

# Aide à la sélection des modèles

## Scénario d'émission RCP2.6 à l'horizon 2071-2100

Pour faciliter la sélection des modèles climatiques de l'ensemble DRIAS-2020, nous avons analysé deux indicateurs climatiques représentatifs du comportement des modèles :

- $\Delta T$  : écart de la température moyenne (sur 30 ans) par rapport à une période de référence (1976-2005)
- $\Delta P$  : écart relatif des précipitations (sur 30 ans) par rapport à une période de référence (1976-2005)

Nous avons calculé ces indicateurs sur les données corrigées et agrégé sur la France, pour chaque modèle individuellement, à la fréquence annuelle et saisonnière ainsi que pour les 3 périodes traitées dans DRIAS : 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100.

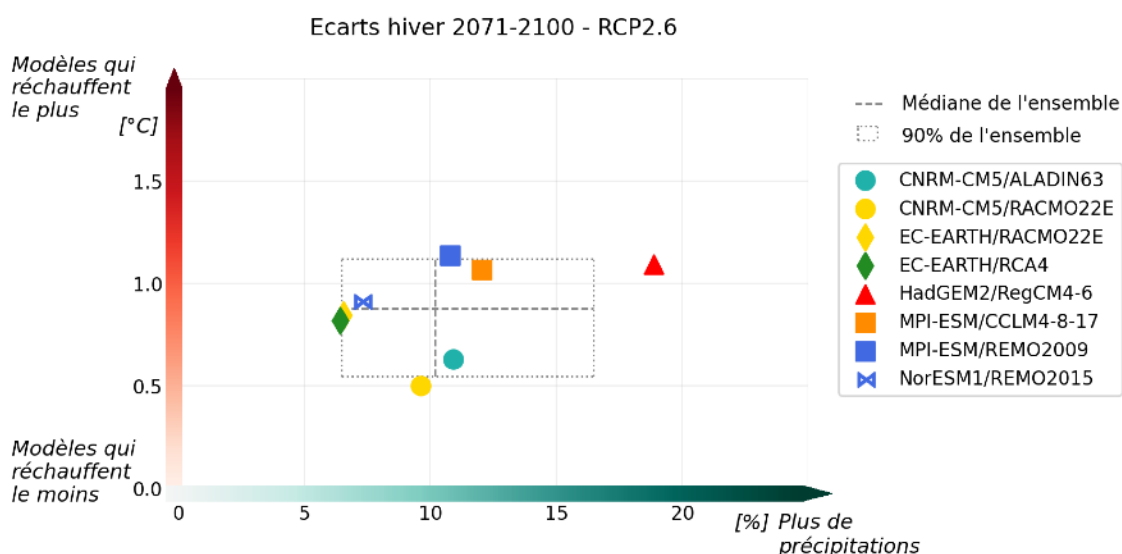
Dans un second temps, afin d'évaluer l'incertitude associée à chacun de ces indicateurs, nous avons appliqué la méthode décrite ci-dessus pour le calcul des paramètres de distribution (les 5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles) à partir de l'ensemble des modèles.

Pour chaque saison nous vous présentons ci-dessous, un classement des modèles par variable (température et précipitations) sous forme de tableau et une vision 2D (delta T/ delta P) permettant de caractériser les modèles à la fois sur les températures et sur les précipitations.

[Saison hivernale \(DJF\)](#) ; [Saison printanière \(MAM\)](#) ; [Saison estivale \(JJA\)](#) ; [Saison automnale \(SON\)](#).

### >> Saison hivernale (DJF) :

#### Diagramme $\Delta T / \Delta P$ :



Ce graphique présente la dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et de températures (ordonnées). Et ceci pour une saison donnée de la fin du siècle selon le scénario RCP2.6. Le symbole utilisé est représentatif du modèle climatique global utilisé comme forçage et la couleur est fonction du modèle climatique régional mis en oeuvre. Les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles de l'ensemble, ainsi que la médiane sont représentés par des lignes en pointillé.

## Classement des modèles par variable :

### RCP2.6 : ECART DE TEMPÉRATURES

DJF [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
MPI-ESM / REMO2009	1,1 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	1,1 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	1,1 °C
NorESM1 / REMO2015	0,9 °C
EC-EARTH / RACMO22E	0,8 °C
EC-EARTH / RCA4	0,8 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	0,6 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	0,5 °C
5 <sup>e</sup> centile	0,5 °C
Médiane	0,9 °C
95 <sup>e</sup> centile	1,1 °C

Modèles qui réchauffent le plus  
 Modèles qui réchauffent le moins

### RCP2.6 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

DJF [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
EC-EARTH / RCA4	6 %
EC-EARTH / RACMO22E	7 %
NorESM1 / REMO2015	7 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	10 %
MPI-ESM / REMO2009	11 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	11 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	12 %
HadGEM2 / RegCM4-6	19 %
5 <sup>e</sup> centile	6 %
Médiane	10 %
95 <sup>e</sup> centile	16 %

Plus de précipitations  
 Beaucoup plus de précipitations

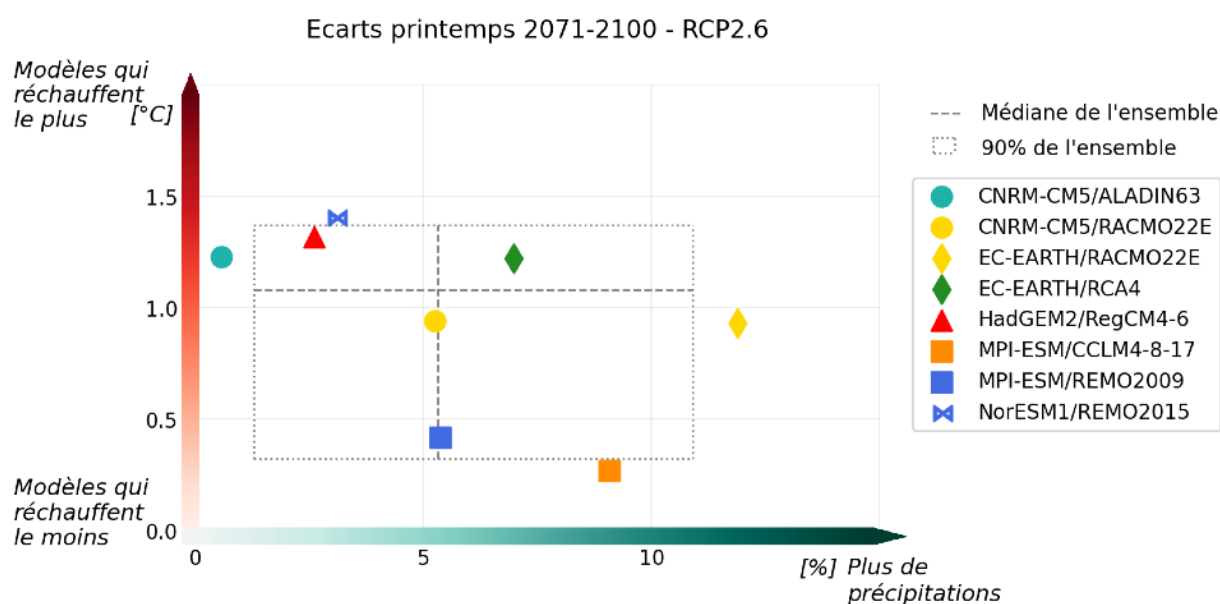
## Commentaire :

Pour la saison hivernale en fin de siècle suivant le scénario RCP2.6, les modèles forcés par le GCM CNRM-CM5 sont ceux qui modélisent le plus faible réchauffement + 0,5 °C. A l'opposé, la projection climatique de MPI-ESM / REMO2009 est celle qui prévoit la plus forte augmentation de température + 1,1 °C par rapport au reste de l'ensemble DRIAS-2020.

En ce qui concerne les précipitations, les modèles forcés par le GCM EC-EARTH sont ceux qui modélisent la plus faible augmentation + 6 % par rapport à la référence 1976-2005. A l'opposé, la projection climatique de HadGEM2 / RegCM4-6 est celle qui prévoit une plus forte augmentation + 19 %.

## >> Saison printanière (MAM) :

### Diagramme $\Delta T / \Delta P$ :



### Classement des modèles par variable :

#### RCP2.6 : ECART DE TEMPÉRATURES

MAM [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
NorESM1 / REMO2015	1,4 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	1,3 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	1,2 °C
EC-EARTH / RCA4	1,2 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	0,9 °C
EC-EARTH / RACMO22E	0,9 °C
MPI-ESM / REMO2009	0,4 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	0,3 °C
5 <sup>e</sup> centile	0,3 °C
Médiane	1,1 °C
95 <sup>e</sup> centile	1,4 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

#### RCP2.6 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

MAM [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
CNRM-CM5 / ALADIN63	1 %
HadGEM2 / RegCM4-6	3 %
NorESM1 / REMO2015	3 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	5 %
MPI-ESM / REMO2009	5 %
EC-EARTH / RCA4	7 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	9 %
EC-EARTH / RACMO22E	12 %
5 <sup>e</sup> centile	1 %
Médiane	5 %
95 <sup>e</sup> centile	11 %

Plus de précipitations

Beaucoup plus de précipitations

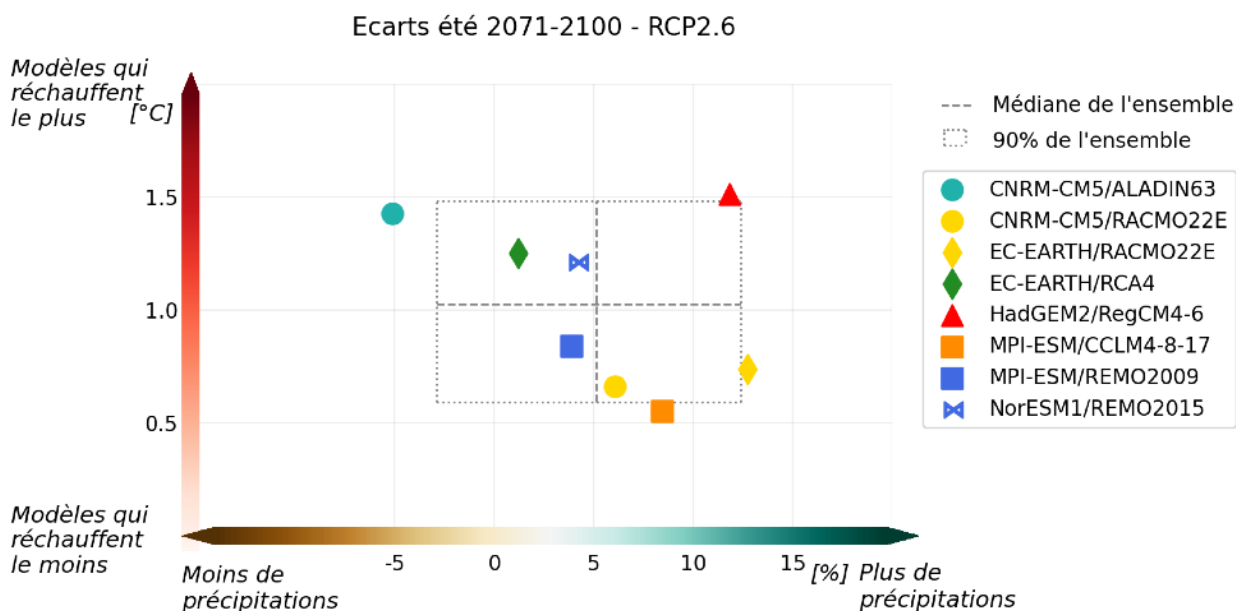
### Commentaire :

Pour cette saison intermédiaire, le couple de modèles NorESM1 / REMO2015 modélise le réchauffement le plus important de l'ensemble avec + 1,4 °C par rapport à la référence 1976-2005 et à l'opposé MPI-ESM / CCLM4-8-17 prévoit la plus faible augmentation de température avec + 0,3 °C.

En ce qui concerne les précipitations, le couple de modèles CNRM-CM5 / ALADIN63 prévoit la plus faible augmentation avec + 1 % pour les saisons printanières de fin de siècle et EC-EARTH / RACMO22E la plus forte augmentation avec + 12 %.

## >> Saison estivale (JJA) :

### Diagramme $\Delta T / \Delta P$ :



### Classement des modèles par variable :

#### RCP2.6 : ECART DE TEMPÉRATURES

JJA [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
HadGEM2 / RegCM4-6	1,5 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	1,4 °C
EC-EARTH / RCA4	1,3 °C
NorESM1 / REMO2015	1,2 °C
MPI-ESM / REMO2009	0,8 °C
EC-EARTH / RACMO22E	0,7 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	0,7 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	0,6 °C
5 <sup>e</sup> centile	0,6 °C
Médiane	1,0 °C
95 <sup>e</sup> centile	1,5 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

#### RCP2.6 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

JJA [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
CNRM-CM5 / ALADIN63	-5 %
EC-EARTH / RCA4	1 %
MPI-ESM / REMO2009	4 %
NorESM1 / REMO2015	4 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	6 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	8 %
HadGEM2 / RegCM4-6	12 %
EC-EARTH / RACMO22E	13 %
5 <sup>e</sup> centile	-3 %
Médiane	5 %
95 <sup>e</sup> centile	12 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

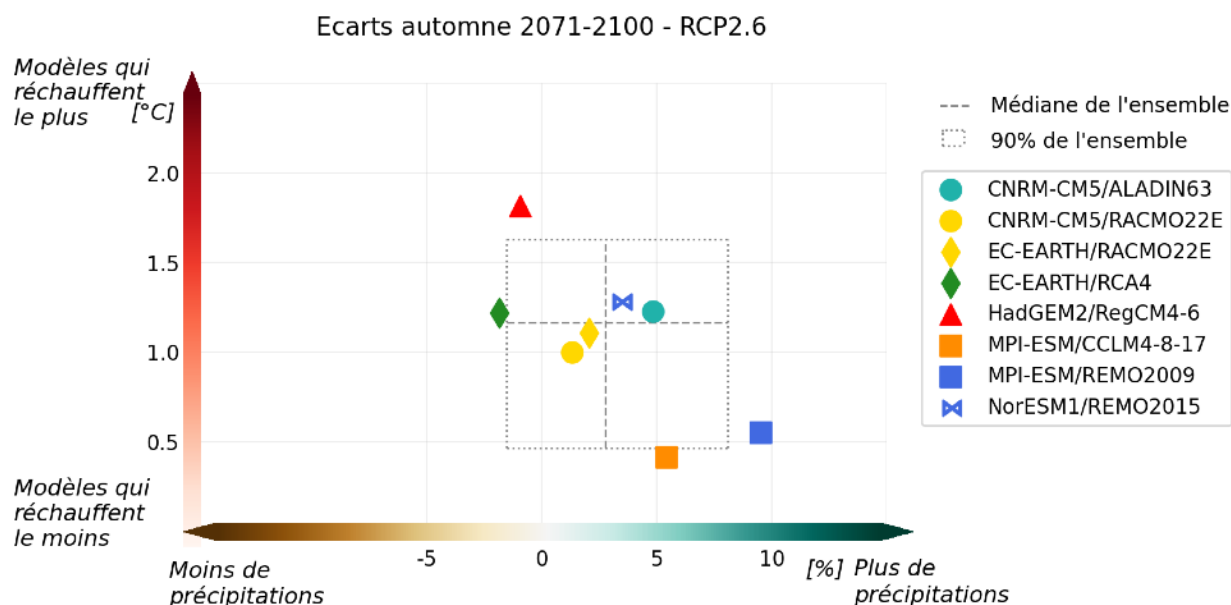
### Commentaire :

Les simulations placées aux extrêmes de ce classement en saisons estivales de fin de siècle, sont les le couple de modèles CNRM-CM5 / ALADIN63 qui est le seul à modéliser une diminution des précipitations - 5 % et EC-EARTH / RACMO22E pour la plus forte augmentation avec + 13 %.

La projection climatique de MPI-ESM / CCLM4-8-17 est celle qui prévoit la plus faible augmentation des températures + 0,6 °C et celle de HadGEM2 / RegCM4-6 pour la plus forte augmentation avec + 1,5 °C.

## >> Saison automnale (SON) :

### Diagramme $\Delta T / \Delta P$ :



### Classement des modèles par variable :

#### Commentaire :

#### RCP2.6 : ECART DE TEMPÉRATURES

SON [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
HadGEM2 / RegCM4-6	1,8 °C
NorESM1 / REMO2015	1,3 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	1,2 °C
EC-EARTH / RCA4	1,2 °C
EC-EARTH / RACMO22E	1,1 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	1,0 °C
MPI-ESM / REMO2009	0,6 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	0,4 °C
5° centile	0,5 °C
Médiane	1,2 °C
95° centile	1,6 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

#### RCP2.6 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

SON [2071-2100] - [1976-2005]

Modèles	Delta
EC-EARTH / RCA4	-2 %
HadGEM2 / RegCM4-6	-1 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	1 %
EC-EARTH / RACMO22E	2 %
NorESM1 / REMO2015	3 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	5 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	5 %
MPI-ESM / REMO2009	10 %
5° centile	-2 %
Médiane	3 %
95° centile	8 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

Les projections climatiques extrêmes de l'ensemble en saison automnale de fin de siècle sont les mêmes d'un point de vue température qu'en saison estivale, on retrouve HadGEM2 / RegCM4-6 pour la plus forte augmentation des températures + 1,8 °C et MPI-ESM / CCLM4-8-17 pour la plus faible augmentation avec seulement + 0,4 °C.

Concernant les précipitations, la projection climatique de EC-EARTH / RCA4 est celle qui prévoit la plus grande diminution avec toute fois seulement - 2 %, à l'opposé la projection climatique de MPI-ESM / REMO2009 la plus

forte augmentation des précipitations + 10 %.

## >> Quel modèle choisir ?

L'une des difficultés majeures dans le cadre d'une étude d'impact réside dans la sélection des projections climatiques, qui doivent servir de support pour déterminer les mesures d'adaptation. Ces projections climatiques correspondent à différents scénarios d'émission et à différents modèles (couples GCM/RCM), qu'il convient de choisir au mieux en fonction des objectifs de l'étude d'impact.

### Choix de simulations individuelles

Le portail DRIAS propose une sélection de simulations climatiques, retenues de façon à optimiser la dispersion du signal climatique, ainsi qu'un large panel d'indices climatiques. Ce sont ainsi pas moins de 30 simulations qui sont mises à disposition, 8 modèles pour le RCP2.6, 10 modèles pour le RCP 4.5 et 12 modèles pour le RCP8.5.

Pour les études d'impact et en particulier celles qui nécessitent la mise en œuvre d'un modèle d'impact (hydrologique, nivologique, urbain, ...), il n'est pas toujours possible de traiter un aussi grand nombre de données, qui nécessite de disposer d'importantes ressources de calcul. Il est souvent préférable d'identifier quelques simulations judicieusement choisies qui permettront de remplir les objectifs de l'étude : ce peut-être les scénarios extrêmes (sécheresse, précipitations extrêmes, forte augmentation ou baisse de la température) dans le cas d'une problématique de dimensionnement.

Les outils/graphiques présentés ci-dessus vont permettre aux utilisateurs d'identifier les simulations les mieux adaptées à leur étude.

### Choix d'une représentation probabiliste :

Les principales sources d'incertitude associées aux projections climatiques, pour les horizons lointains du XXI<sup>e</sup> siècle, sont celles liées aux modèles climatiques, et aux scénarios d'émission. C'est pourquoi nous utilisons un ensemble de projections climatiques pour chaque scénario RCP disponible, qui est basé sur une sélection de modèles. Cette approche multi-modèles permet de représenter la dispersion des signaux climatiques modélisés et donc d'accéder à une meilleure estimation du climat futur compte tenu des informations disponibles.

Pour décrire l'intervalle de variation des valeurs modélisées pour un ensemble de projections climatiques, on utilise la représentation probabiliste. Par la suite nous retiendrons les paramètres de la distribution les plus couramment utilisés – AR5 du GIEC notamment – la médiane, représentative de la grande majorité des données (50 % de valeurs plus élevées et 50 % de valeurs moins élevées) , et les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles qui représentent une part des extrêmes de l'ensemble, correspondant respectivement aux seuils en dessous desquels 5 % et 95 % des valeurs sont situées (cf Figure 1).

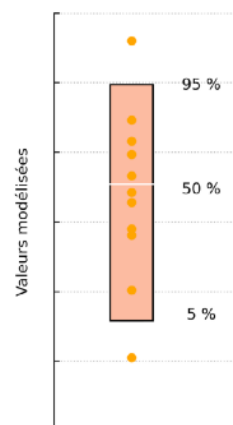


Figure 1. Représentation de l'incertitude montrant les valeurs des simulations individuelles (points), la valeur médiane multi-modèle (ligne en gras) et la plage de centiles estimée à 90% (barre colorée).