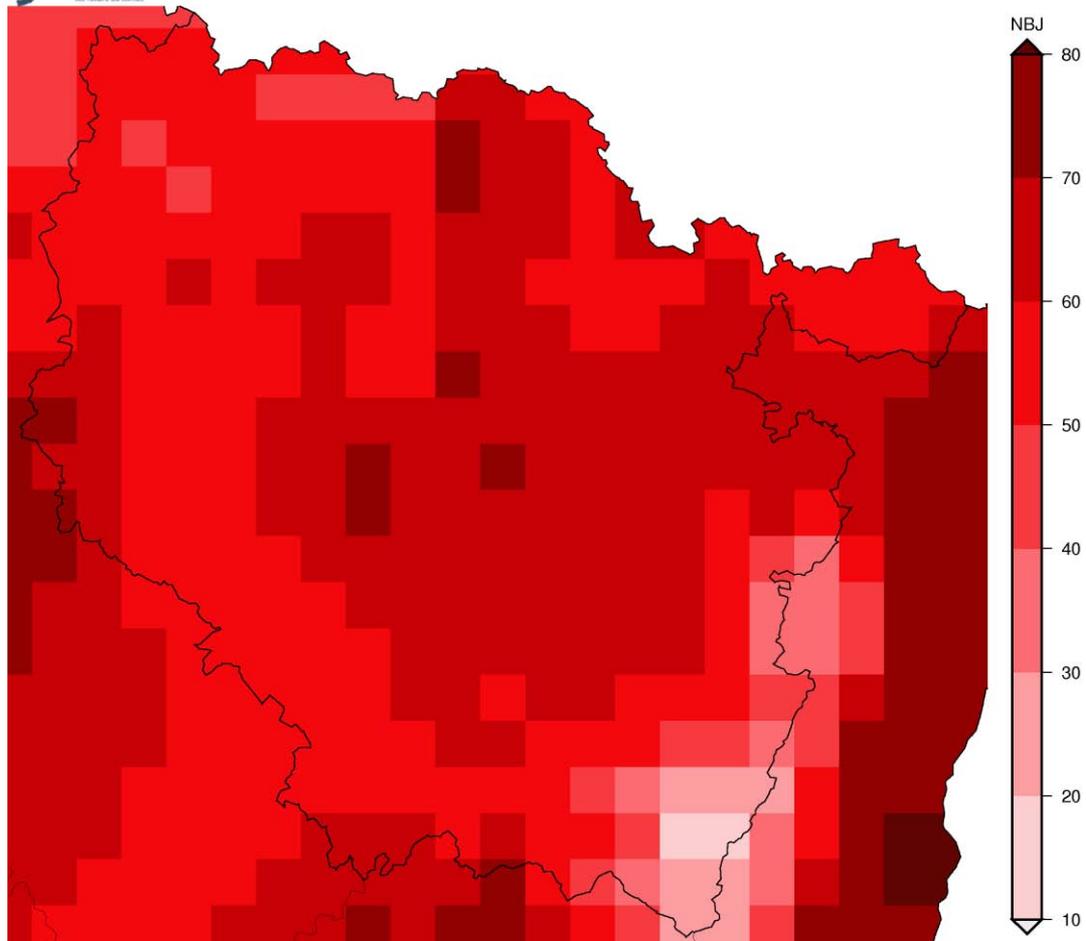
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege–V4.6 étiré de Météo–France



Journées chaudes horizon 2055

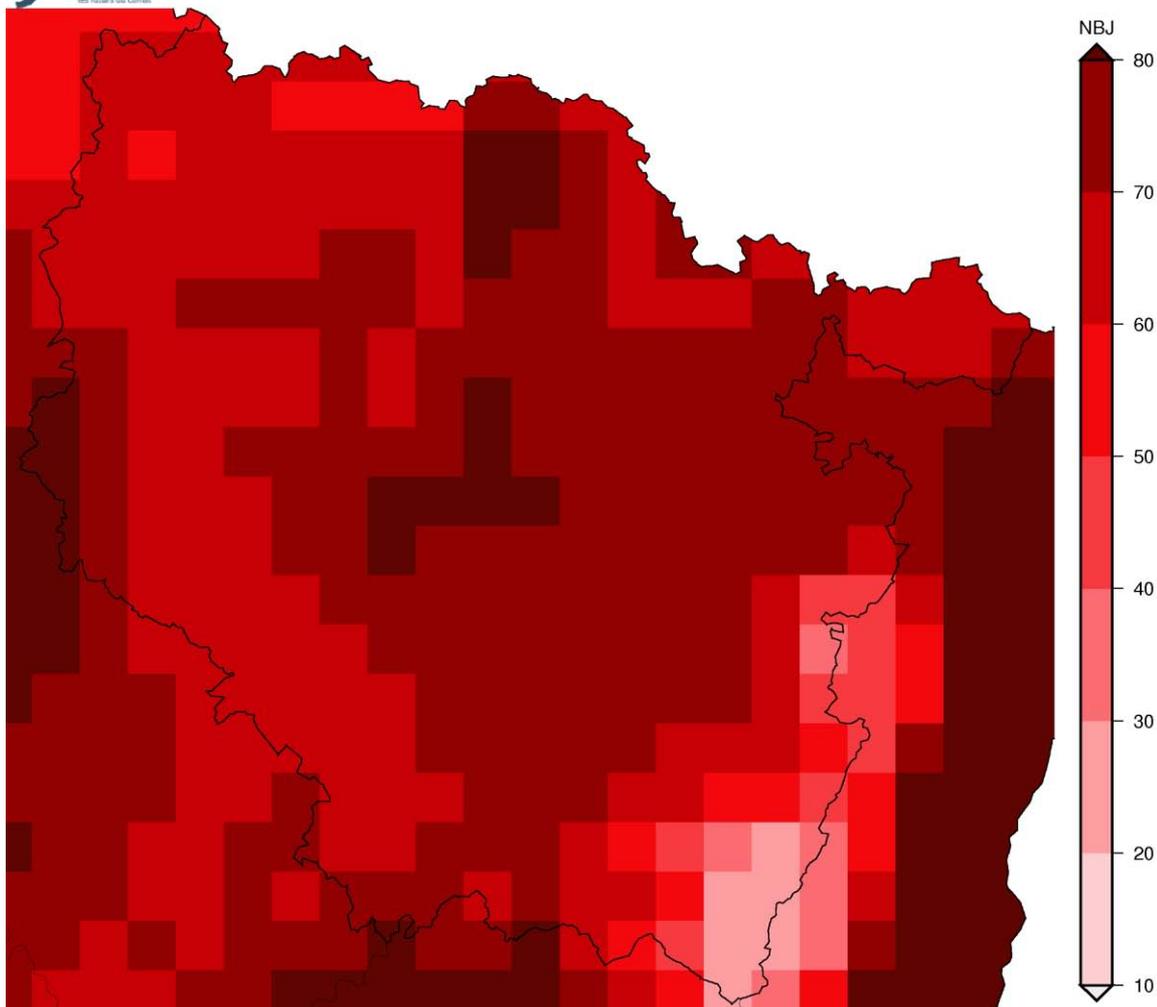
Simulation du Nombre de journées d'été
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon moyen (années 2055) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Journées chaudes horizon 2085

Simulation du Nombre de journées d'été
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne annuelle
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

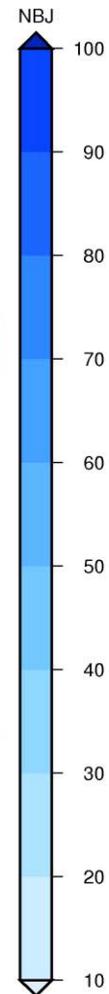
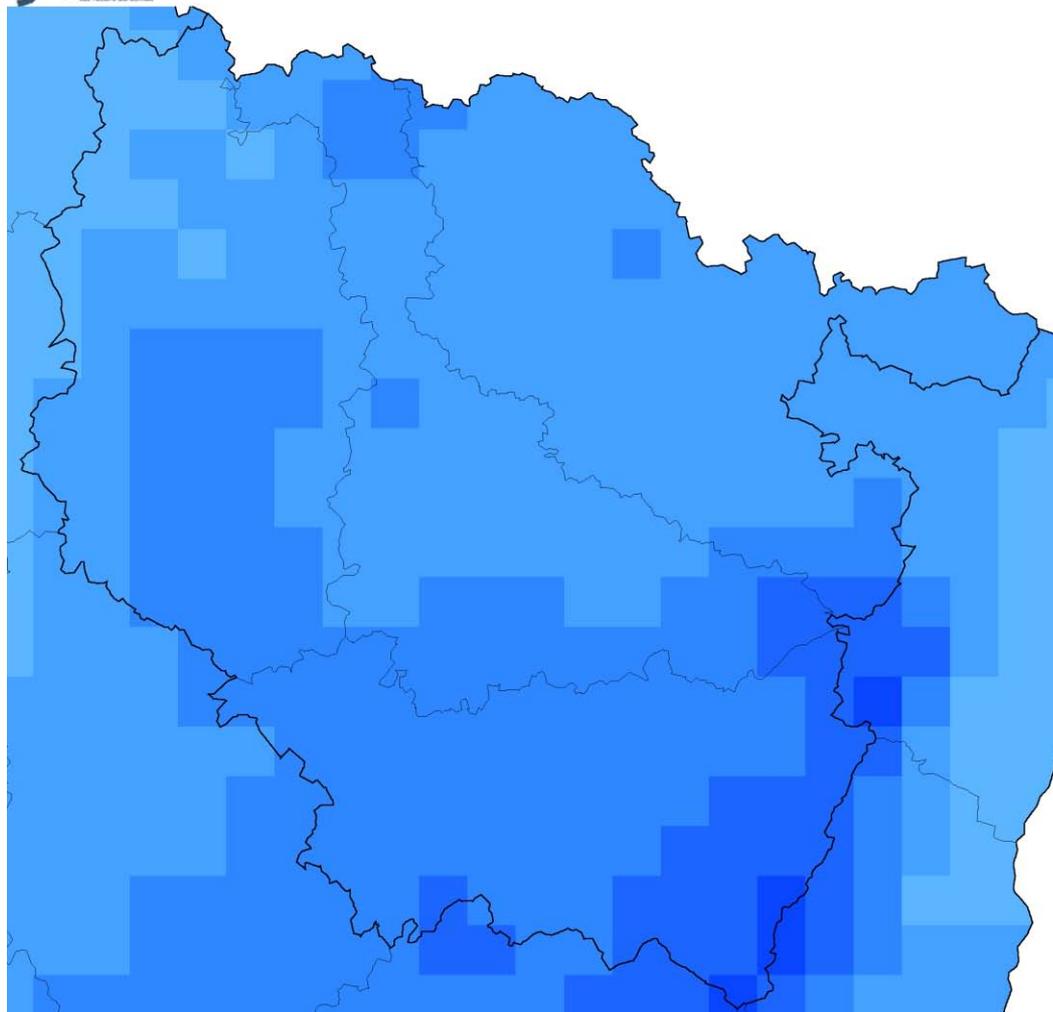


Jours de gel référence 1970

Simulation du Nombre de jours de gel
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne annuelle

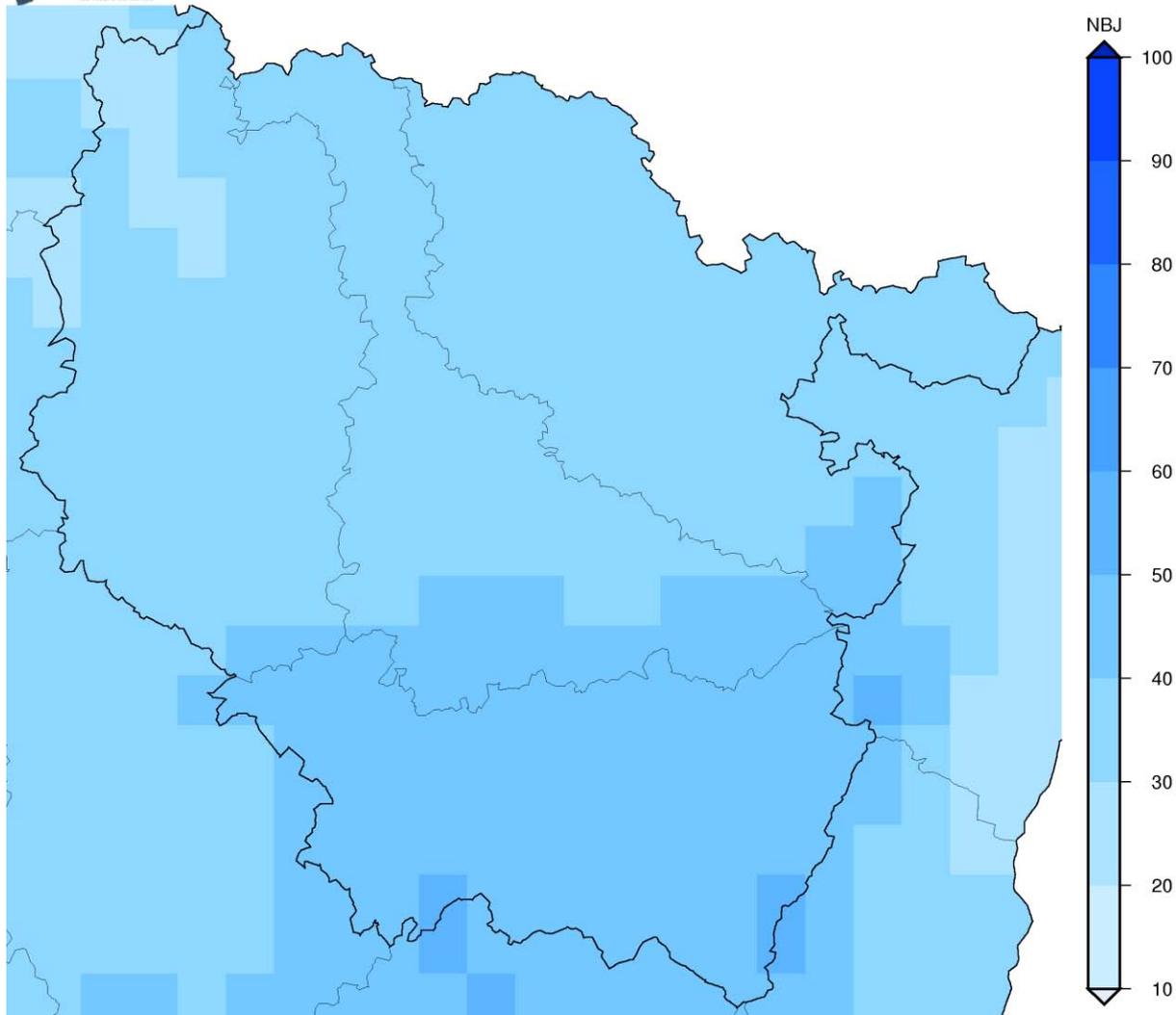
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Jours de gel horizon 2055

Simulation du Nombre de jours de gel
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon moyen (années 2055) – Moyenne annuelle

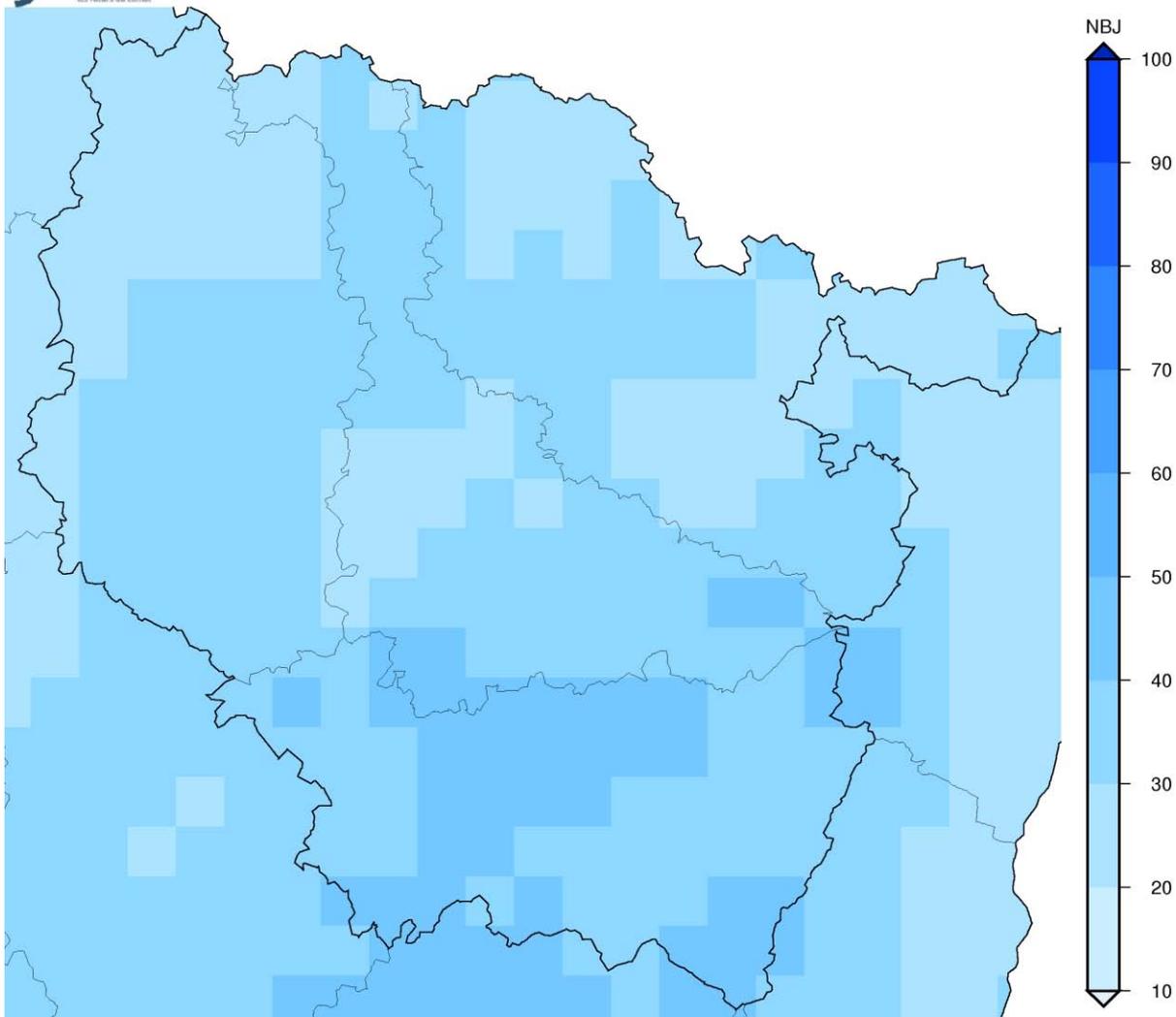
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Jours de gel horizon 2085

Simulation du Nombre de jours de gel
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

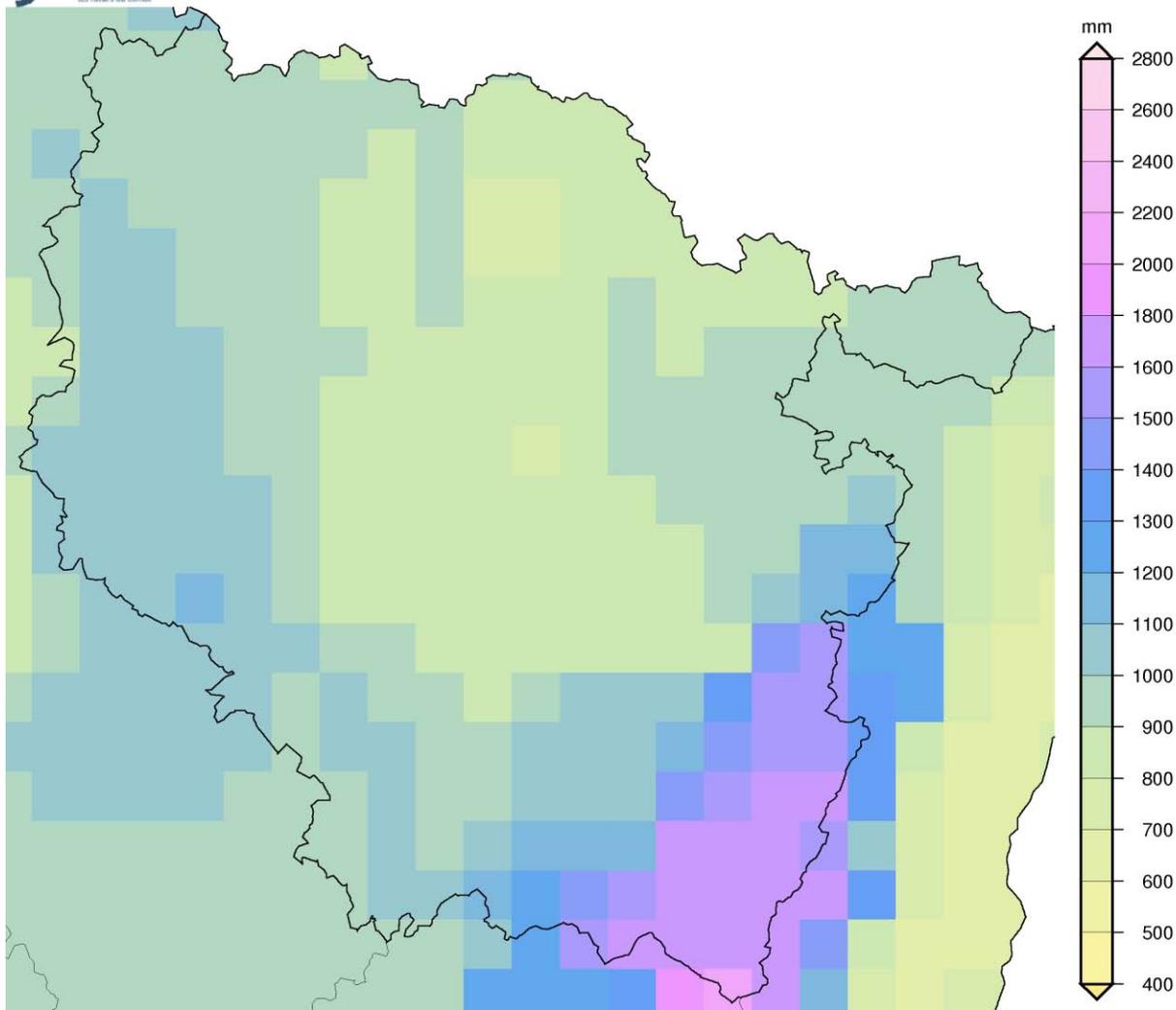


Cumul annuel des précipitations référence 1970

Simulation du Cumul de précipitations
pour le jeu de données de référence

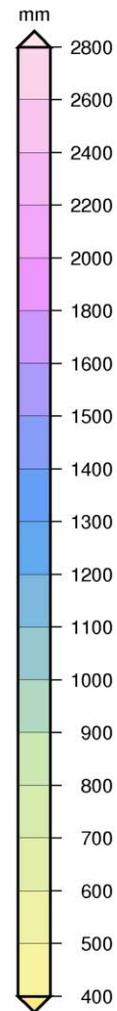
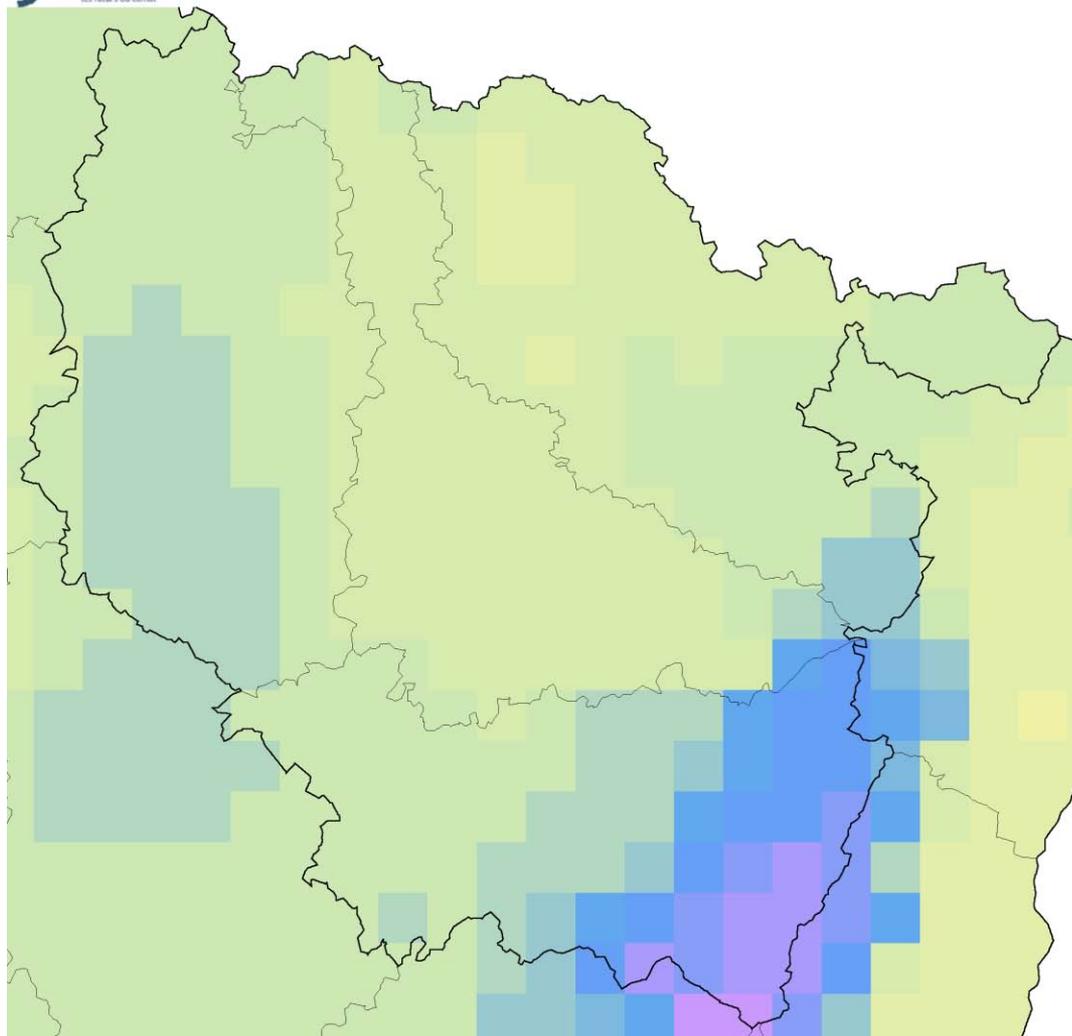
Période de Référence (années 1970) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Cumul annuel des précipitations horizon 2055

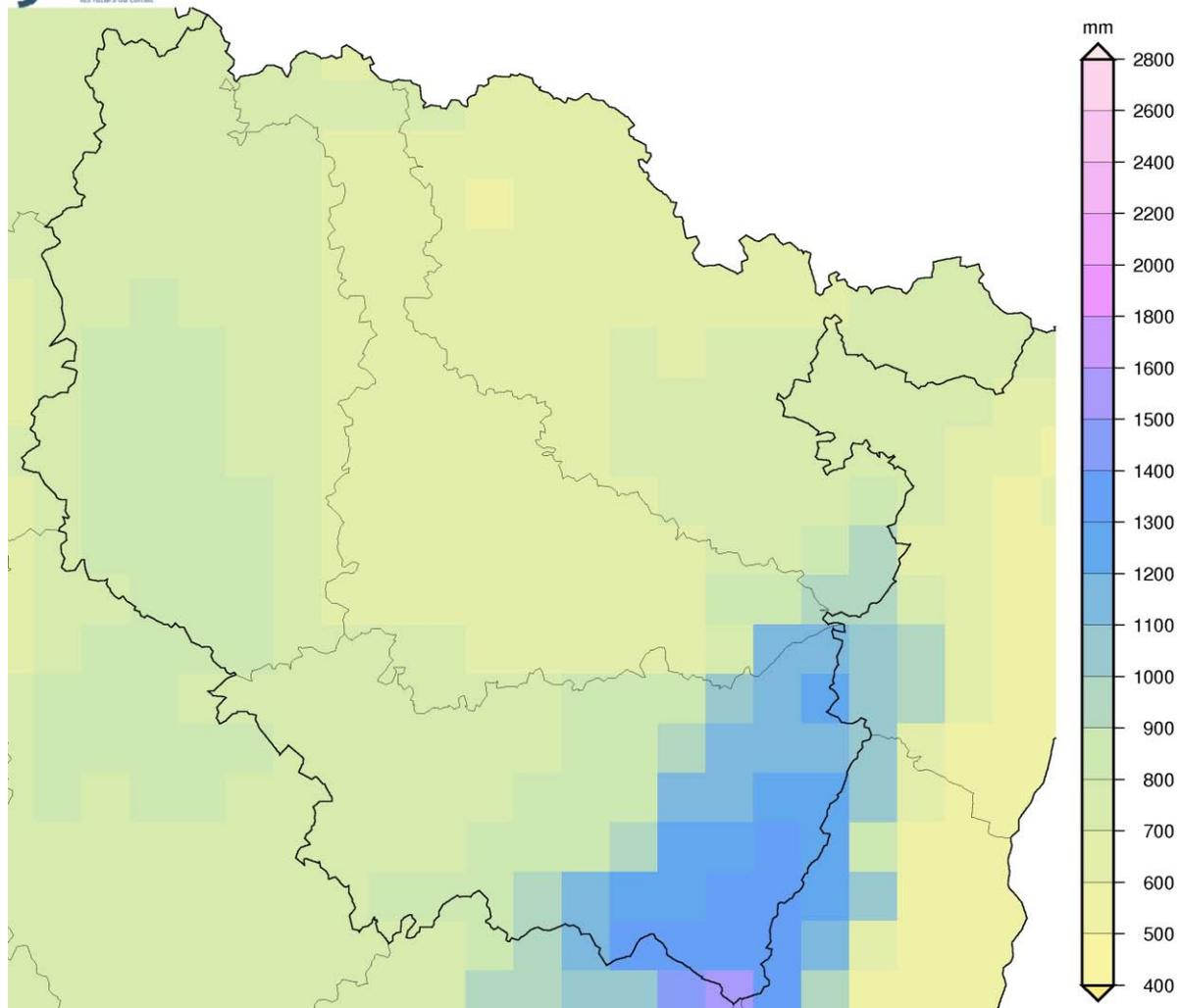
Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon moyen (années 2055) – Moyenne annuelle
Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France



Cumul annuel des précipitations horizon 2085

Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne annuelle

Expérience : CERFACS/SCRATCH08 – France CNRM : modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France

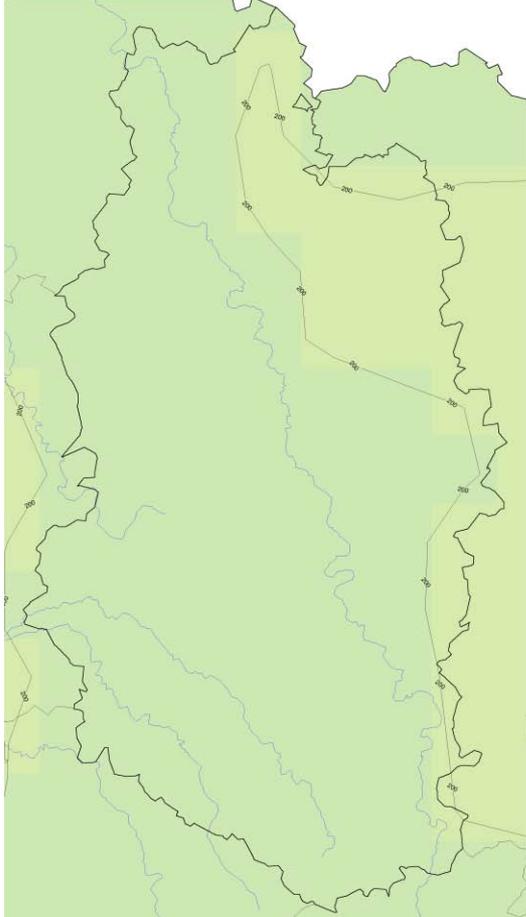


Évolution de la pluviométrie printanière années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation du Cumul de précipitations
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne printanière

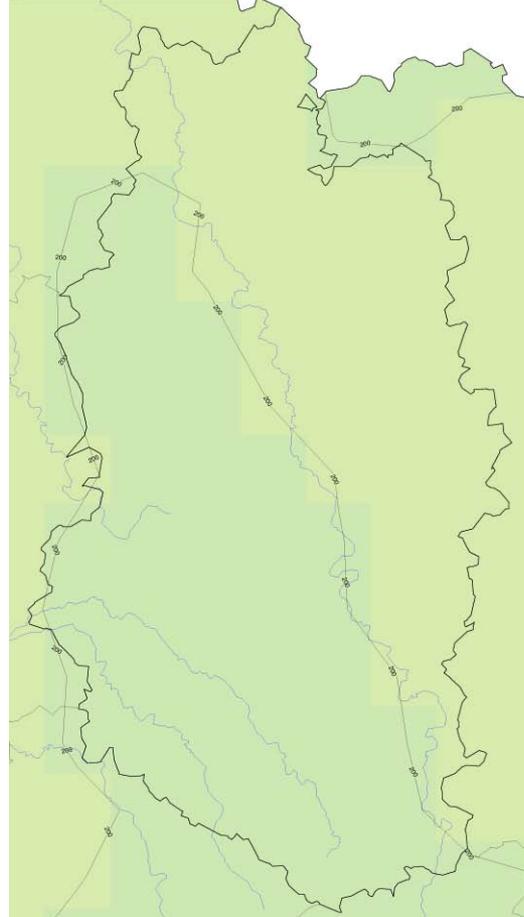
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) – Moyenne printanière

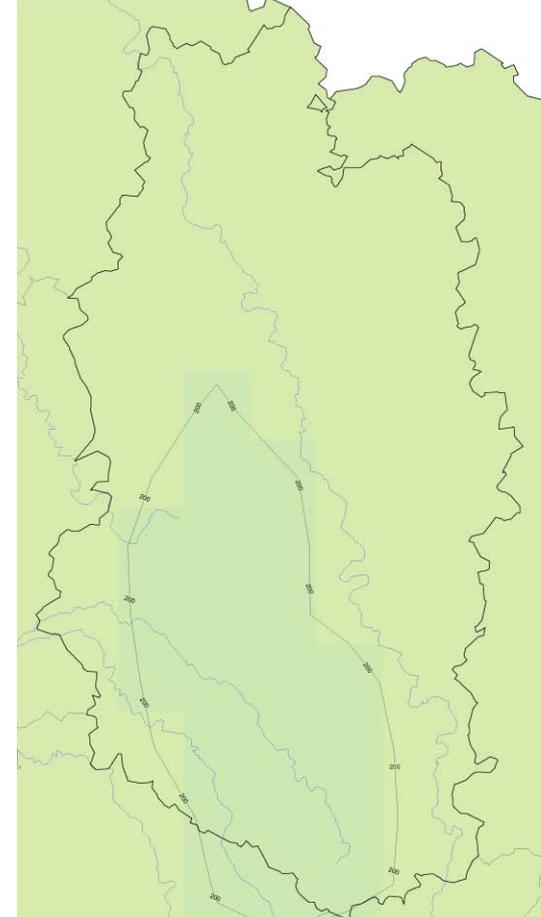
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

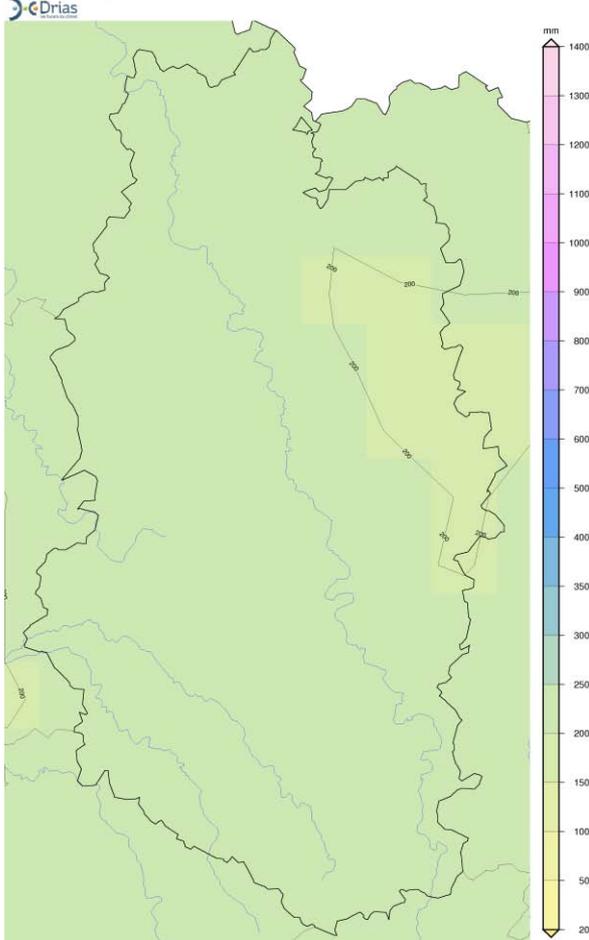
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne printanière

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

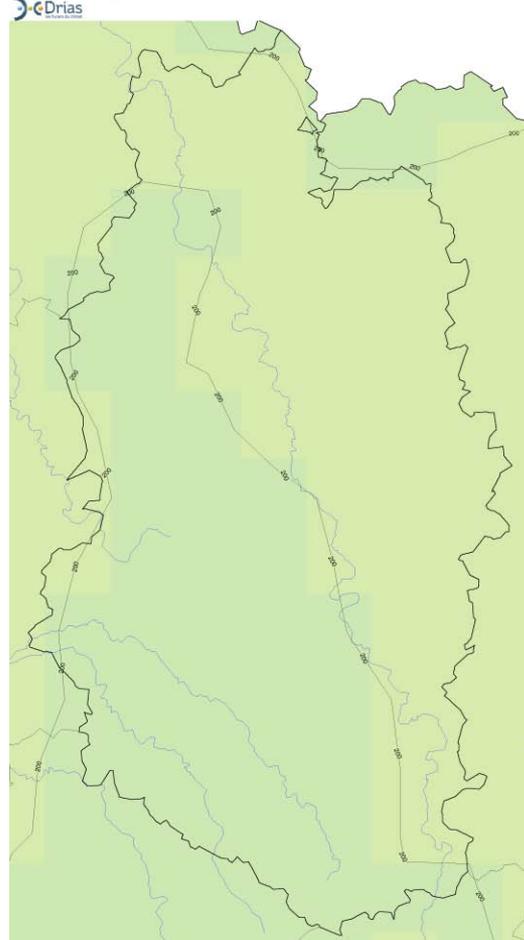


Évolution de la pluviométrie estivale années 1970 à années 2035 et 2085

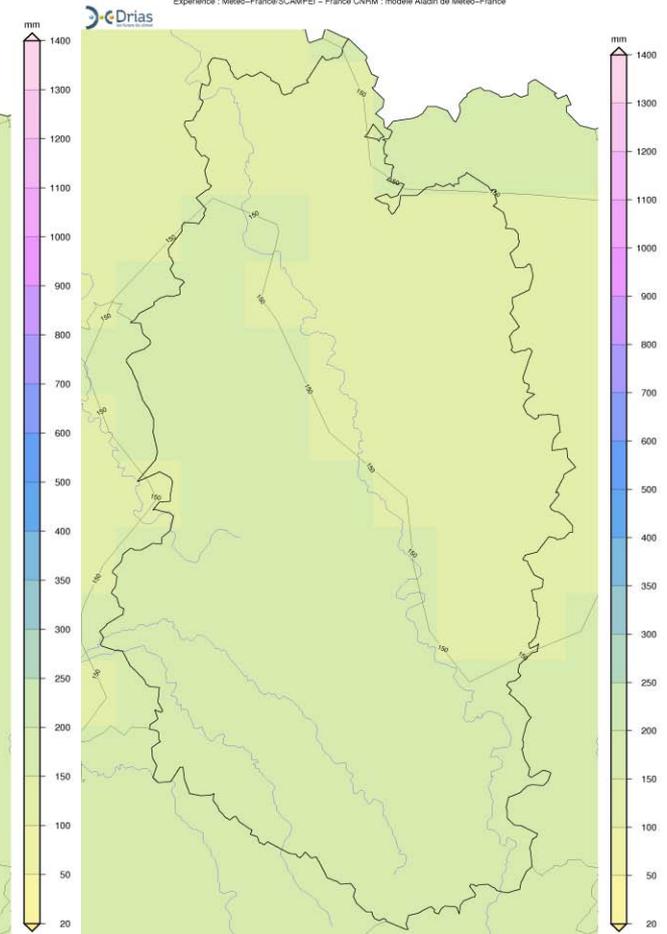
Simulation du Cumul de précipitations
pour le jeu de données de référence
Période de Référence (années 1970) – Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon proche (années 2035) – Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) – Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France



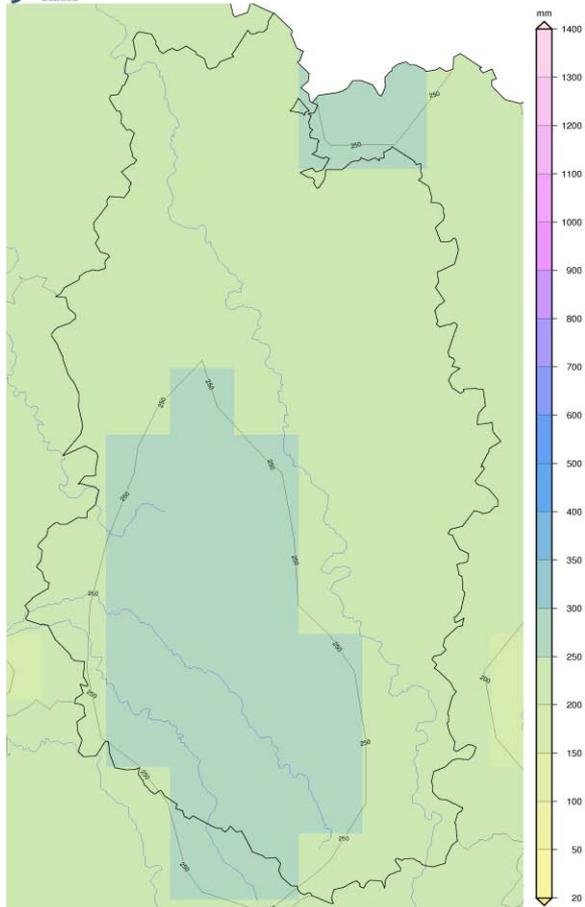
Évolution de la pluviométrie automnale années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation du Cumul de précipitations
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne automnale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France

eDrias

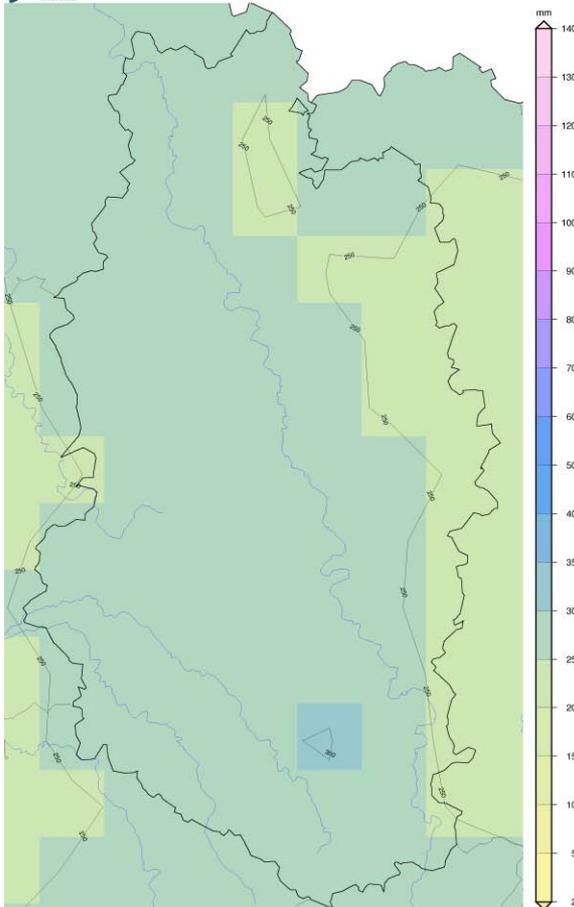


Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) – Moyenne automnale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France

eDrias

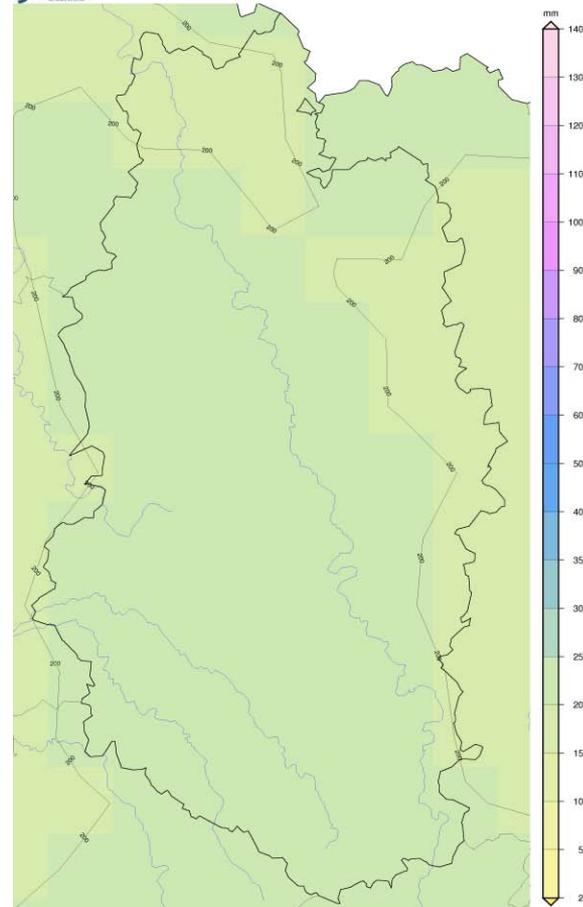


Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) – Moyenne automnale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM – modèle Aladin de Météo-France

eDrias

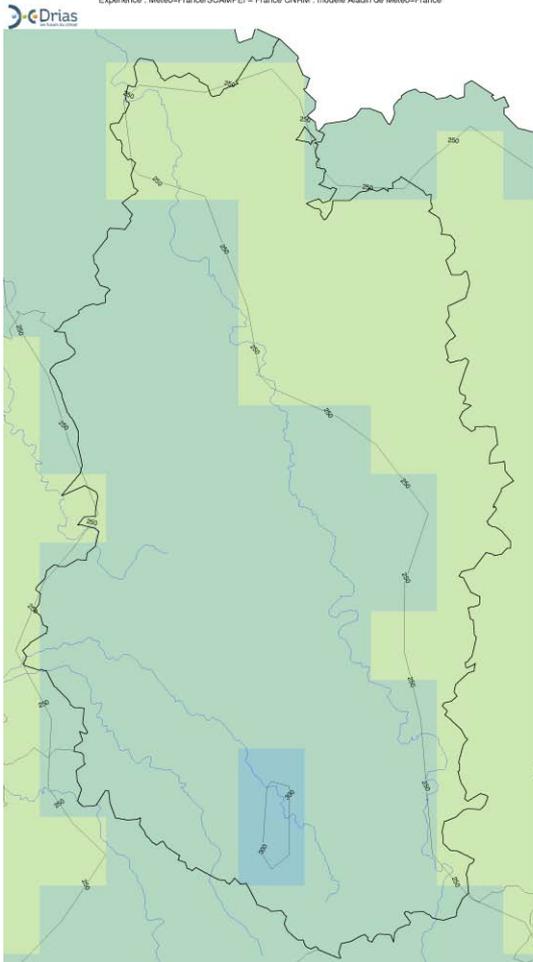


Évolution de la pluviométrie hivernale années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation du Cumul de précipitations
pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne hivernale

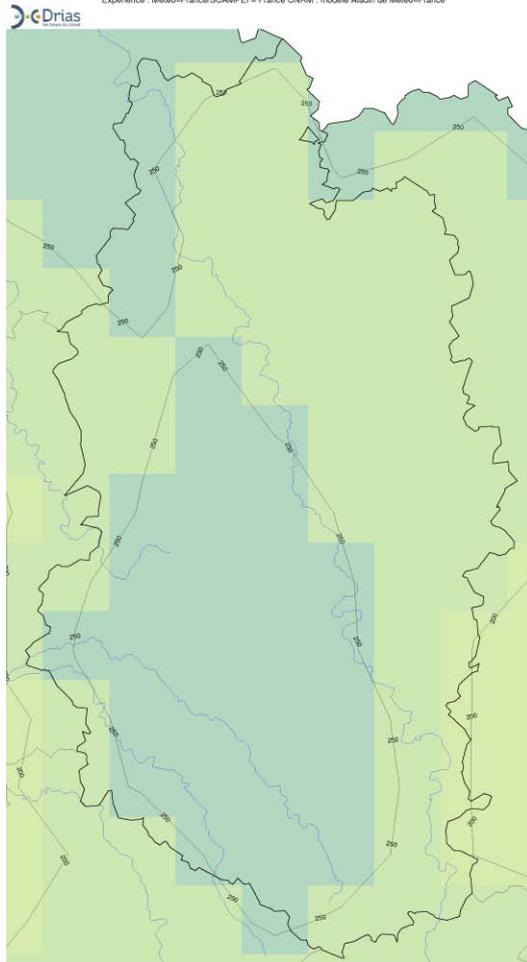
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) – Moyenne hivernale

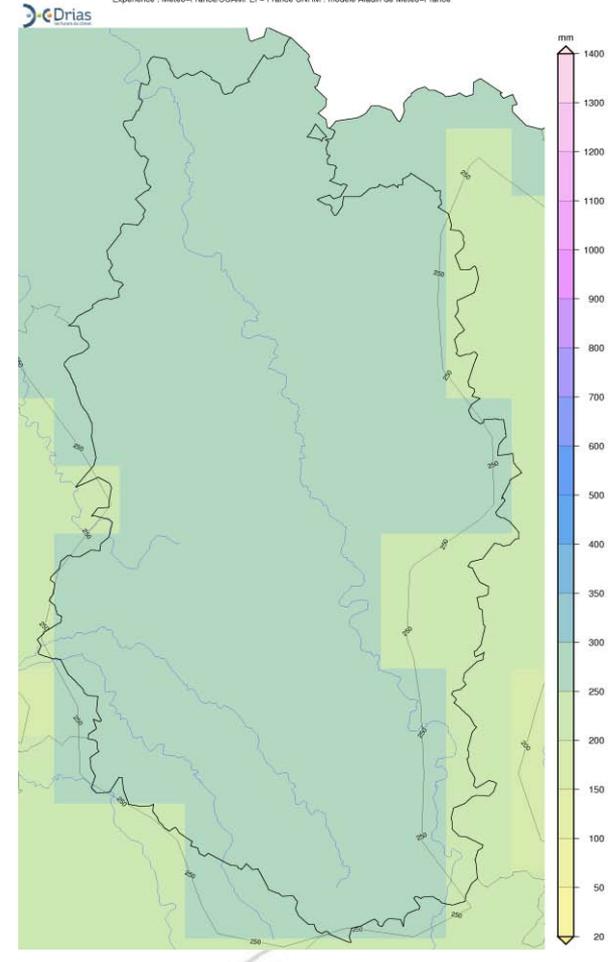
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation du Cumul de précipitations
pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) – Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

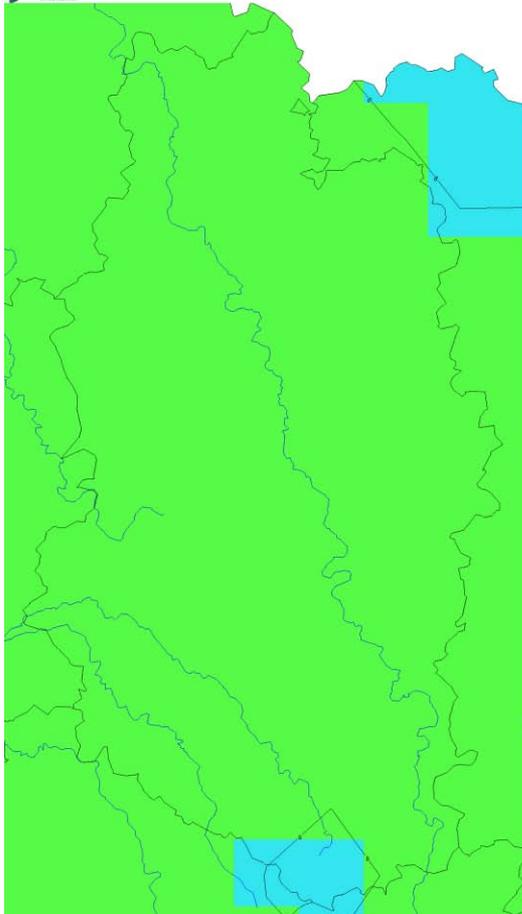


Évolution des températures moyennes printanières années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) - Moyenne printanière

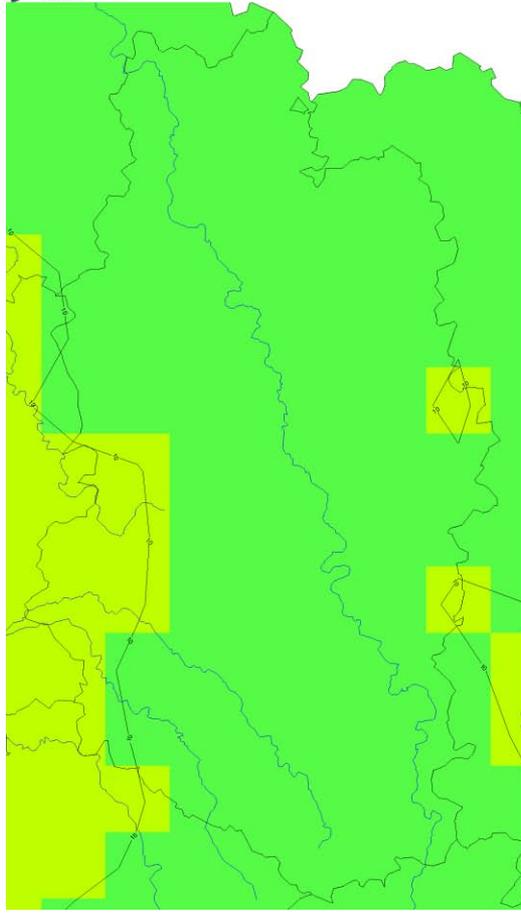
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) - Moyenne printanière

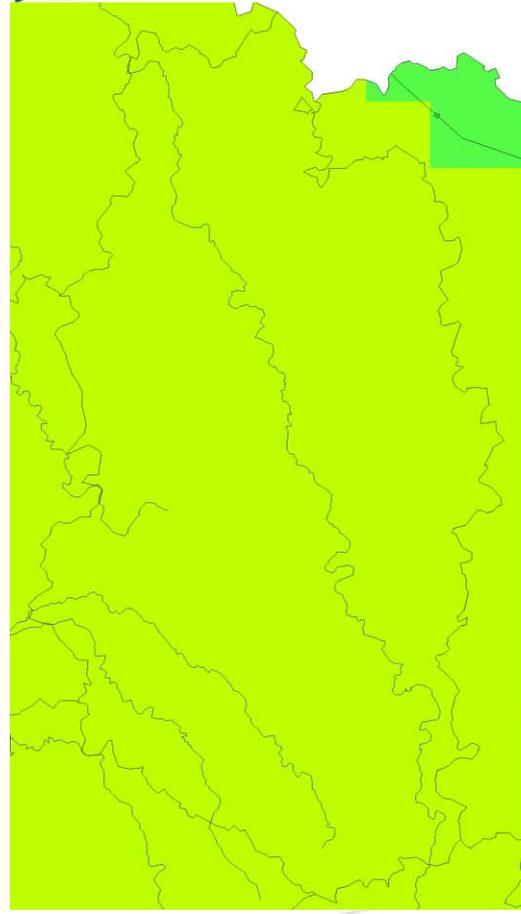
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

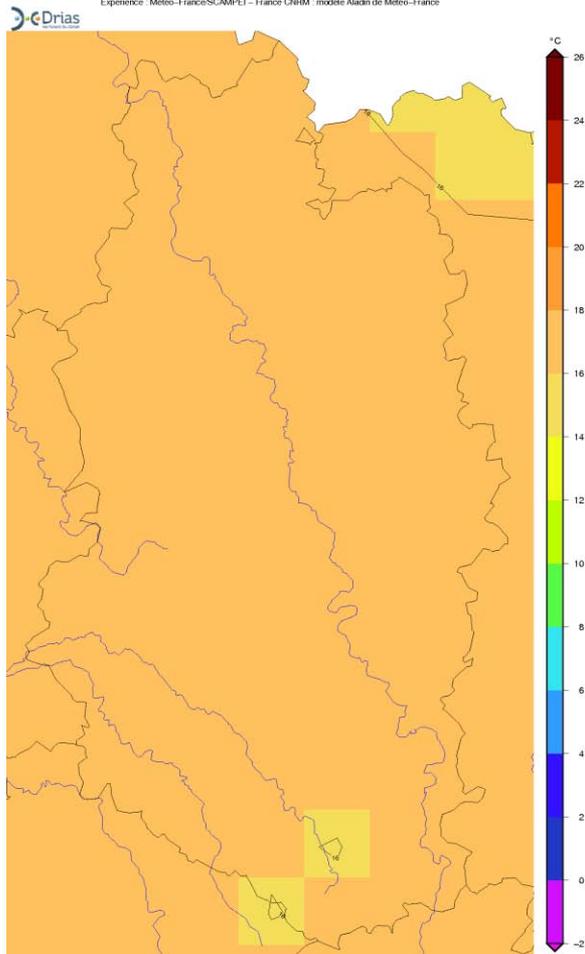
Horizon lointain (années 2085) - Moyenne printanière

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France

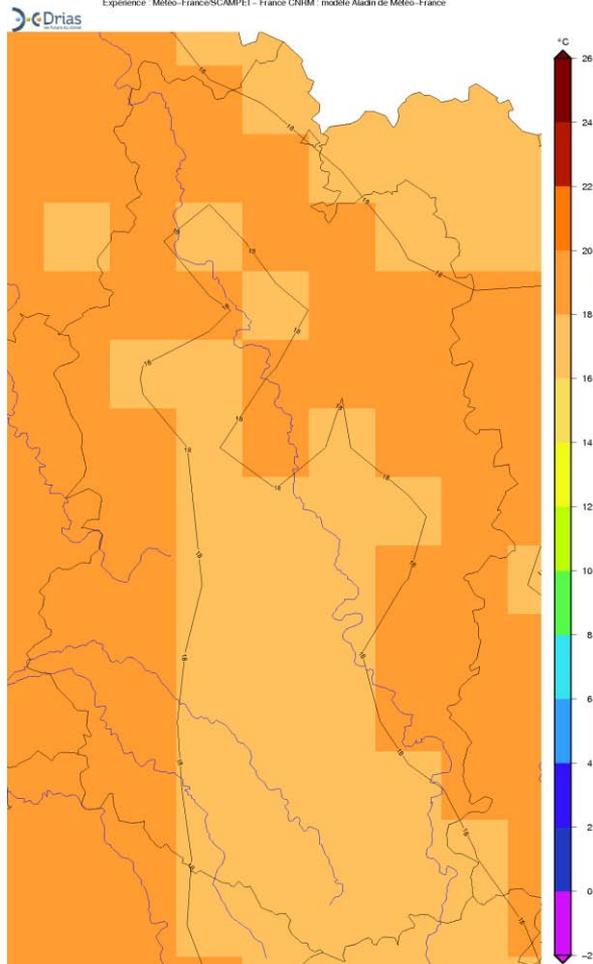


Évolution des températures moyennes estivales années 1970 à années 2035 et 2085

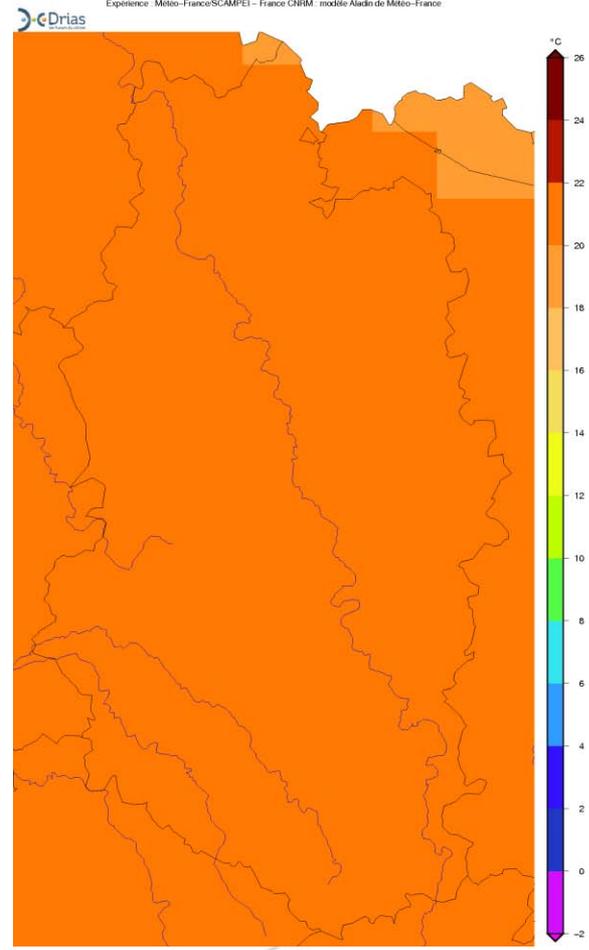
Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le jeu de données de référence
Période de Référence (années 1970) - Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon proche (années 2035) - Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) - Moyenne estivale
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France

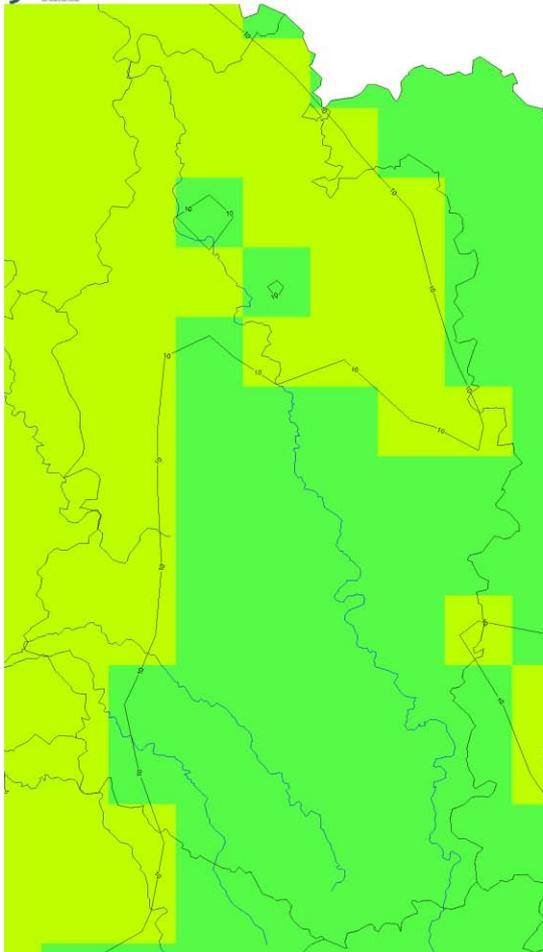


Évolution des températures moyennes automnales années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) - Moyenne automnale

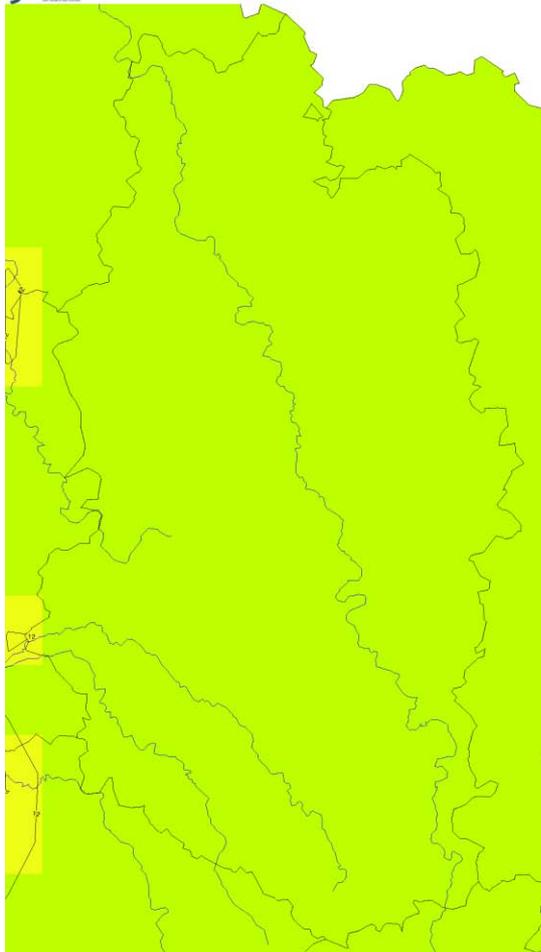
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) - Moyenne automnale

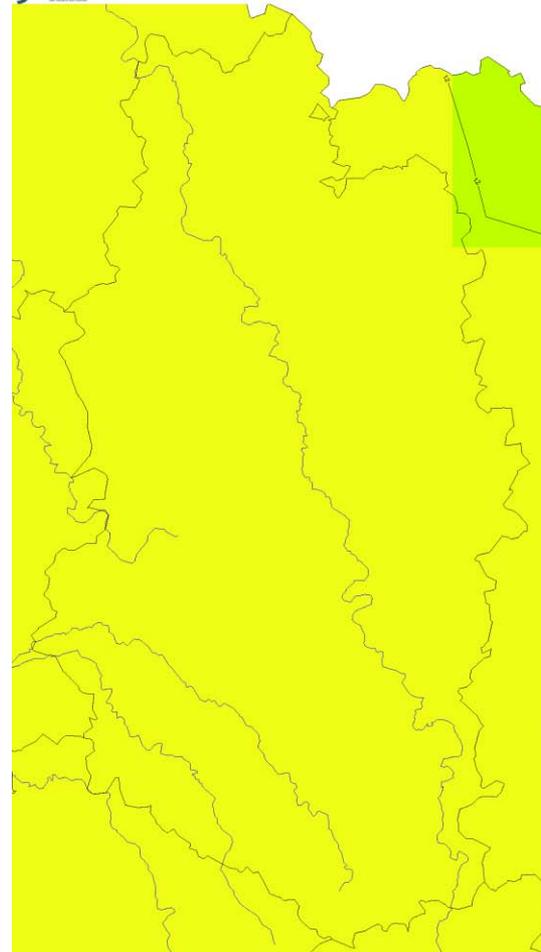
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) - Moyenne automnale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France

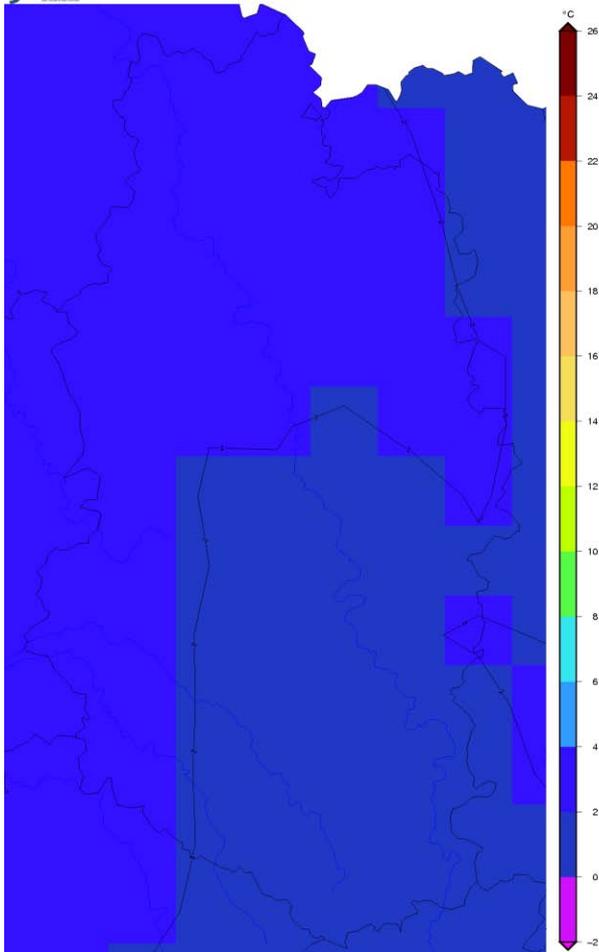


Évolution des températures moyennes hivernales années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température moyenne quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

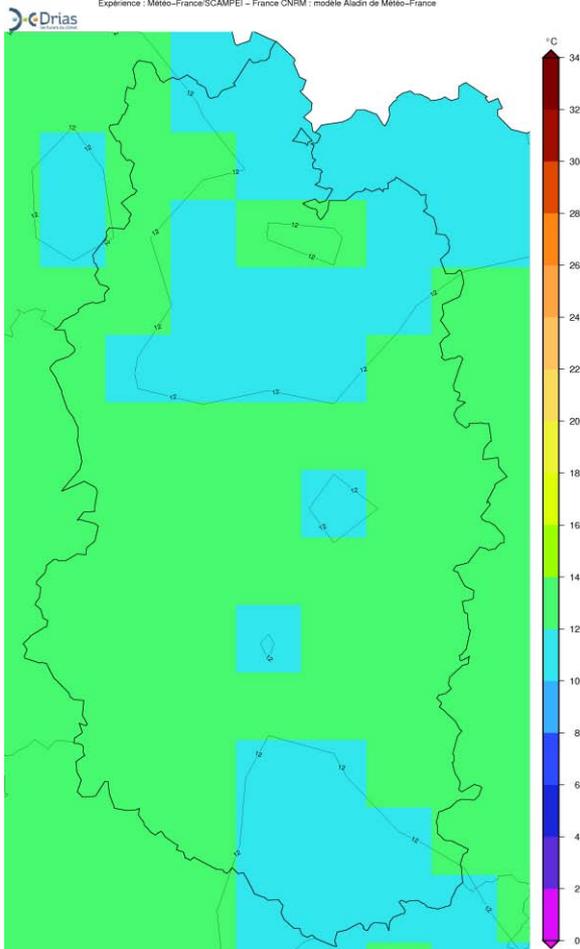
Horizon lointain (années 2085) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France

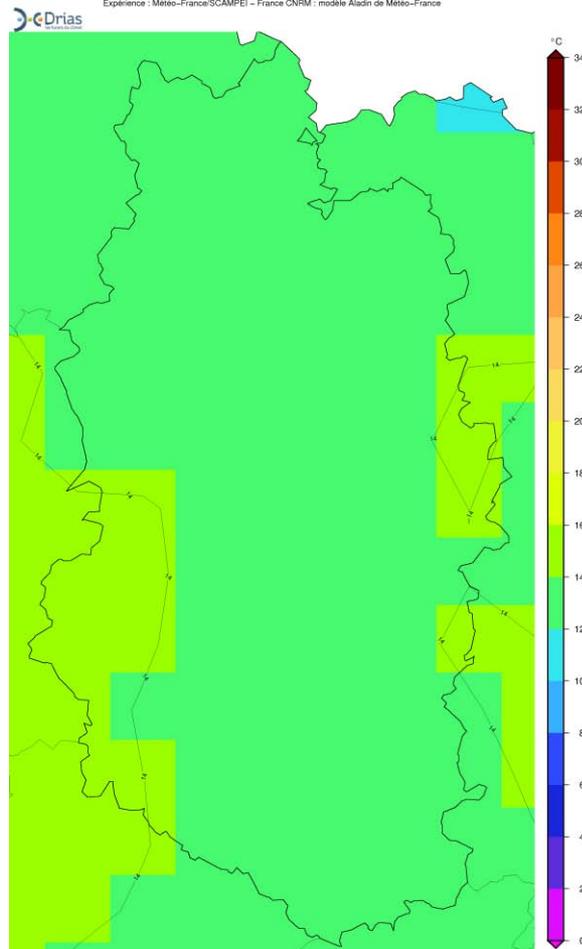


Évolution des températures maximales printanières années 1970 à années 2035 et 2085

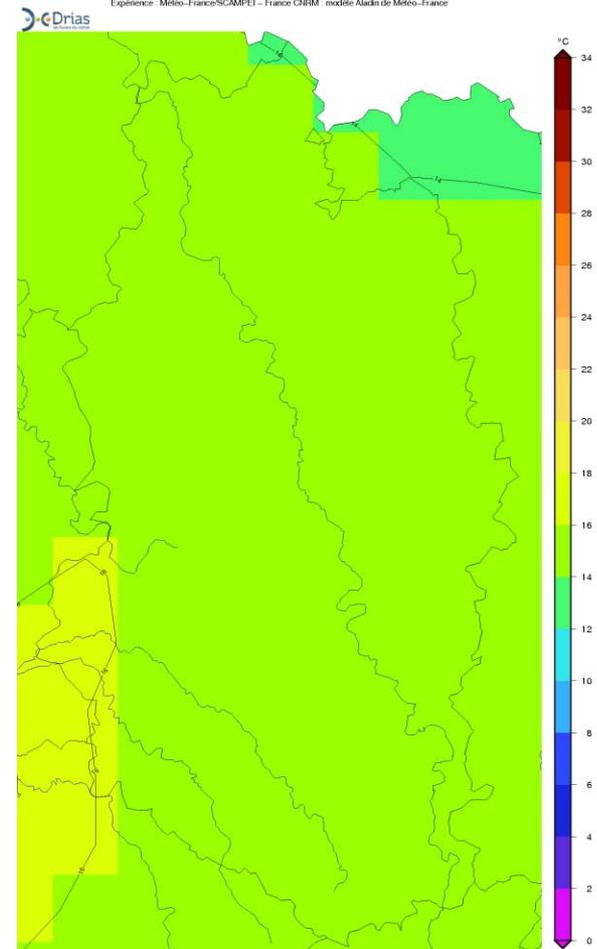
Simulation de la Température maximale quotidienne pour le jeu de données de référence
Période de Référence (années 1970) - Moyenne printanière
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon proche (années 2035) - Moyenne printanière
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)
Horizon lointain (années 2085) - Moyenne printanière
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM - modèle Aladin de Météo-France

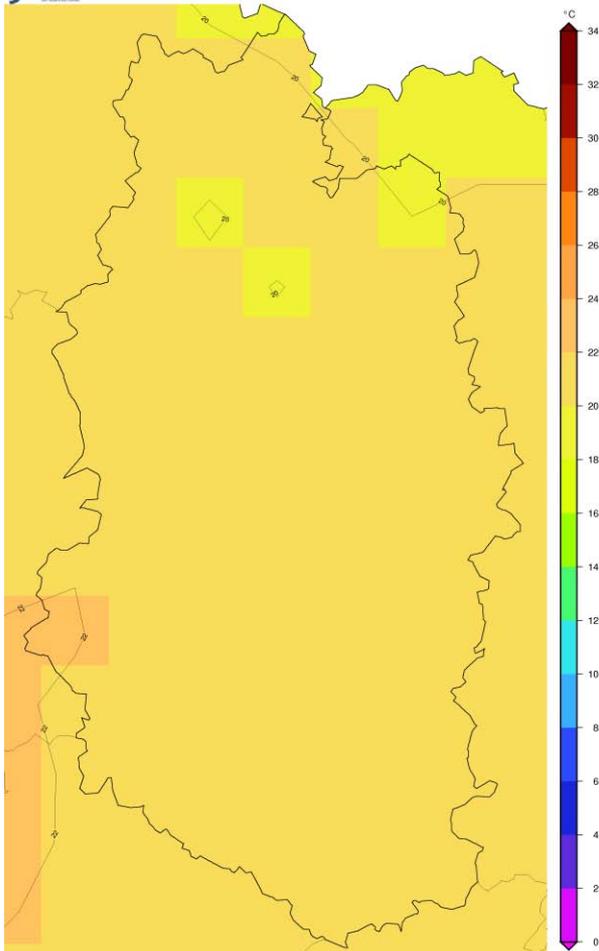


Évolution des températures maximales estivales années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température maximale quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) - Moyenne estivale

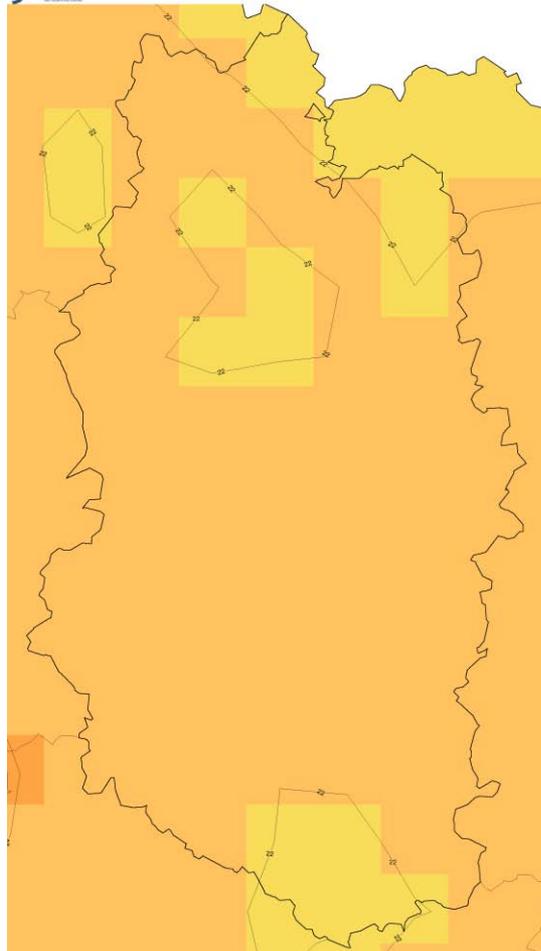
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) - Moyenne estivale

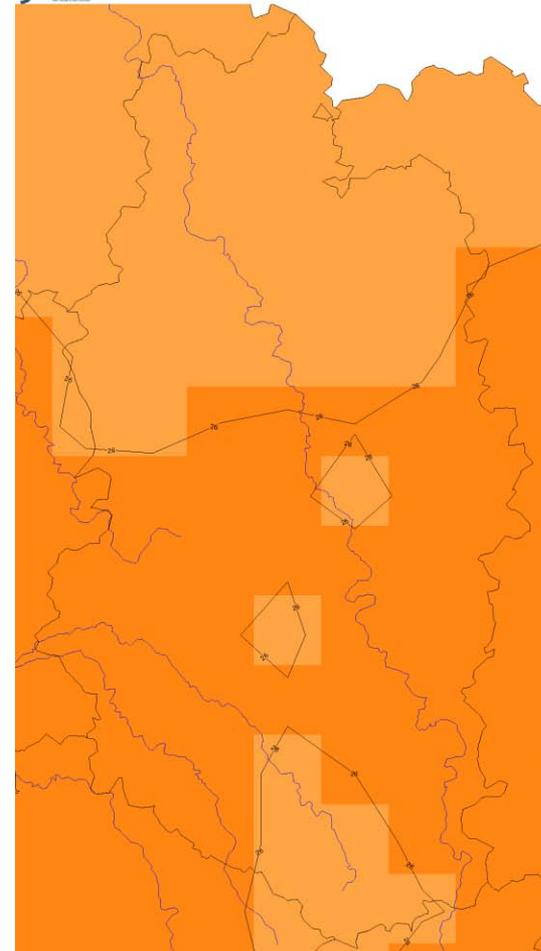
Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) - Moyenne estivale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

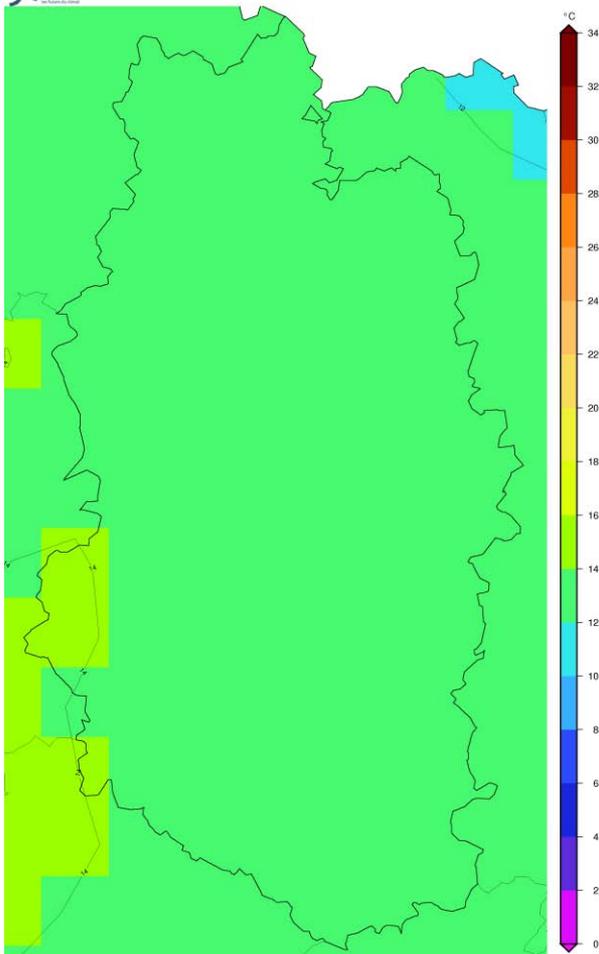


Évolution des températures maximales automnales années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température maximale quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) – Moyenne automnale

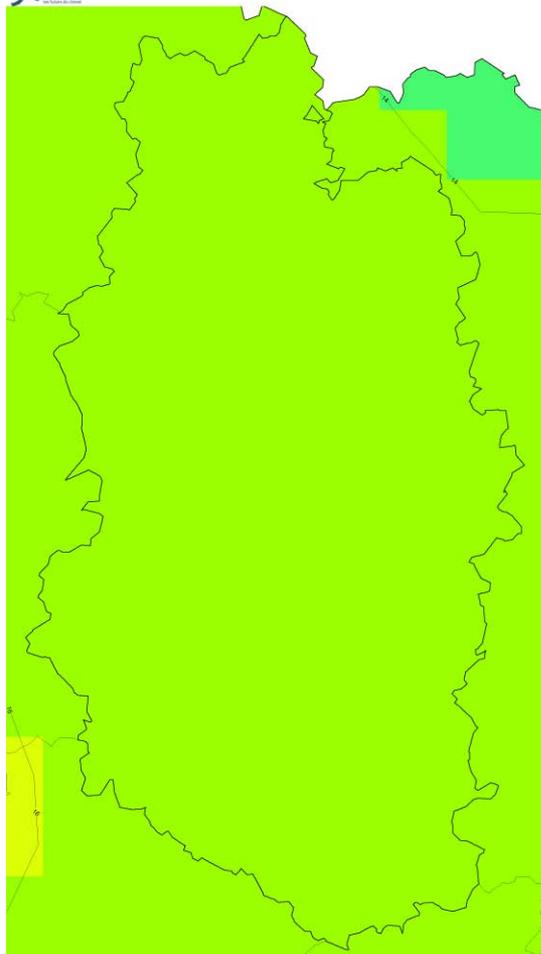
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) – Moyenne automnale

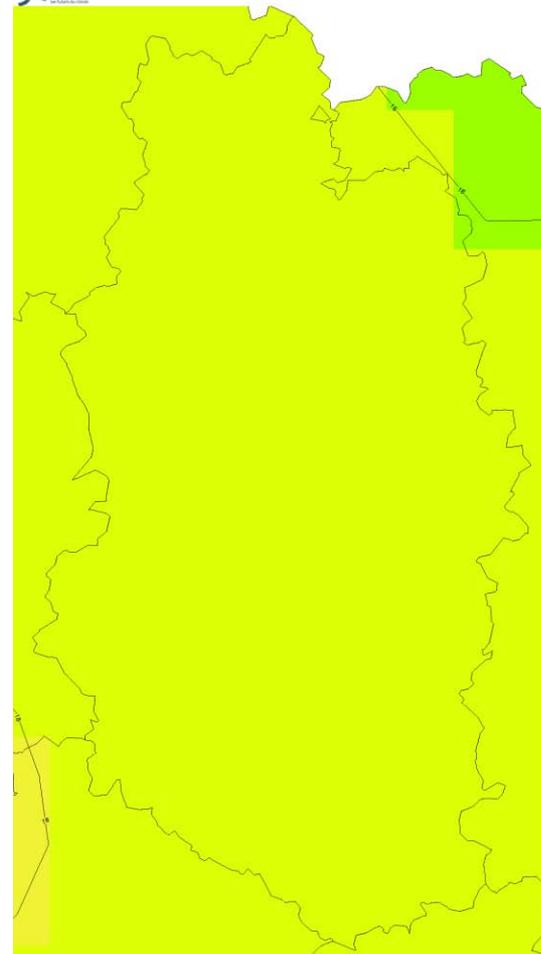
Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) – Moyenne automnale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI – France CNRM : modèle Aladin de Météo-France



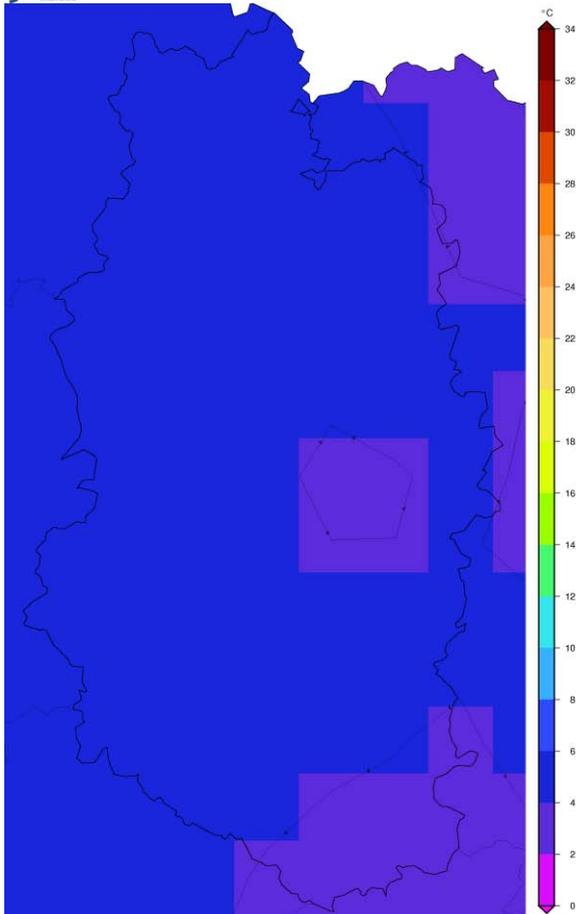
Évolution des températures maximales hivernales années 1970 à années 2035 et 2085

Simulation de la Température maximale quotidienne pour le jeu de données de référence

Période de Référence (années 1970) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

Drias

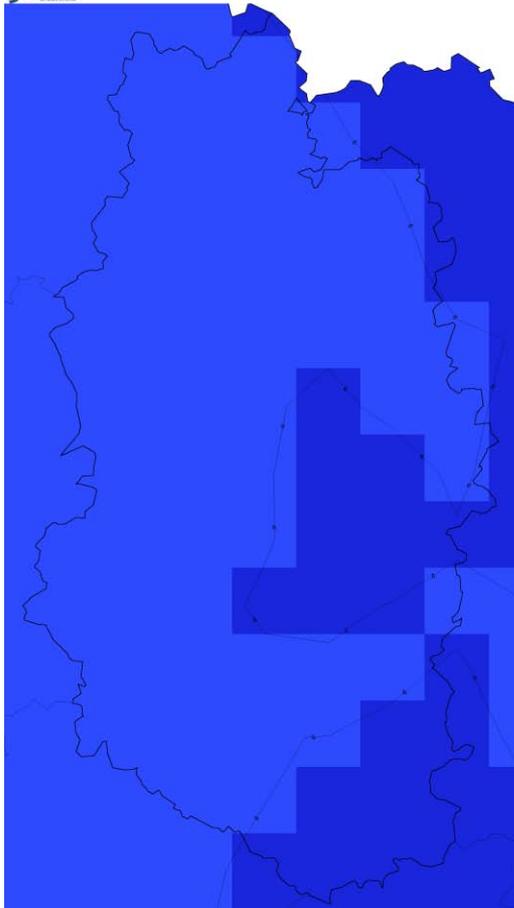


Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon proche (années 2035) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

Drias

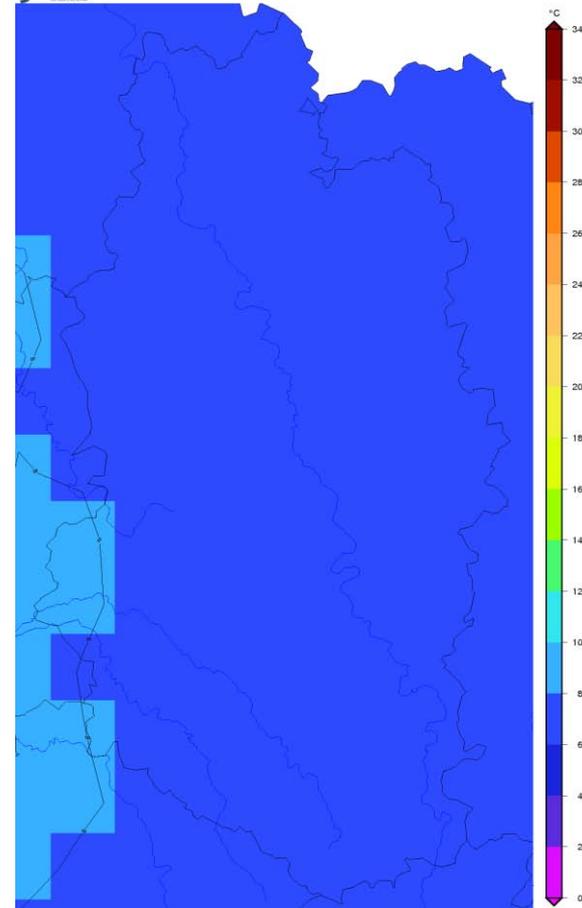


Simulation de la Température maximale quotidienne pour le Scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B)

Horizon lointain (années 2085) - Moyenne hivernale

Expérience : Météo-France/SCAMPEI - France CNRM : modèle Aladin de Météo-France

Drias

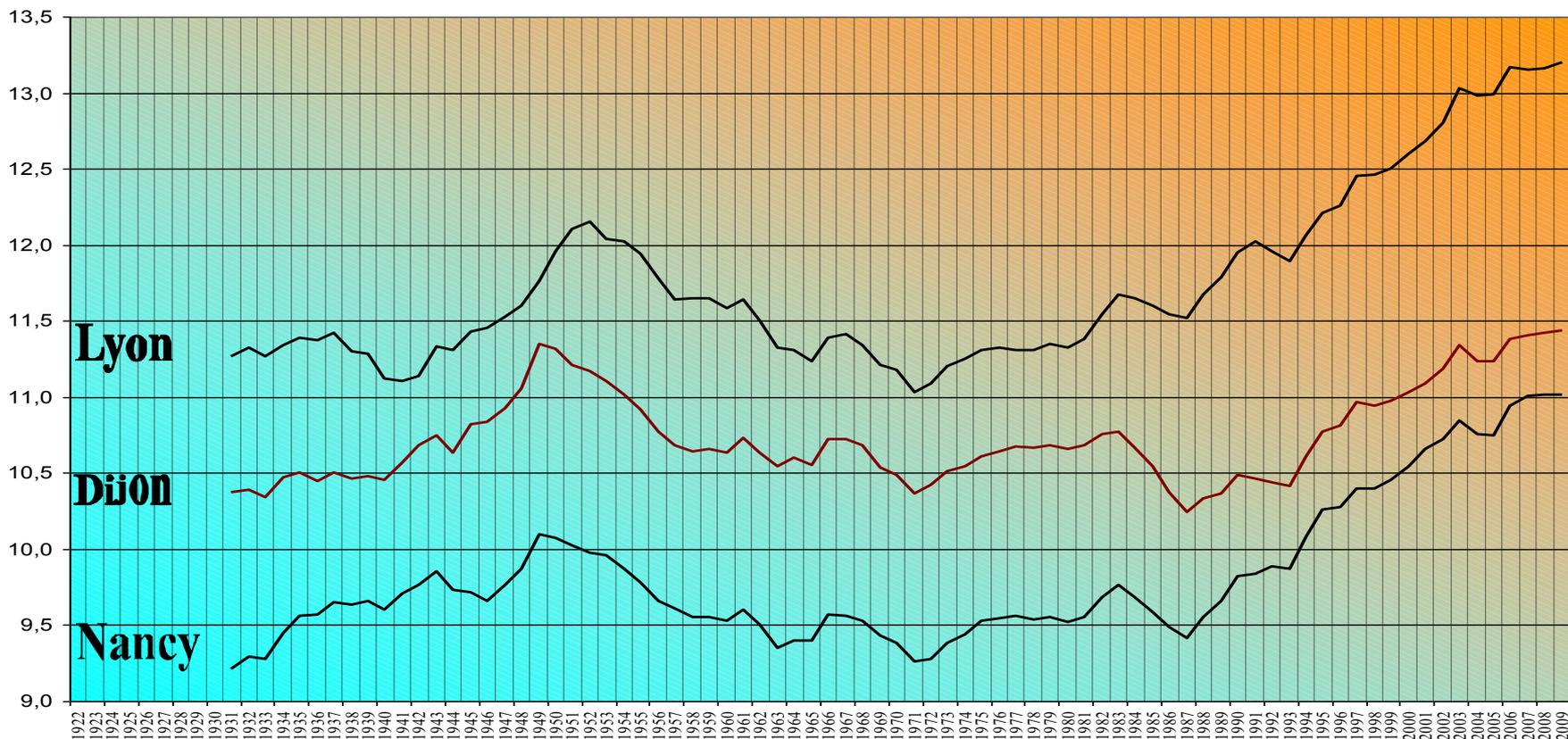


Analogues pour la Lorraine

- Point 126 ; proche de Metz

Point 126	A2	A1B	B1
2030	Macon	Lyon	Macon
2050	St Auban (04)	St Auban (04)	Lyon
2080	Orange	Huesca (Esp)	St Auban (04)

Comparaison des températures moyennes annuelles de Nancy, Dijon et Lyon de 1922 à 2009



Nancy Dijon Lyon — Moy. mobile sur 10 pér. (Dijon) — Moy. mobile sur 10 pér. (Nancy) — Moy. mobile sur 10 pér. (Lyon)

Diagnostic Lorrain

- Un réchauffement climatique contemporain, cohérent avec les observations nationales, est donc bien perceptible sur les courbes de température de l'air moyenne annuelle de Nancy-Essey.
- Il correspond à un signal climatique fort qui tend à s'amplifier avec le temps.
- Le réchauffement peut être estimé à $+1,3^{\circ}\text{C}$ pour Nancy-Essey sur la période 1879-2007, ce qui équivaut pour le climat lorrain à un glissement de 200 à 300 km vers le sud.

Diagnostic Lorrain

- Le nombre maximal de jours consécutifs de pluie est en hausse significative au printemps et en été ;
 - Les indices de précipitations sont quasiment tous à la hausse en hiver sans que celle-ci soit significative.
- Les observations sur la neige effectuées en Lorraine depuis près de deux siècles révèlent :
- L'enneigement devient de plus en plus irrégulier au fur et à mesure que l'on se rapproche de la fin du XX^{ème} siècle.
 - Les années 1990 ont connu une succession d'hivers assez pauvres en neige, même à moyenne altitude.

Éléments de prospective

Température de l'air sous abri

- Elévation hivernale : +2,5 °C. Nette régression de la fréquence d'occurrence de jours sans dégel (5 fois moins en 2050) et de jours de gel (2 fois moins probable en 2050);
- Elévation estivale : +3,0 °C. Accroissement important de la fréquence d'occurrence de nuits tropicales (50 fois plus fréquentes en 2050) , de jours de fortes chaleurs (1,5 fois plus fréquentes en 2050) et de très fortes chaleurs (10 fois plus forte en 2050).

Une canicule tous les deux ans.

■ Précipitations

- En hiver : +10% d'ici 2025 et +15% d'ici 2050. Réduction drastique de l'enneigement et du potentiel de froid. Plus de précipitations sur n jours de pluie consécutifs.
- En été : -10% d'ici 2025 et -20% d'ici 2050. Plus de précipitations sur n jours de pluie consécutifs.

■ Vent

- Pas de scénario privilégié pour les tempêtes cycloniques type Lothar.

Le climat du futur : une menace pour la biodiversité



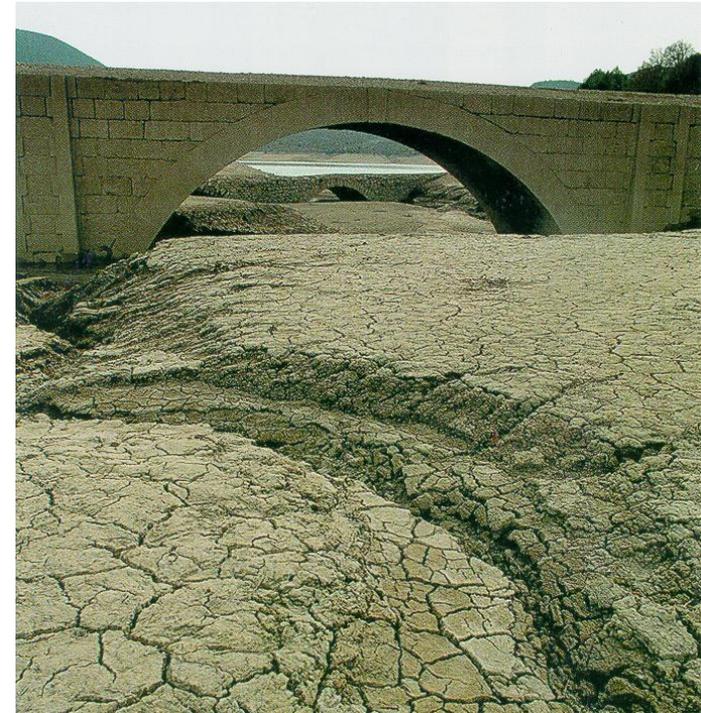
Source : FAO Ch. Errat

**Sécheresse,
inondations,
désertification :**

**des risques
pour les humains,
pour les espèces
animales et
végétales**



Source : IUFM de Créteil



Source : AFP

Le climat du futur :

En résumé, quelques exemples des conséquences probables en France:

Plus de pluies en hiver (+ 20%) et moins en été (- 15%).

Augmentation de la température avec des vagues de chaleur plus longues et plus intenses:

Risque accru de sécheresses et d'inondations

Impacts sur la santé

Impacts sur les ressources en eau.

Impacts sur les écosystèmes terrestres et marins

Impacts sur l'agriculture

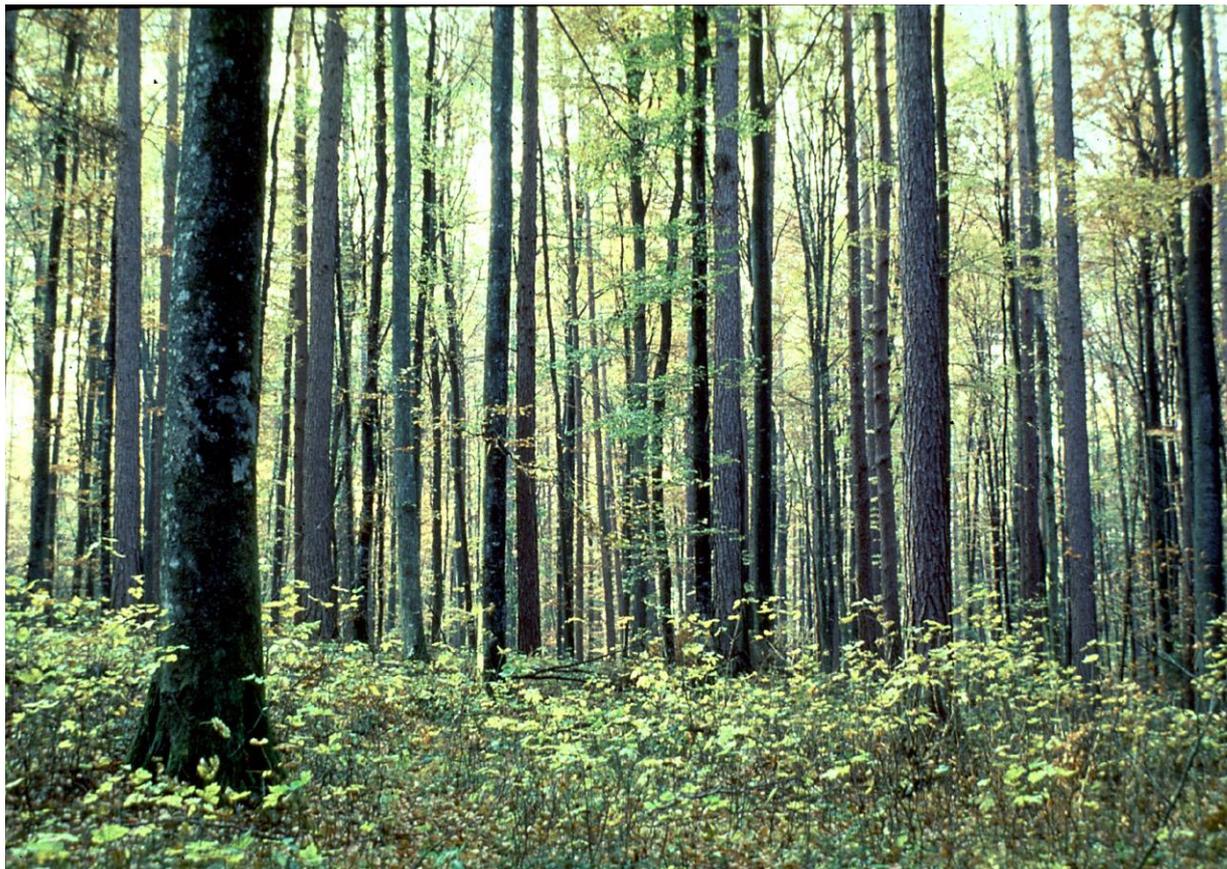
Impacts sur l'énergie

Impacts sur les bâtiments et infrastructures

Impacts sur le tourisme et les loisirs

Etc.

Changement climatique et sylviculture



La forêt, un écosystème particulier

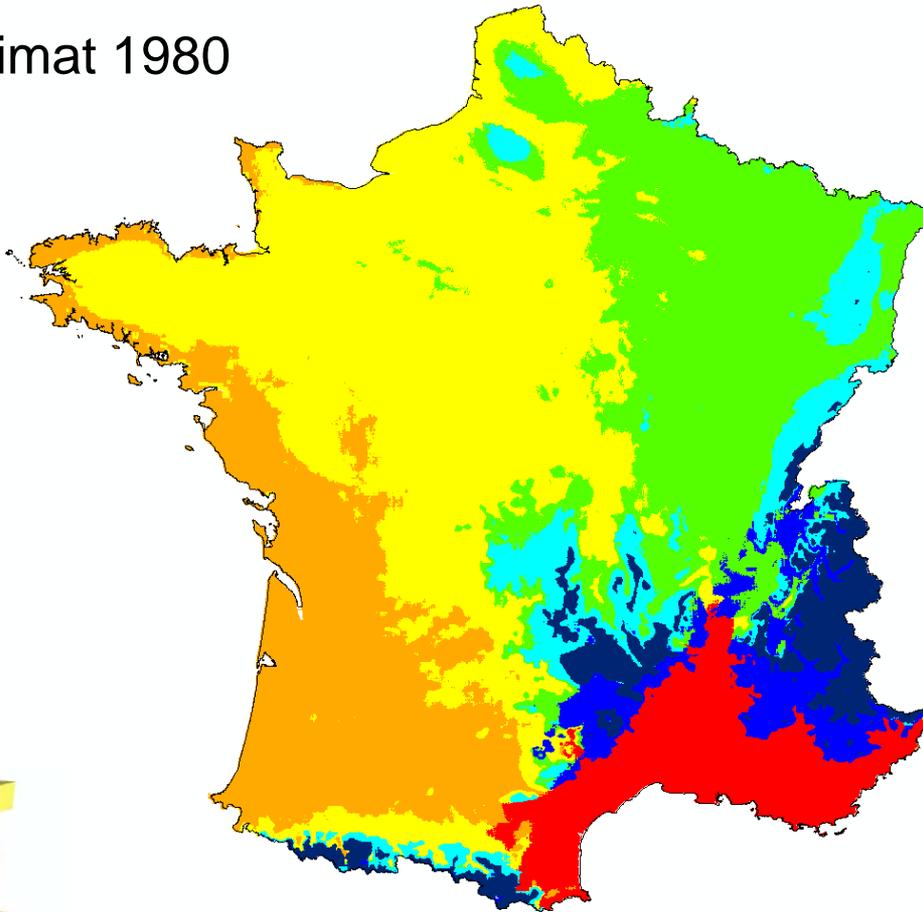
- Une forte longévité : faible capacité d'adaptation
- Les arbres stockent du Carbone (en fixant du CO₂) : effet sur le climat



**Nécessité d'anticiper
la réponse des peuplements**

... et une modification du paysage national

Climat 1980

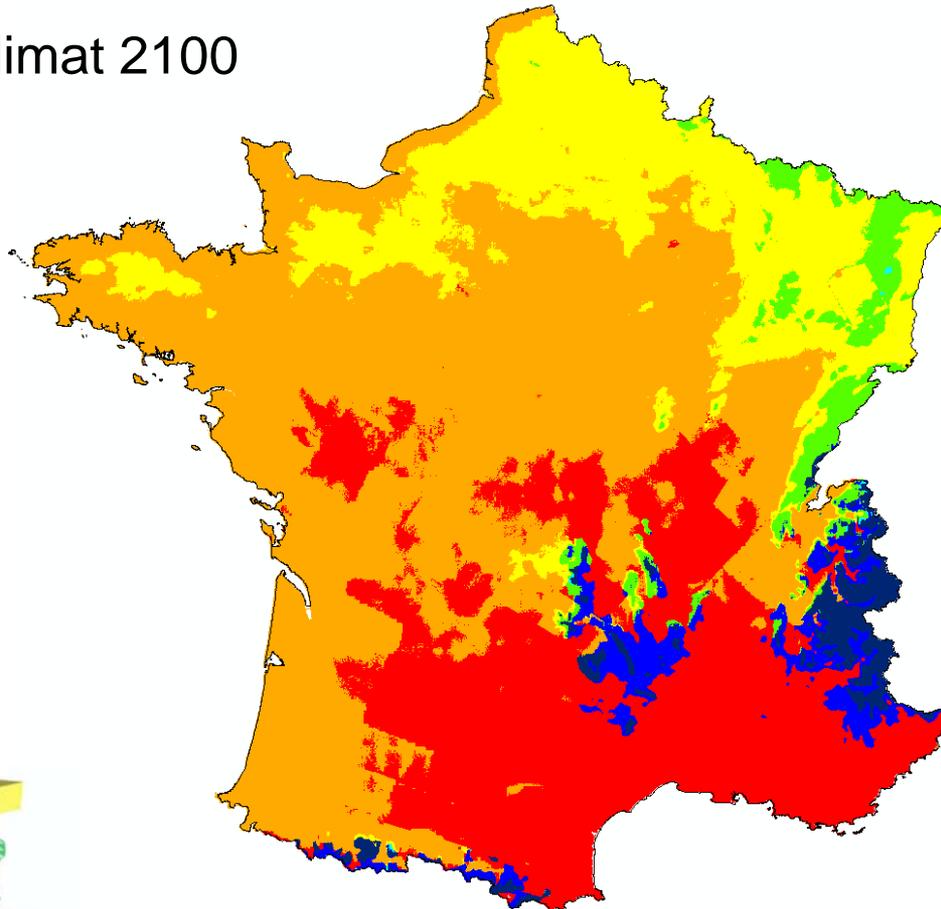


- groupe Alpin
- groupe Sub alpin
- groupe Sapin
- groupe Chênes
- groupe Châtaignier
- groupe Pin maritime
- groupe Chêne vert



... et une modification du paysage national

Climat 2100

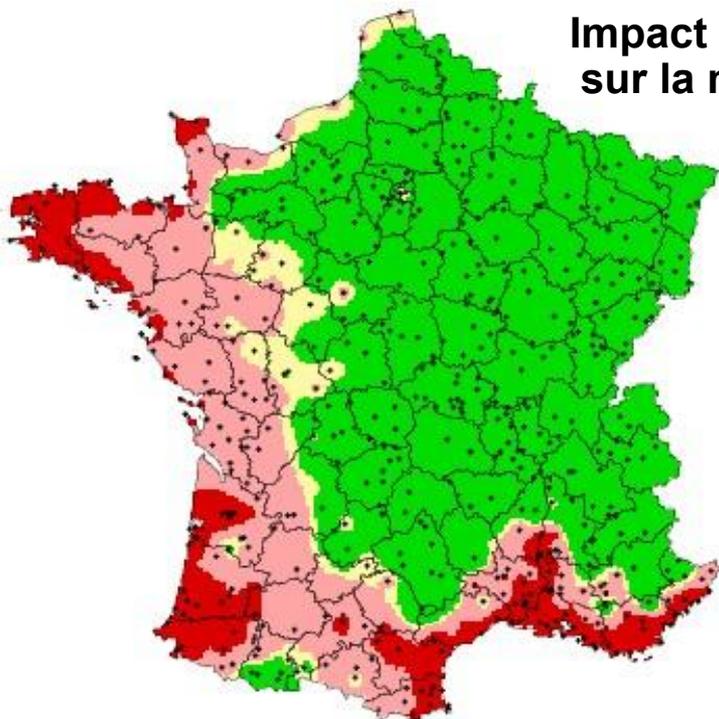


- groupe Alpin
- groupe Sub alpin
- groupe Sapin
- groupe Chênes
- groupe Châtaignier
- groupe Pin maritime
- groupe Chêne vert



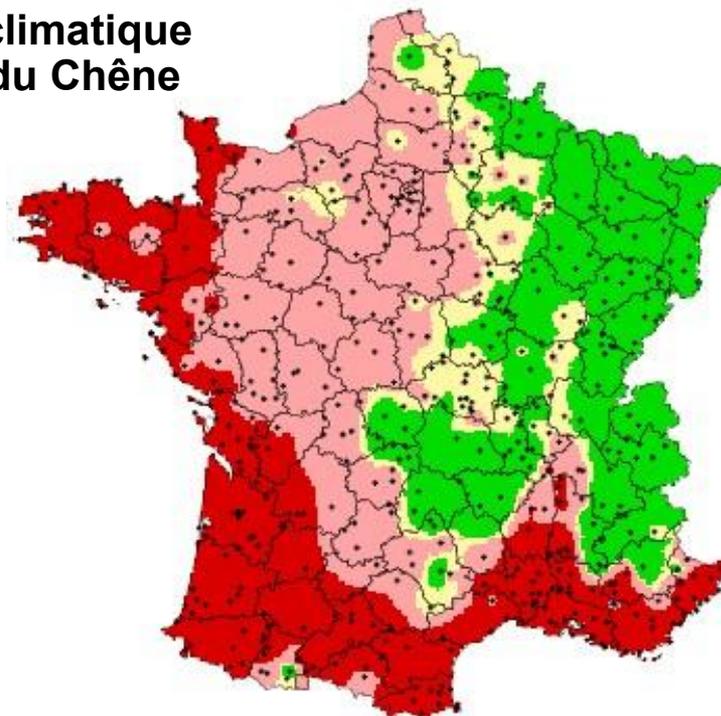
Prendre en compte de nouvelles maladies

Impact d'un changement climatique
sur la maladie de l'encre du Chêne

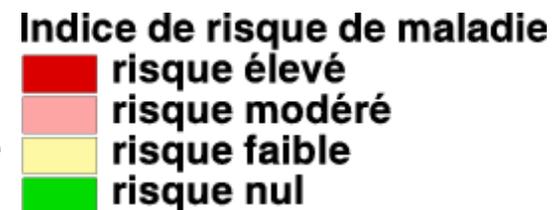


Bergot et al 2004

Aujourd'hui



Dans un siècle



Maladie de l'Encre du Chêne rouge

Conclusions:

Encore beaucoup d'incertitudes mais une menace bien réelle.

Il ne faut pas désespérer mais s'adapter.

CHANGEMENT CLIMATIQUE !



SACHONT ANTICIPER !

Lorraine année 2013

**Pluviométrie,
températures et
ensoleillement**

Température moyenne (Nancy au 13/11/2013)

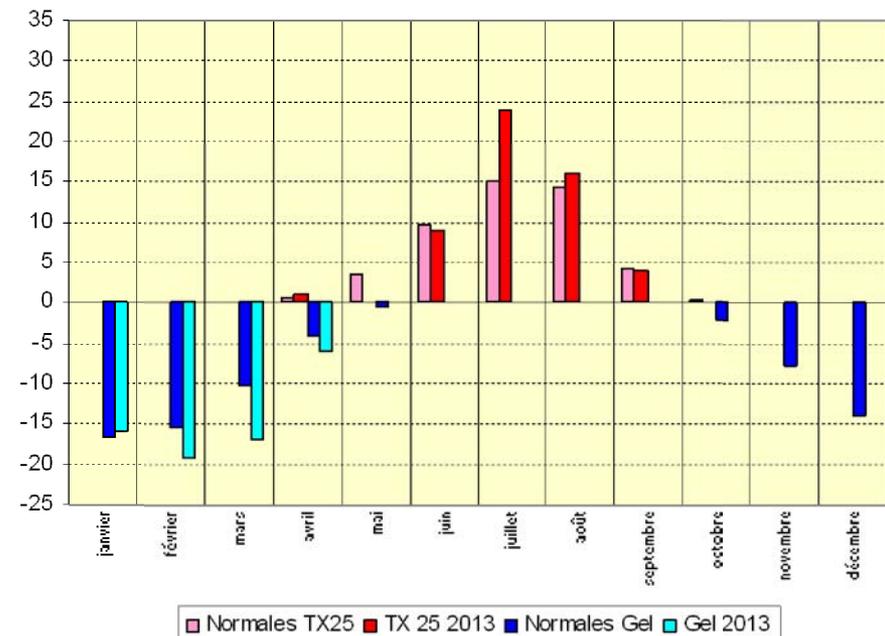
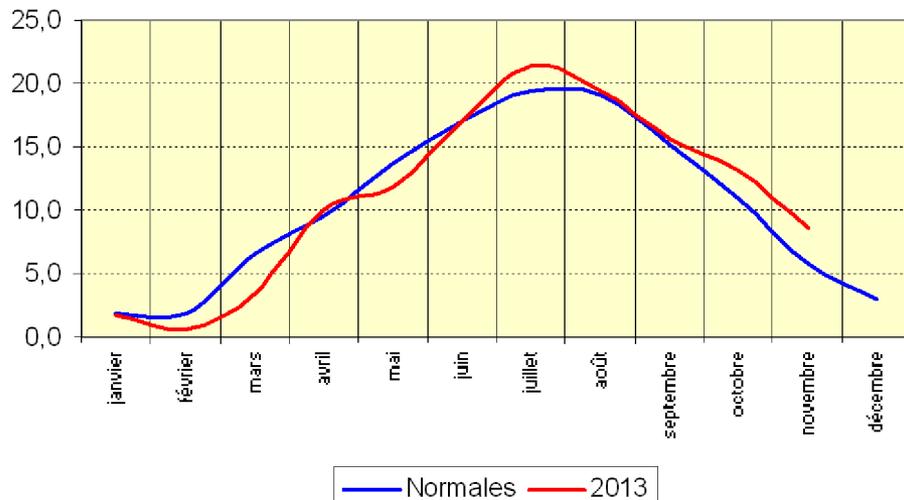
Températures moyennes

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Annuel
Normales	1,9	1,9	6,5	9,5	13,8	17,1	19,4	19,0	15,2	11,0	5,8		11,0
Normales	1,9	1,9	6,5	9,5	13,8	17,1	19,4	19,0	15,2	11,0	5,8	2,9	10,3
2013	1,7	0,6	3,5	10,0	11,9	17,1	21,4	19,3	15,7	13,2	8,6		11,2

Nombre de jours ou TX > ou = à 25°C et jours de gel

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Annuel
Normales	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	9,6	15,1	14,3	4,2	0,3			47,6
Normales TX25	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	9,6	15,1	14,3	4,2	0,3	0,0	0,0	47,6
TX 25 2013				1,0	0,0	9,0	24,0	16,0	4,0	0,0			54,0
Normales Gel	-16,7	-15,3	-10,3	-4,1	-0,3				0,0	-2,1	-7,8	-13,9	-70,5
Gel 2013	-16	-19	-17	-6	0	0			0	0			-58

Tm



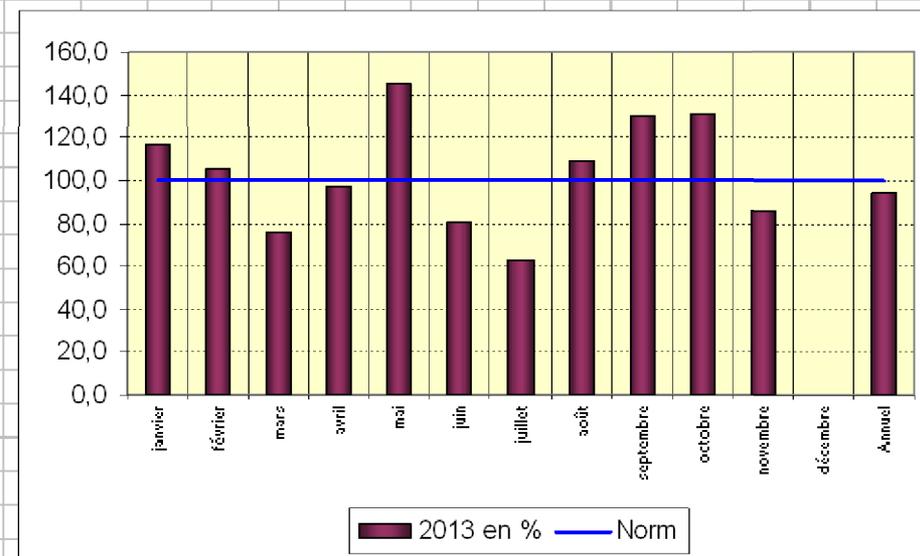
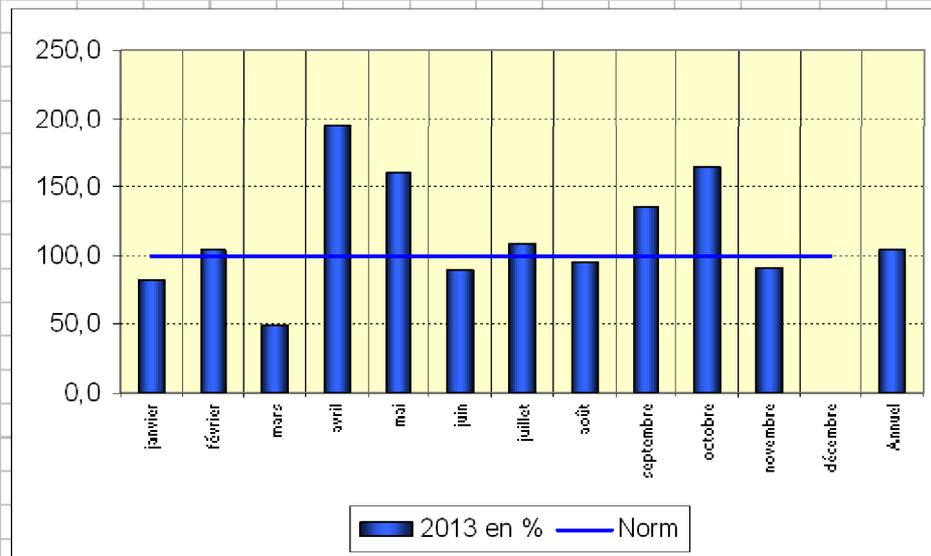
Pluviométrie (Nancy au 13/11/2013)

Cumul de précipitations

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Annuel
Norm	65,4	55,3	59,5	49,3	67,6	69,2	62,4	63,0	64,7	73,8	65,9		696,1
Norm	65,4	55,3	59,5	49,3	67,6	69,2	62,4	63,0	64,7	73,8	65,9	78,1	774,2
2013	54,2	57,7	29,3	95,9	108,8	62,5	67,5	60,3	87,9	121,6	60,0		805,7
2013 en %	82,9	104,3	49,2	194,5	160,9	90,3	108,2	95,7	135,9	164,8	91,05	0	104

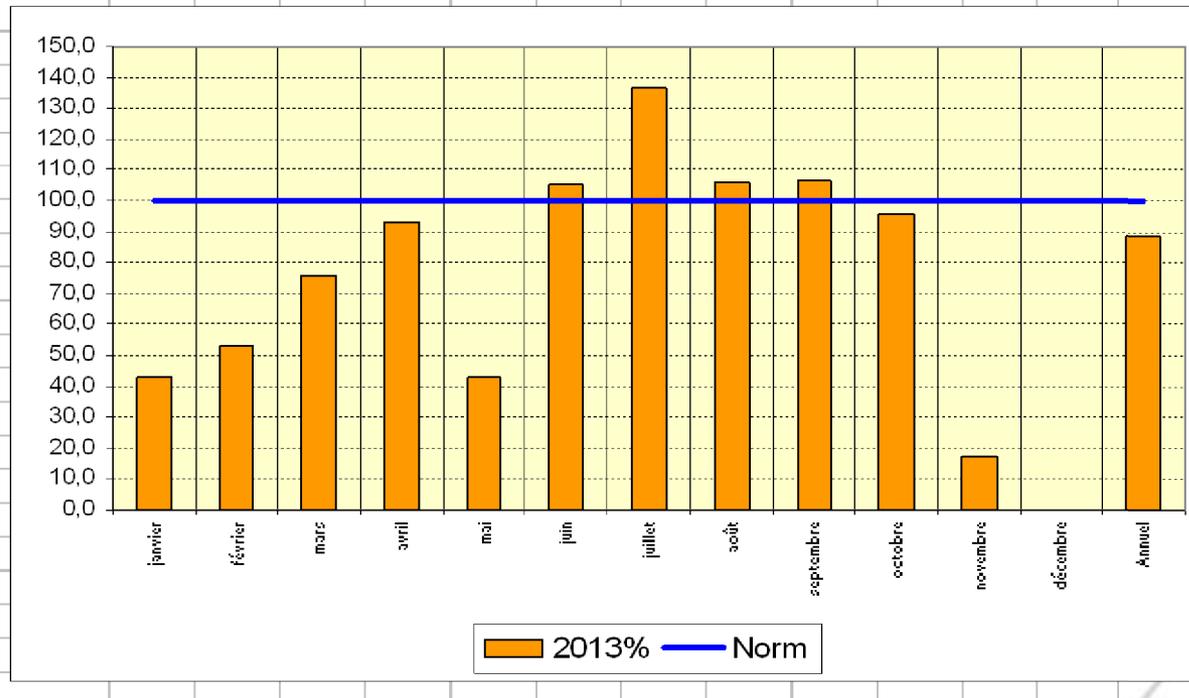
Nombre de jours ou RR > ou = à 1mm

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Annuel
Norm	11,2	9,5	10,6	9,3	11,0	9,9	9,6	9,2	9,2	11,4	11,6		112,5
Norm	11,2	9,5	10,6	9,3	11,0	9,9	9,6	9,2	9,2	11,4	11,6	11,8	124,3
2013	13	10	8	9	16	8	6	10	12	15	10		117
2013 en %	116,1	105,3	75,5	96,8	145,5	80,8	62,5	108,7	130,4	131,6	86,2	0,0	94,1



Ensoleillement (Nancy au 13/11/2013)

Cumul durée d'insolation													
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Annuel
Norm	52,6	79,1	127,3	160,6	201,4	211,1	230,9	235,7	154,6	93,0	52,0		1598,3
Norm	52,6	79,1	127,3	160,6	201,4	211,1	230,9	235,7	154,6	93,0	52,0	39,8	1638,1
2013	22,6	41,9	96,0	149,0	86,7	221,9	314,7	250,0	164,5	88,7	8,9		1444,9
2013%	43,0	53,0	75,4	92,8	43,0	105,1	136,3	106,1	106,4	95,4	17,1	0,0	88,2
<small>Norm</small>	<small>52,6</small>	<small>79,1</small>	<small>127,3</small>	<small>160,6</small>	<small>201,4</small>	<small>211,1</small>	<small>230,9</small>	<small>235,7</small>	<small>154,6</small>	<small>93,0</small>	<small>52,0</small>	<small>39,8</small>	<small>1638,1</small>



Et pour finir ...



**« Nous n'héritons pas la Terre de nos parents,
nous l'empruntons à nos enfants »**

Antoine de Saint-Exupéry

FIN



Je vous remercie de votre attention
Questions ?