

# Quel climat en France en 2050 et 2100 ?

Par Virginie SCHWARZ

Présidente-directrice générale de Météo-France

Et Jean-Michel SOUBEYROUX

Directeur adjoint scientifique de la direction de la Climatologie et des Services climatiques de Météo-France

La France n'est pas épargnée par l'ampleur du changement climatique constaté et à venir. DRIAS2020, le nouveau jeu de projections climatiques mis à disposition par Météo-France, précise à l'échelle de la métropole les évolutions climatiques décrites dans les travaux du GIEC.

Jusqu'au milieu de ce siècle, l'évolution est peu dépendante des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, avec un réchauffement moyen de + 1,7°C ainsi que la multiplication d'événements extrêmes, tels que les vagues de chaleur ou les sécheresses des sols.

À l'horizon 2100, l'évolution, en revanche, dépend fortement des émissions de gaz à effet de serre, avec une climatologie de notre pays totalement bouleversée et des impacts majeurs sur l'ensemble de nos activités, si les émissions ne sont pas significativement réduites.

Ces projections rappellent l'urgence à agir pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Elles constituent également la base pour le développement par Météo-France de services climatiques qui apportent aux différents secteurs d'activité des aides à la décision pour leur permettre de s'adapter à des évolutions déjà inéluctables.

Le sixième rapport du GIEC sur les bases physiques du changement climatique publié au mois d'août 2021 a réaffirmé le constat alarmant fait de ce changement à l'échelle planétaire : « les changements climatiques récents sont généralisés et rapides, et s'intensifient. Ils sont sans précédent depuis des milliers d'années ». Le réchauffement global atteint + 1,1°C depuis l'ère préindustrielle et même + 1,6°C sur l'ensemble des zones continentales. Le seuil de réchauffement de + 1,5°C devrait être dépassé au cours des quinze prochaines années, et seules des réductions importantes et rapides de nos émissions de CO<sub>2</sub> pourraient permettre de rester en deçà du seuil des + 2°C.

La France n'est pas épargnée par ces évolutions : ainsi, l'intensité du réchauffement depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle est estimée à environ + 1,7°C à l'échelle nationale, voire même + 2,3°C pour la ville de Paris (rapport APC 2021). Ce réchauffement se traduit par des évolutions rapides de plusieurs composantes de notre climat (températures extrêmes, sécheresse des sols, moindre enneigement en montagne, pluies extrêmes...) affectant de nombreux écosystèmes et activités économiques. Ce constat mesurable et généralisé à l'échelle du territoire met en exergue l'urgence d'engager des actions d'adaptation dans de nombreux secteurs, tout

en poursuivant des efforts importants en matière de décarbonation de notre société.

Au niveau national, l'État a lancé, en fin d'année 2021, l'évaluation de son deuxième plan national d'adaptation publié en 2018, qui s'était appuyé notamment en termes de trajectoires climatiques sur les données du rapport de l'ONERC de 2014 sur le climat de la France au XXI<sup>e</sup> siècle, des données disponibles sur le portail DRIAS<sup>lesfutursduclimat1</sup>. Depuis cette période, de nouvelles projections climatiques ont été réalisées aux échelles européenne et nationale. Les contributeurs sont constitués d'une vingtaine de services météo nationaux et organismes de recherche, dont Météo-France. Cela a permis de construire un diagnostic ciblé sur la France et mis à disposition par Météo-France en février 2021, de façon à conserver une image de l'état de l'art : le jeu de données DRIAS-2020.

L'objet de cet article est de préciser le climat attendu en France en 2050 et en 2100 à la lumière de ce nouveau jeu de référence qu'est le DRIAS-2020.

<sup>1</sup> [www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)

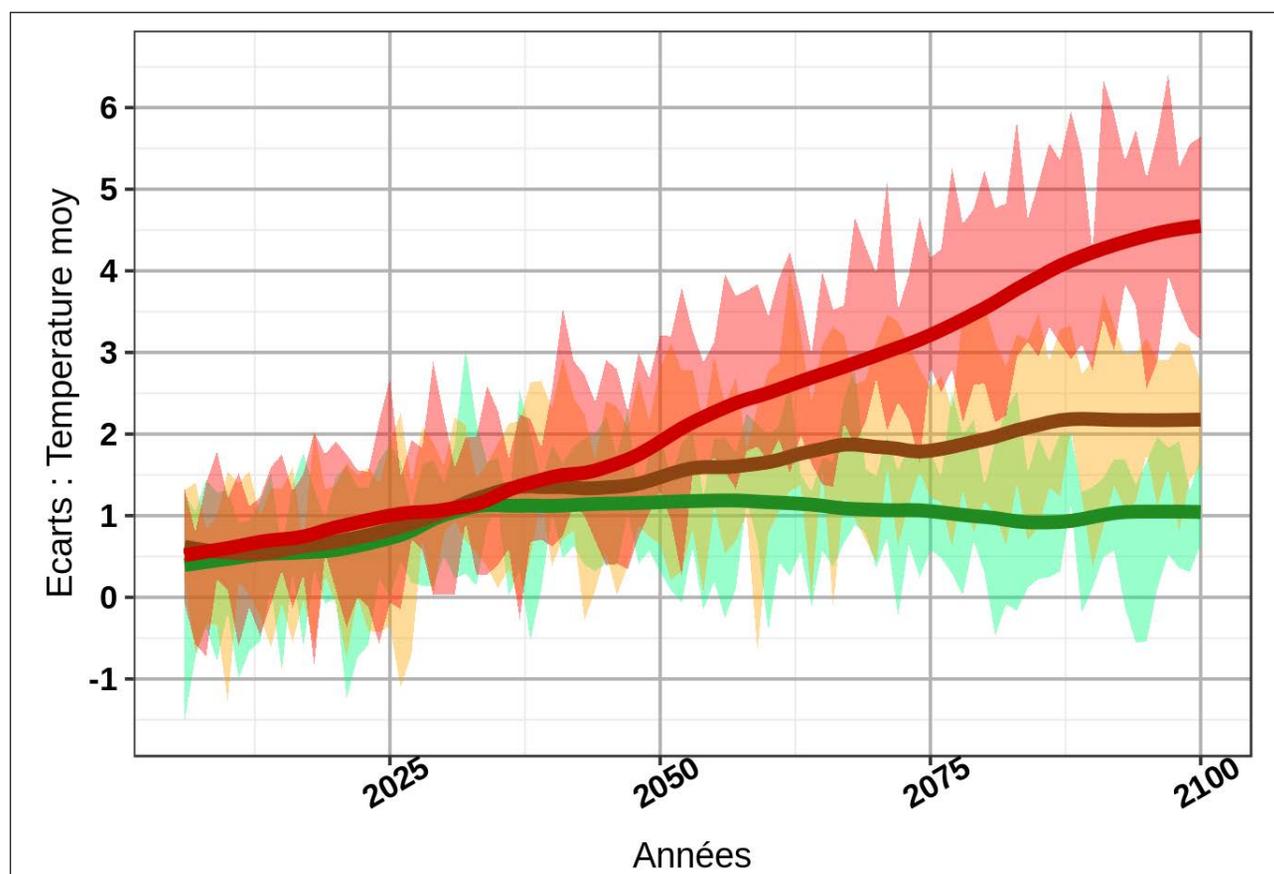


Figure 1 : Évolution projetée de l'anomalie de température moyenne en métropole jusqu'en 2100 pour différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre : RCP2.6 (en vert), RCP4.5 (en orange) et RCP8.5 (en rouge) – Source : Météo-France.

## Le nouveau jeu de référence DRIAS-2020

La mise à jour des contenus du portail DRIAS a été menée entre 2018 et 2020 dans le cadre du projet « Convention Services climatiques »<sup>2</sup> soutenu par le ministère de la Transition écologique. Les projections DRIAS-2020 s'appuient sur un ensemble européen se composant d'une centaine de projections climatiques régionalisées. Trente simulations ont été sélectionnées de façon à représenter au mieux les différentes évolutions possibles du climat, tout en veillant à conserver un ensemble compact pouvant être raisonnablement utilisé pour mener des études d'impact en aval.

Les différentes simulations, proposées dans une résolution de 8 km x 8 km, sont disponibles selon trois scénarios d'émissions de gaz à effet de serre sélectionnés par le GIEC : RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. Parmi les scénarios dits RCP (Representative Concentration Pathways), le RCP2.6 décrit un monde très sobre en émissions de gaz à effet de serre, dans lequel le réchauffement global reste inférieur à 2°C par rapport aux températures préindustrielles (objectif des Accords de Paris). Le RCP8.5 décrit, quant à lui, un futur sans régulation des émissions, qui nous mènerait à un

réchauffement global d'environ 5°C d'ici la fin de ce siècle. Le scénario RCP4.5 décrit, pour sa part, une voie intermédiaire, dans laquelle les émissions continuent de croître pendant quelques décennies, avant de se stabiliser puis de décroître avant la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.

L'ensemble des données du jeu DRIAS-2020 sont en accès libre et gratuit sur le portail DRIAS. En outre, de nombreuses cartes peuvent être produites à façon dans l'espace Découverte de l'application.

## Le climat de la France en 2050

Jusqu'en 2040, l'évolution différenciée des émissions de gaz à effet de serre des différents scénarios climatiques définis par le GIEC a peu d'impact sur l'évolution du climat. Mais cela change légèrement à l'horizon 2050. Nous avons donc fait le choix dans cet article de nous positionner à cet horizon pour présenter au lecteur le futur climat tel que défini par le scénario médian RCP4.5, lequel est aligné sur les engagements actuels (NDC) des différents pays ayant participé à la COP26. La Figure 1 ci-dessus illustre la similitude jusqu'au milieu de ce siècle des évolutions de la température moyenne annuelle en métropole correspondant aux trois scénarios d'émissions : on observe ainsi que les courbes correspondant aux trois scénarios considérés sont relativement voisines jusqu'au milieu de ce siècle, avant de diverger par la suite.

<sup>2</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma%20-%20Dveloppeur%20les%20services%20climatiques.pdf>

C'est également le scénario RCP4.5 qui a été pris en considération par RTE lors de son étude prospective « Futurs énergétiques 2050 » en France.

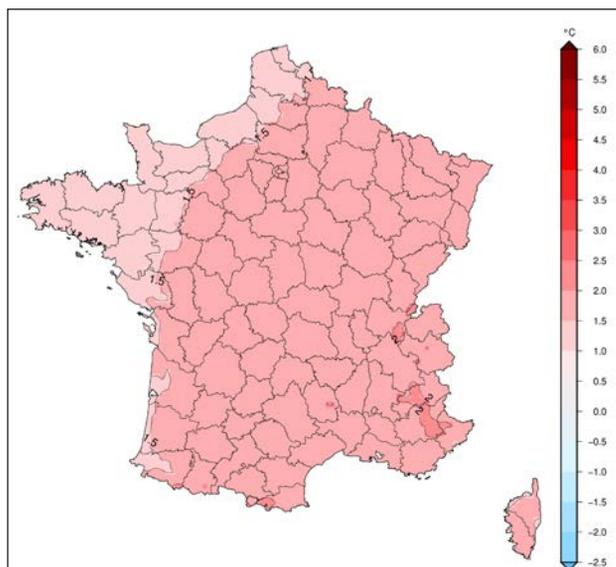


Figure 2a : Écart des températures moyennes annuelles à l'horizon 2050 (médiane de l'ensemble DRIAS-2020 sous scénario RCP4.5 (référence 1976-2005)) – Source : Météo-France.

Sur la base de ces hypothèses, le réchauffement climatique attendu à l'horizon 2050 est estimé à + 1,7°C en moyenne annuelle à l'échelle de la France (médiane des dix simulations de l'ensemble DRIAS-2020 par référence à 1976-2005<sup>3</sup>), avec des écarts allant de + 1°C en Bretagne à + 2,1°C sur le relief des Alpes et des Pyrénées (voir la Figure 2a ci-dessus). Il est à noter que cette valeur de réchauffement correspond à une augmentation de + 0,28°C par décennie, ce qui est assez proche des tendances observées depuis les années 1960. En termes d'analogie thermique, Lille aura alors le climat actuel de Poitiers, Nancy celui de Dijon et le centre de Paris celui d'Agen.

Ce réchauffement correspond à une modulation saisonnière présentant une hausse plus forte l'été (+ 2,1°C) et une accentuation des événements liés aux températures élevées, comme les vagues de chaleur, les journées de canicule ou les nuits tropicales (température nocturne supérieure à 20°C). La Figure 2b ci-contre montre ainsi qu'à l'exception des zones de montagne et du littoral de la Manche, toute la France connaîtra alors fréquemment des nuits tropicales qui sont aujourd'hui réservées quasiment exclusivement au littoral méditerranéen. Ces nuits, qui présentent des impacts sanitaires potentiels importants pour les populations à risques, deviendront bien plus fréquentes à Paris et à Bordeaux (plus de 20 jours par an), voire seront la norme au cœur de l'été à Toulouse ou à Lyon (30 jours) et seront même quasi systématiques tout au long de l'été sur le littoral méditerranéen, de Perpignan jusqu'à Marseille et Nice (plus de 60 jours).

<sup>3</sup> L'écart entre la référence 1976-2005 et la normale climatologique 1991-2020 est d'environ 0,6°C.

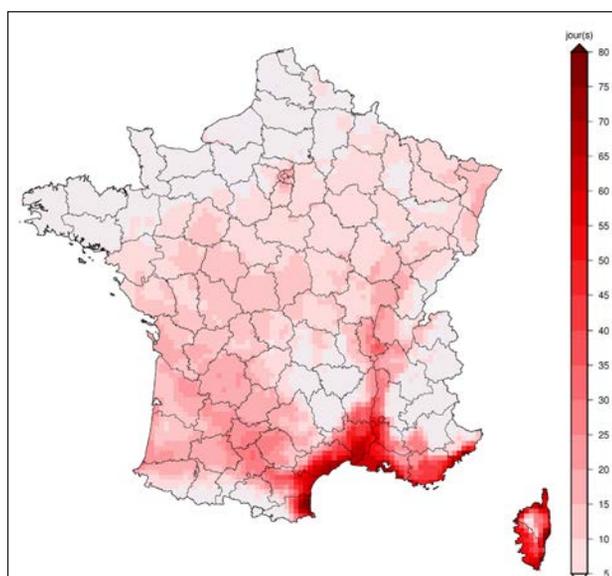


Figure 2b : Nombre annuel de nuits tropicales à l'horizon 2050 (médiane de l'ensemble DRIAS-2020 sous scénario RCP4.5) – Source : Météo-France.

En termes de cumul annuel de précipitations, les évolutions attendues sont relativement modestes (hausse de + 1,6 % sur la médiane de l'ensemble DRIAS-2020) et présentent une incertitude sur le signe de la tendance, certaines simulations se traduisant par une hausse supérieure à 7 % et d'autres par une baisse inférieure à 3 %. Les Figures 3a et 3b de la page suivante illustrent cette incertitude sur le signe de l'évolution du cumul annuel de précipitations, laquelle est particulièrement sensible dans le sud de la France, où les écarts possibles varient entre - 10 et - 15 % dans les simulations reposant sur les niveaux de précipitations les plus bas et + 10 et + 20 % dans les simulations à niveaux élevés.

Si le signe de l'évolution du cumul annuel est incertain, les projections climatiques s'accordent en revanche sur une modulation saisonnière avec plus de précipitations en hiver (+ 12 % pour la médiane de l'ensemble) et des pluies moindres en été (- 5 % pour la médiane). L'augmentation de l'intensité des pluies extrêmes, qui est de l'ordre de + 10 % en moyenne au niveau national, fait également consensus dans les projections climatiques à l'horizon 2050.

De nouvelles simulations hydrologiques réalisées par Météo-France dans le cadre du projet Explore 2 permettent de préciser l'évolution des composantes du bilan hydrique<sup>4</sup>, avec, en particulier, une hausse de l'évapotranspiration de l'ordre de + 10 %, laquelle se traduit par une augmentation de la sécheresse des sols en été (près de 25 jours). En montagne, la baisse du stock nival au printemps pourrait atteindre 40 % dans les Alpes du Nord et jusqu'à 60 % dans les Pyrénées. Ces premières simulations, qui seront prochainement complétées par d'autres modélisations hydrologiques, indiquent une évolution contrastée des débits tant au niveau géographique (tendance à la hausse dans la moitié nord et à la baisse dans la moitié sud) que saisonnier (hausse des débits en hiver et baisse des

<sup>4</sup> <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/332>

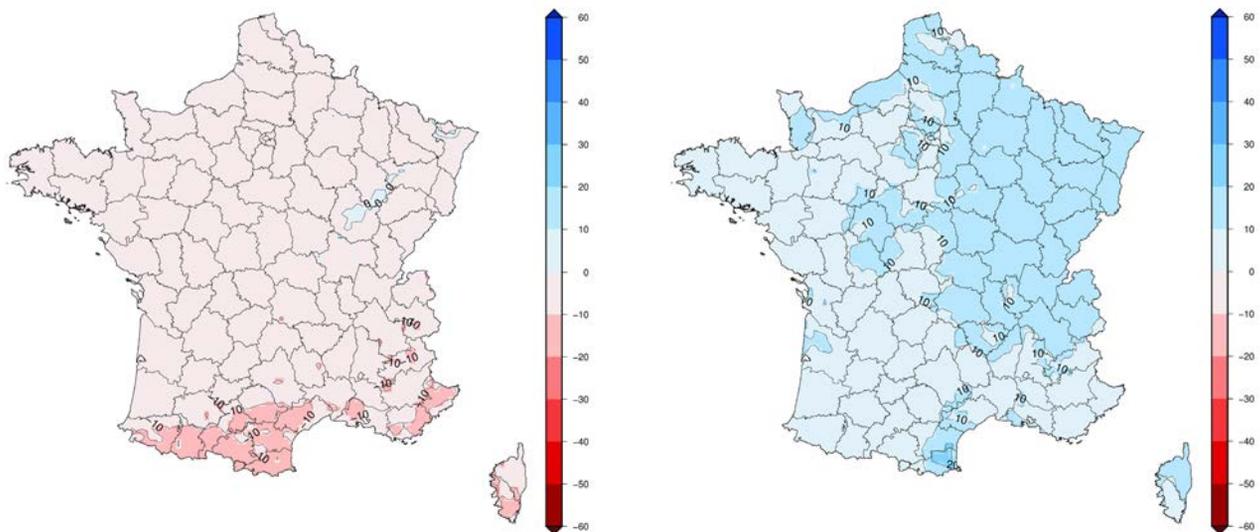


Figure 3 : Écart relatif (en %) du cumul annuel de précipitations à l'horizon 2050 sous scénario RCP4.5 (référence 1976-2005). Écart correspondant dans la carte de gauche au 5<sup>e</sup> centile de l'ensemble DRIAS-2020 et dans la carte de droite au 95<sup>e</sup> centile de ce même ensemble – Source : Météo-France.

débits d'étiage) ; une situation qui pourrait nécessiter la prise de mesures d'adaptation fortes dans la gestion de la ressource en eau en France pour la rendre plus résiliente face aux événements de crues et à ceux de sécheresse, dont la fréquence et l'intensité devraient augmenter.

### Les futurs possibles en 2100

À l'horizon 2100, le climat futur en France dépendra fortement des trajectoires climatiques suivies ; à ce niveau, les écarts entre les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre deviennent prépondérants par rapport aux autres sources d'incertitude. L'augmentation des températures moyennes annuelles se stabiliserait légèrement en dessous de + 1,5°C dans le scénario RCP2.6, mais pourrait atteindre + 2,1°C dans celui

RCP4.5 (médiane de l'ensemble DRIAS-2020), voire même + 3,9°C dans le scénario RCP8.5 (médiane de l'ensemble DRIAS-2020). La réalisation de ce dernier scénario pourrait bousculer totalement la climatologie de notre pays amenant le climat de Lille à s'inscrire dans les normes actuelles de Perpignan. La question de la hausse des températures estivales suscite encore plus d'inquiétudes avec une hausse maintenue sous + 1,5°C dans le scénario RCP2.6, mais atteignant + 2,2°C dans le scénario RCP4.5 et + 4,5°C dans le scénario RCP8.5. L'incertitude sur l'évolution des précipitations en fin de siècle perdure quel que soit le scénario climatique pris en compte, tandis que les variations saisonnières entre l'hiver et l'été sont exacerbées dans le scénario RCP8.5 (+ 20 % en hiver et - 22 % en été) conduisant à une hydrologie dominée par des situations extrêmes en termes d'humidité ou, au contraire, de sécheresse.

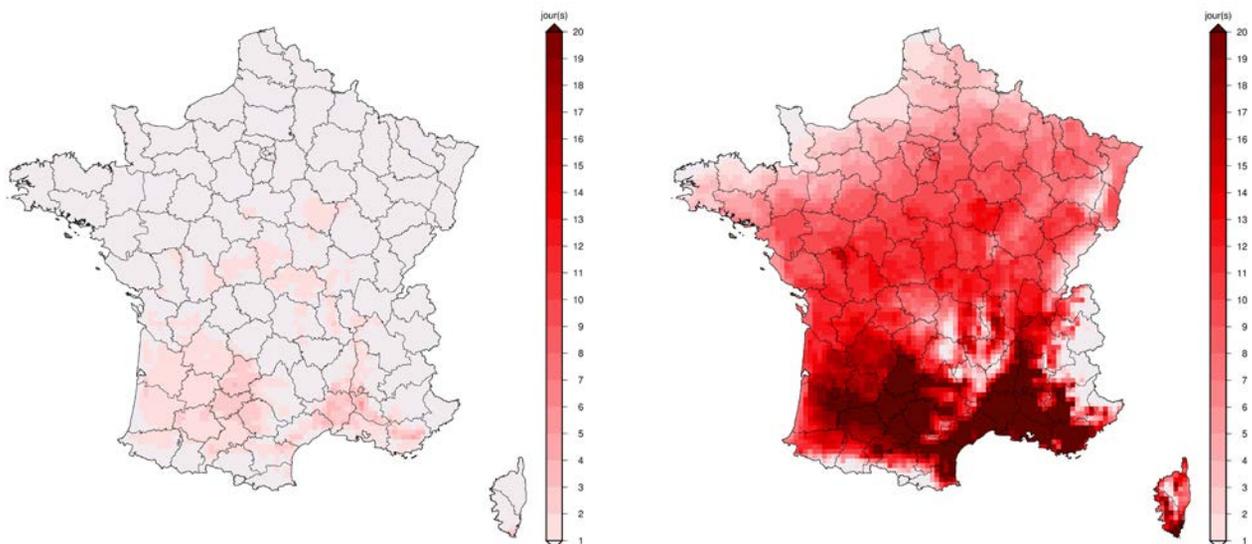


Figure 4 : Nombre de journées de forte chaleur (température maximale supérieure à 35°C) sur la période de référence 1976-2005 (carte de gauche) et à un horizon lointain (2071-2100) selon le scénario RCP8.5 (carte de droite) – Source : Météo-France.

Au-delà de ces évolutions à l'échelle de l'année ou des saisons, c'est l'évolution des phénomènes extrêmes qui pourrait constituer l'élément le plus impactant.

L'évolution déjà amorcée pour les extrêmes de température se poursuivra en deuxième moitié de siècle, avec une amplitude qui dépendra fortement de la trajectoire des émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, le nombre de jours de forte chaleur (température maximale supérieure à 35°C), qui ne progresserait que faiblement (quelques jours) dans le scénario RCP2.6, augmenterait de 15 à 20 jours dans Sud-Ouest et jusqu'à 35 à 40 jours dans le Sud-Est dans le scénario à fortes émissions qu'est le RCP8.5 (voir la Figure 4 de la page précédente).

Sans surprise, la tendance est exactement inverse pour les extrêmes froids. Les températures minimales les plus froides (10<sup>e</sup> centile) augmenteront, mais dans des proportions très différentes selon les scénarios. Ces températures remonteraient de 0,5°C à 1°C dans le scénario RCP2.6, de 2°C à 2,5°C dans le scénario RCP4.5 et de 3,5°C à 4°C dans le scénario RCP8.5 (voir la Figure 5 ci-dessous). Cette évolution s'accompagne bien sûr d'une forte diminution du nombre de jours de gel.

niveau actuel dans le cas du scénario RCP2.6, mais une augmentation de près d'un mois dans le scénario RCP4.5 (hausse de 50 %) et même jusqu'à deux mois dans celui du RCP8.5 (hausse de 100 %).

## Perspectives en matière d'atténuation et d'adaptation

Le nouveau jeu de référence DRIAS-2020 permet de décrire assez précisément les évolutions possibles du climat en France aux horizons 2050 et 2100 pour les paramètres liés aux températures, aux précipitations, et même au vent ou à l'humidité de l'air (deux paramètres non évoqués dans cet article).

Pour autant, ces évolutions pour pouvoir être traduites par les décideurs en termes de mesures d'adaptation doivent encore d'être retravaillées pour représenter les impacts sectoriels dans les domaines de l'énergie, de la gestion de la ressource en eau, des pratiques agricoles, du tourisme... Les modélisations hydrologiques du projet Explore 2 sont une première étape dans cette optique : en effet, elles permettent de décrire les futurs de la ressource en eau en amont de nombreux usages

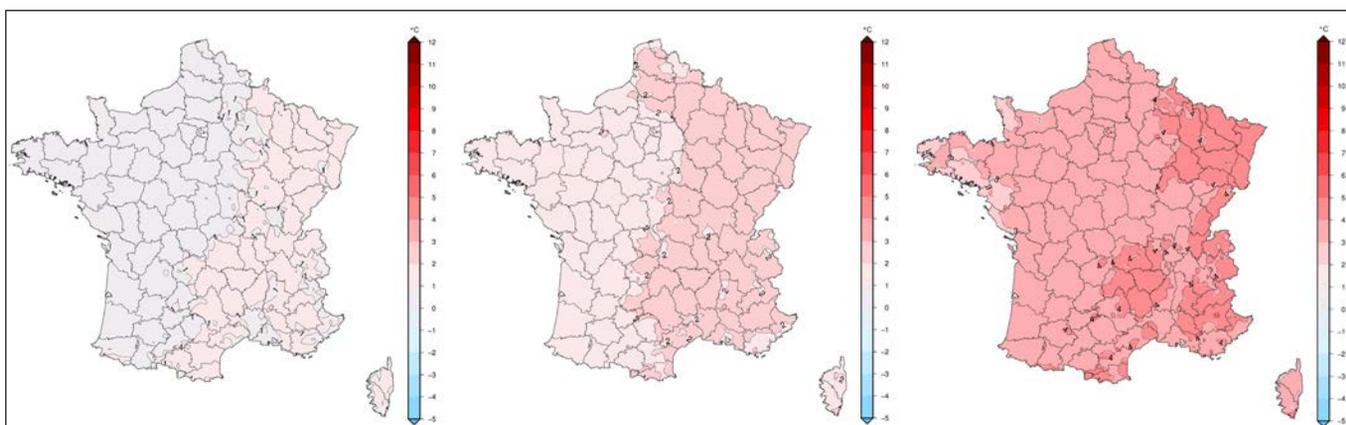


Figure 5 : Évolution des extrêmes froids de température minimale entre 1976-2005 et 2071-2100, dans le scénario RCP2.6 (carte de gauche), dans le scénario RCP4.5 (carte au centre) et dans le scénario RCP8.5 (carte à droite) – Source : Météo-France.

Les extrêmes de précipitations vont également se renforcer. On s'attend à une augmentation de l'intensité des précipitations les plus fortes (99<sup>e</sup> centile des cumuls quotidiens), et ce dans tous les scénarios. Dans le scénario le plus défavorable, cette hausse pourrait atteindre 15 à 20 %. Il convient cependant de souligner deux éléments qui peuvent appeler à une certaine prudence au regard de ces résultats. Tout d'abord, l'indicateur utilisé met en évidence des niveaux de pluies quotidiennes (de l'ordre de 30 à 60 mm) observés en moyenne trois jours par an. Il n'est donc pas forcément représentatif des intensités rencontrées, par exemple dans les épisodes méditerranéens. Par ailleurs, pour ce paramètre, l'incertitude est plus liée aux modèles climatiques qu'au scénario RCP considéré.

L'aggravation de la sécheresse des sols est aussi un élément-clé du climat de la France de 2100 avec une stabilité du nombre annuel de jours de sol sec au

de l'eau potable, que ce soit en matière d'agriculture, d'hydroélectricité, de navigation fluviale, de tourisme, et sans oublier, bien sûr, la préservation des milieux naturels. Des outils de modélisation des systèmes anthropisés, comme la gestion de la neige dans les stations de ski, permettent de constituer de véritables aides à la décision en matière d'adaptation (service ClimSnow), tandis que les solutions fondées sur la nature viennent compléter cette palette d'outils.

Mais les projections à horizon 2100 et les évolutions décrites par le scénario RCP8.5 rappellent l'urgence à agir pour arriver à une réduction rapide et forte de nos émissions de gaz à effet de serre au niveau planétaire, et donc à l'échelle nationale. L'atteinte rapide de la neutralité carbone après 2050 ne relève plus d'un choix politique parmi d'autres, mais bien d'une nécessité, celle de préserver le fonctionnement de nos sociétés et de leur capacité d'adaptation.