



## Scénarios climatiques

### Objectifs :

- ✓ Présenter les différents scénarios climatiques globaux du GIEC
- ✓ Etudier leurs conséquences en pluviométrie et température sur le territoire métropolitain français

## 1. Définition de la variable

Cette fiche présente les **différentes hypothèses de variations du climat pour les années à venir** (perspective 2050 et 2100), au niveau **mondial** avec un zoom sur la **France métropolitaine**, à travers les scénarios climatiques du GIEC. Ainsi, la source principale des éléments présentés ci-dessous sont les analyses et projections du GIEC, parfois réutilisées et retravaillées par diverses études. Des ressources et exemples d'utilisation de cette variable sont notamment disponibles dans les études suivantes : ADOUR 2050, Agrimonde, Climalait, Climaviande, AFClim, Aqua 2030, etc.

## 2. Indicateurs de cette variable

Elle étudie notamment les implications en termes de températures (moyennes, minimales, maximales, nombre de jours de gels, de jours à plus de 25°C, enneigement) et de pluviométrie, ainsi que la fréquence des événements climatiques extrêmes.

## 3. Méthodes de modélisation des scénarios climatiques

### 3.1. Les deux approches du GIEC (avant 2007 et depuis 2007)

Le GIEC a utilisé jusqu'en 2007 des scénarios appelés les *Second Report on Emission Scenario (SRES)*, répartis en grandes familles (A1, A2, B1, B2). Les SRES sont des scénarios socio-économiques qui intègrent les impacts sur le climat de l'évolution de la démographie mondiale, de l'économie, du développement industriel et agricole. Ils ont été développés par le GIEC<sup>1</sup>.

Tableau 1 - Liste et détails des scénarios du GIEC utilisés pour les rapports 2001 et 2007. Source : GIEC, Météo France

Nom du scénario	Détails <sup>2</sup>	Sous-scénarios
Famille A1	Croissance économique très rapide, répartie de façon homogène sur la planète. Population à 9 milliards d'individus vers 2050, déclin ensuite. De nouvelles technologies énergétiquement efficaces.	A1F1 (forte intensité de combustibles fossiles) A1B (équilibre entre les sources) A1T (sources d'énergie autres que fossiles)
Famille A2	Croissance économique et introduction de technologies énergétiquement efficaces très variable selon les géographies ; la population atteint 15 milliards en 2100.	
Famille B1	Croissance économique rapide et homogène, dominée par la croissance des services et des technologies de l'information et de la communication.	
Famille B2	Mi-chemin entre A1 et A2, population à 10 milliards d'individus en 2100.	

<sup>1</sup> Nebojša Nakićenović et Intergovernmental Panel on Climate Change, éd., *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2000).

<sup>2</sup> <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-giec-groupe-dexperts-intergouvernemental-sur-levolution-du-climat/les-scenarios-du-giec>

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1FI	↗	↗	↘	↗	↗	↗
A1B	↗	↗	↗	↗	↗	↗
A1T	↗	↗	↗	↗	↗	↗
B1	↗	↗	↗	↗	↗	↗
A2	↗	↗	↘	↘	↗	↘
B2	↗	↗	↗	↗	↗	↘

Figure 1 - Principales hypothèses faites pour les scénarios socio-économiques du GIEC. Source : DRIAS

Les projections actuelles se basent néanmoins sur d'autres scénarios, les *Representative Concentration Pathways* (RCP). Ils couvrent une période plus longue que les SRES, puisqu'ils s'étendent jusqu'à 2300. Les RCP (RCP 8.5, 6.0, 4.5, 2.6) correspondent à des niveaux de forçage radiatif sur la période 2006-2300. Ils sont fournis par la communauté scientifique au GIEC. Des scénarios socio-économiques (SSE) sont ensuite construits sur ces hypothèses de forçage radiatif par des économistes et sociologues. Il existe 5 SSE distincts, représentés sur la figure ci-après<sup>3</sup>.

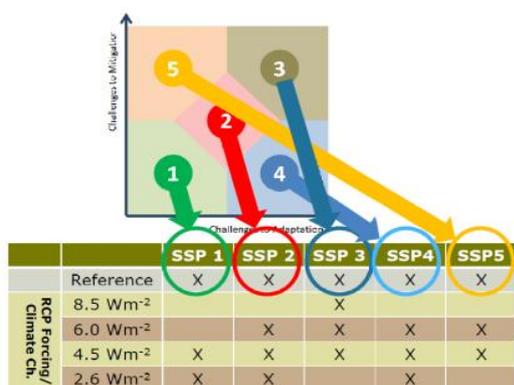


Figure 3 - Relations entre RCP et SSP, d'après Ebi et al. 2014

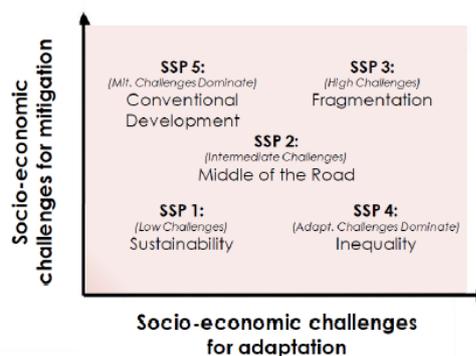


Figure 3 - Les 5 SSP selon le défi socio-économique d'adaptation et d'atténuation qu'ils représentent. Sources : MEDDE, 2013 et Nigell et al. 2011

Comme illustré par la Figure 2, on peut comparer ces deux types de scénarios.

- Le RCP 8.5 est un scénario pessimiste qui n'a pas son équivalent parmi les SRES
- Le RCP 6.0 et le RCP 4.5 correspondent sensiblement aux scénarios A1B et B1.
- Le RCP 2.6 est un scénario optimiste qui n'a pas son équivalent parmi les SRES ; il intègre les effets des politiques de réduction pour limiter le réchauffement planétaire à 2°C.

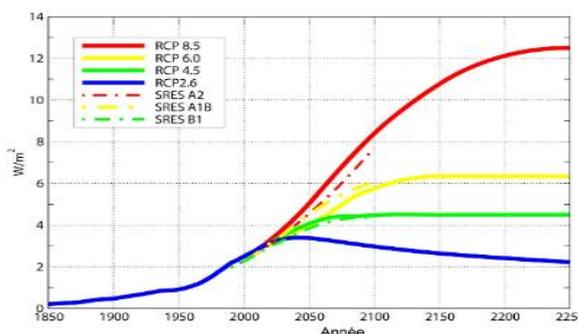


Figure 4 - Comparaison des 2 types de scénarios du GIEC (SRES et RCP). Source : Drias

<sup>3</sup> Nigel W. Arnell et Tom Kram, « A framework for a new generation of socioeconomic scenarios for climate change impact, adaptation, vulnerability, and mitigation research », 2011, [https://www.ipcc.ch/apps/njlite/ar5wg2/njlite\\_download2.php?id=9912](https://www.ipcc.ch/apps/njlite/ar5wg2/njlite_download2.php?id=9912); Kristie L. Ebi et al., « A New Scenario Framework for Climate Change Research: Background, Process, and Future Directions », *Climatic Change* 122, n° 3 (février 2014): 363- 72, <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0912-3>.

### 3.2. Les différentes approches de régionalisation

Les projections régionalisées sont soumises à de fortes incertitudes. Il existe différentes méthodes de régionalisation, dont les spécificités techniques dépassent le cadre de cette fiche (méthodes statistiques, dynamiques ou bien statistico-dynamiques)<sup>4</sup>.

## 4. Etude rétrospective des évolutions du climat & situation actuelle

### 4.1. Liste des facteurs d'influence des scénarios climatiques

Les causes du changement climatique sont connues et documentées ; le forçage radiatif dû à l'augmentation des concentrations atmosphériques des principaux gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote notamment) est la cause principale du changement climatique. Celui-ci est connu et documenté.

L'augmentation des émissions de ces gaz à effet de serre est liée à de multiples causes (utilisation de combustibles fossiles, changement d'affectation des terres, construction, agriculture)<sup>5</sup>. Ce sont les directions choisies d'évolution de ces causes qui déterminent la réalisation ou non d'un scénario climatique, sachant que ces orientations sont dépendantes notamment des politiques internationales et négociations climatiques qui ont lieu lors des COP (Conférences des parties) de l'ONU.

### 4.2. Evolution rétrospective du climat

#### 4.2.1. Températures

La décennie 2006-2015 était de 0,83°C à 0,89°C plus chaude en moyenne que la période préindustrielle dans le monde<sup>6</sup>. La température annuelle moyenne de la superficie européenne pour 2006-2015 était de +1,5C par rapport à la période préindustrielle<sup>7</sup>. 1°C d'augmentation de la température entraînant 10 à 15% d'évapotranspiration supplémentaire, les conséquences pour les systèmes agricoles seront intenses. Depuis 1950, dans le monde, les températures extrêmes hautes sont plus fréquentes, alors que les températures extrêmes basses le sont moins (Figure 5). La durée des vagues de chaleur en été a doublé depuis 1880.

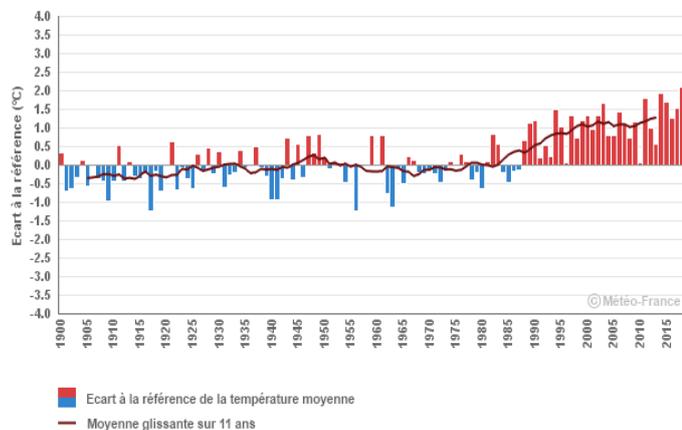


Figure 4 - Températures moyennes annuelles : écart à la référence 1961-1990 (France métropolitaine). Source : Météo France : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat>

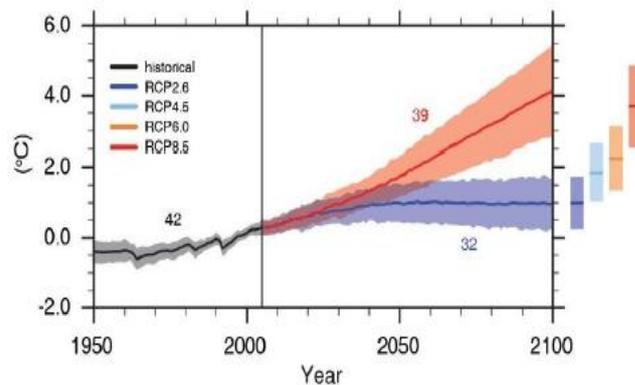


Figure 6 - Projections d'évolution de la température annuelle moyenne globale (monde). Source : GIEC, 2013

#### 4.2.2. Précipitations

<sup>4</sup> Julien Boé, « Changement global et cycle hydrologique: Une étude de régionalisation sur la France », 2007, 279.

<sup>5</sup> CEP, « Prospective AFClm - Agriculture, forêt, climat vers des stratégies d'adaptation », mai 2012.

<sup>6</sup> Life EU, « Vers une adaptation durable de l'agriculture européenne au changement climatique (AgriAdapt) », mars 2017.

<sup>7</sup> Life EU.

Depuis 1950, les précipitations annuelles ont augmenté en Europe du Nord (surtout en hiver) et diminué en Europe du Sud<sup>8</sup> (Figure 7). L'enneigement est très variable selon les années, aucune tendance significative ne ressort depuis 2050. Depuis 1951, les épisodes de grêle sont en croissance dans le sud de la France.

Evolution observée du cumul annuel de précipitations sur la période 1959-2009

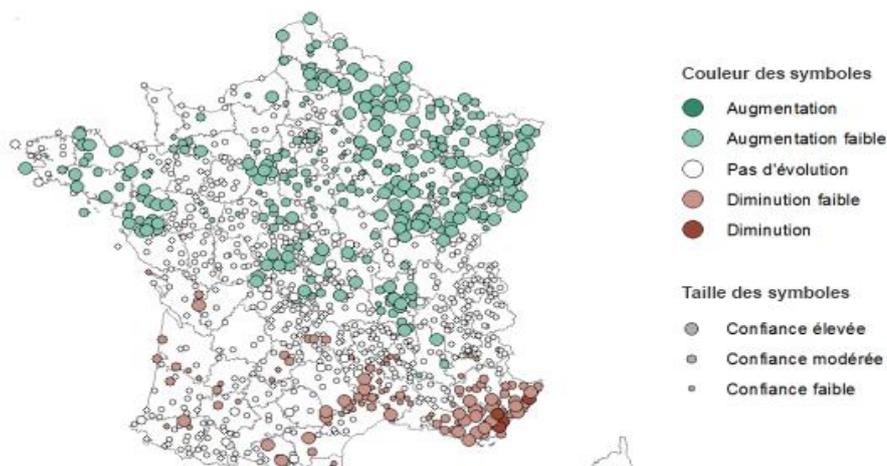


Figure 7 - Evolution observée du cumul annuel de précipitations sur la période 1959-2009. Source : Météo France, <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

## 5. Prospective sur la variable : scénarios climatiques mondiaux déclinés en France

Dans tous les futurs possibles, le climat de 2050 devrait être significativement différent du climat actuel. La date de 2050 est le point de départ des divergences significatives entre les différents scénarios. Les contrastes entre régions sèches et humides vont vraisemblablement s'accroître dans le monde.

Dans le **monde et la région européenne**, les contrastes entre régions sèches et humides vont vraisemblablement s'accroître. Le GIEC souligne la possibilité d'une augmentation de la demande en eau d'irrigation et des risques de l'agriculture pluviale (forte variabilité des pluies)<sup>9</sup>. Les scénarios climatiques évoluent dans la direction suivante<sup>10</sup> :

- Augmentation de températures pour toute l'Europe ; augmentation des températures pour 2081-2100 de +0,3°C à 1,7°C pour le RCP 2.6 à +2,6°C à 4,8°C pour RCP 8.5
- Précipitations croissantes au Nord, diminuant au Sud ;
- Augmentation de l'occurrence des inondations en Europe (liées à des épisodes pluvieux intenses). L'Europe du Sud est sujette à un risque d'assèchement des rivières.
- Augmentation du risque de fortes tempêtes l'hiver et des vagues de chaleur très extrêmes une année sur deux en 2100 (RCP 8.5).

En **France**, l'agriculture estivale devrait devenir impossible sans irrigation dans les régions méditerranéennes, alors qu'elle devrait le rester dans les régions au nord grâce à une évolution des pratiques<sup>11</sup>. Les grandes évolutions sont les suivantes :

- Baisse des débits moyens annuels des rivières (-10% et -40%, surtout sur les bassins Adour-Garonne et Seine Normandie)<sup>12</sup>.

<sup>8</sup> Life EU.

<sup>9</sup> CGEDD et CGAAER, « Changement climatique, eau, agriculture. Quelles trajectoires d'ici 2050 ? », juillet 2020.

<sup>10</sup> Life EU, « Vers une adaptation durable de l'agriculture européenne au changement climatique (AgriAdapt) ».

<sup>11</sup> CGEDD et CGAAER, « Changement climatique, eau, agriculture. Quelles trajectoires d'ici 2050 ? »

<sup>12</sup> Agence de l'Eau Adour-Garonne, « Garonne 2050 - Etude prospective sur les besoins et les ressources en eau, à l'échelle du bassin de la Garonne », 2014; MEDDE et al., « Explore 2070 », 2012; Eric Sauquet, « Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050 », 2014, 243.

- Réduction des débits d'étiage (baisse de 50% pour la Garonne<sup>13</sup> et de 30 à 40% pour la Seine), liée notamment à une diminution significative du manteau neigeux et de la durée d'enneigement
- Augmentation de la moyenne annuelle des températures de l'eau de 1,6°C sur tout le territoire (avec des variations locales toutefois)<sup>14</sup>

Les hypothèses par scénario du GIEC sont détaillées dans le tableau 2, à grosses mailles (RCP 2.6, 4.5 et RCP 8.5). Les scénarios socio-économiques sont eux présentés dans une fiche annexe, et reprennent des éléments de la littérature<sup>15</sup>. Les figures détaillent ensuite les situations et hypothèses par région.

Tableau 2 - Liste des scénarios climatiques et de leurs conséquences sur le territoire métropolitain. Source : Météo France, AgriAdapt.

Nom	Température moyenne	Événements climatiques extrêmes	Pluviométrie moyenne
RCP 2.6	+0.3 à 1.7°C. Réchauffement stabilisé d'ici à 2100.	Doublement des vagues de chaleur par rapport au XXème siècle pour 2050. Pour 2100, idem. Vagues de froid en diminution.	Peu d'évolution des précipitations estivales et hivernales jusqu'en 2100.
RCP 4.5	+1,1°C à 2,8°C	Augmentation du nombre de journées chaudes (+18jours par an selon RCP 4.5) Diminution du nombre annuel de jours de gel (-17jours par an selon RCP 4.5)	Peu d'évolution des précipitations estivales et hivernales jusqu'en 2050.
RCP 8.5	+2.6 à 4.8°C d'ici 2071-2100	Vagues de chaleur très extrêmes une année sur deux vers 2100 (+47 jours par an de journées chaudes selon RCP 8.5). Diminution du nombre annuel de jours de gel (-27jours par an selon RCP 8.5) Doublement des vagues de chaleur par rapport au XXème siècle pour 2050. Pour 2100, multiplication par 5. Vagues de froid en diminution intense, pourraient devenir extrêmement rares d'ici à 2100.	Après 2050, diminution des précipitations estivales sur tout le territoire, masquant des contrastes régionaux. Après 2050, augmentation des précipitations hivernales sur tout le territoire, masquant des contrastes régionaux.

<sup>13</sup> Agence de l'Eau Adour-Garonne, « Garonne 2050 - Etude prospective sur les besoins et les ressources en eau, à l'échelle du bassin de la Garonne ».

<sup>14</sup> MEDDE et al., « Explore 2070 ».

<sup>15</sup> Brian C. O'Neill et al., « The Roads Ahead: Narratives for Shared Socioeconomic Pathways Describing World Futures in the 21st Century », *Global Environmental Change* 42 (1 janvier 2017): 169- 80, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>; Keywan Riahi et al., « The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview », *Global Environmental Change* 42 (1 janvier 2017): 153- 68, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.

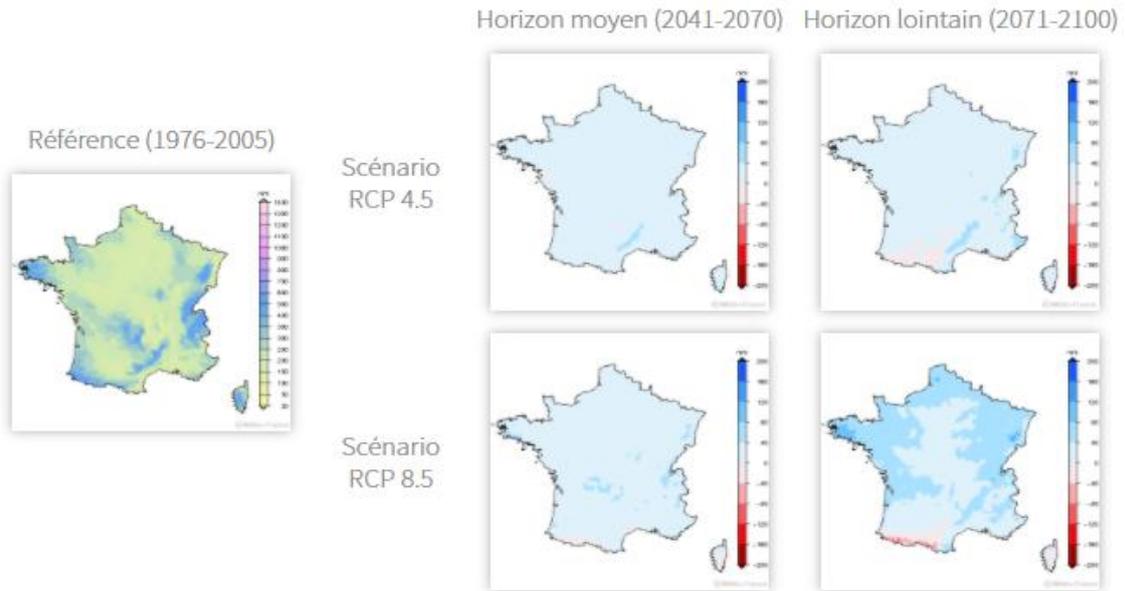


Figure 5 - Cumul hivernal des précipitations, écart à la référence et simulations climatiques pour RCP 4.5 et 8.5.  
Source : Météo France.

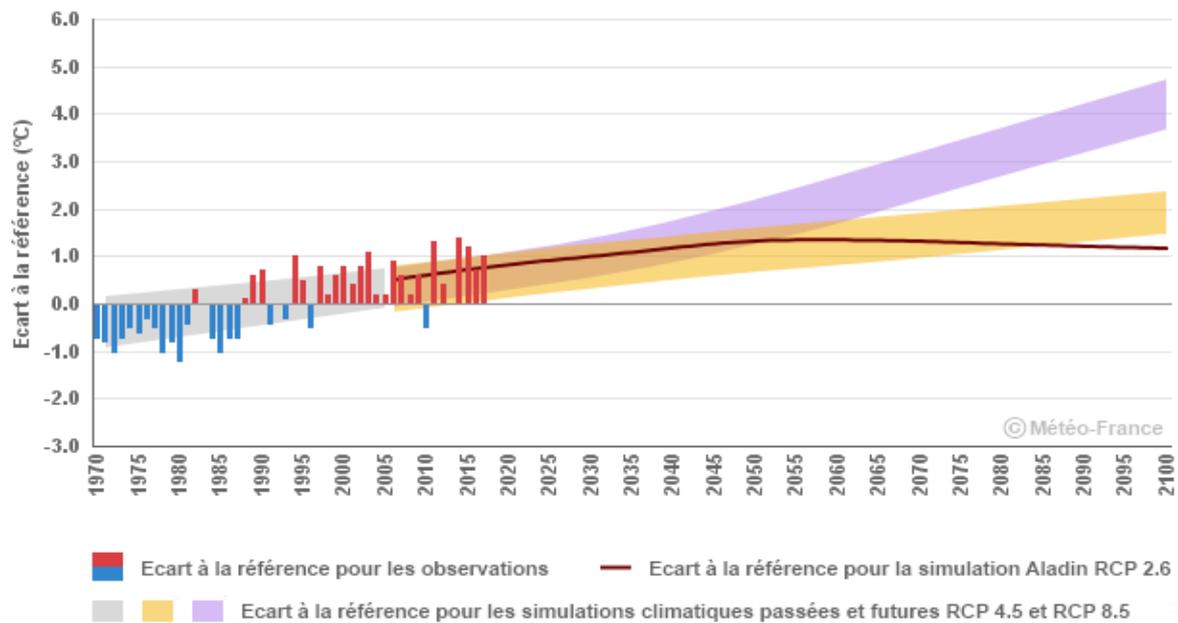


Figure 6 - Température moyenne annuelle en France métropolitaine, écart à la référence 1976-2005 et observations et simulations climatiques pour 3 scénarios (RCP 2.6, 4.5 et 8.5). Source : Météo France.

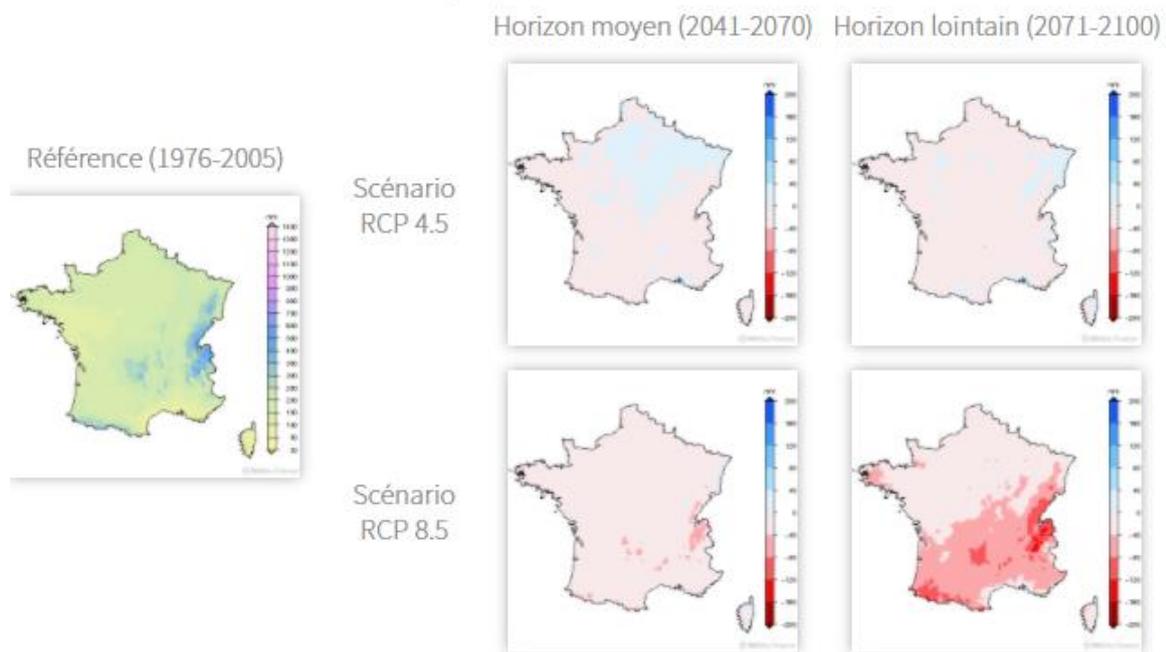


Figure 7 - Cumul estival des précipitations - écart à la référence et simulations pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5. Source : Météo France.

## 6. Pour aller plus loin

Logo	Nom
	<p>Changement climatique, eau, agriculture. Quelles trajectoires d'ici 2050 ? Rapport du CGEDD et du CGAAER. Etudes de cas intéressantes dans 7 départements.</p>
	<p>Site Météo France : revue détaillée des observations (et projections) de changement climatique depuis les années 1950 en Martinique et sur le territoire métropolitain. <a href="http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd">http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd</a></p>
	<p>Observations &amp; projections climatiques, à l'échelle européenne avec des cas d'étude en France : <a href="https://awa.agriadapt.eu/fr/map/89092/climate-observations">https://awa.agriadapt.eu/fr/map/89092/climate-observations</a></p>