

Aide à la sélection des modèles

Scénario d'émission RCP8.5 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 :

- ΔT : écart de la température moyenne (sur 30 ans) par rapport à une période de référence (1976-2005)
- ΔP : 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.

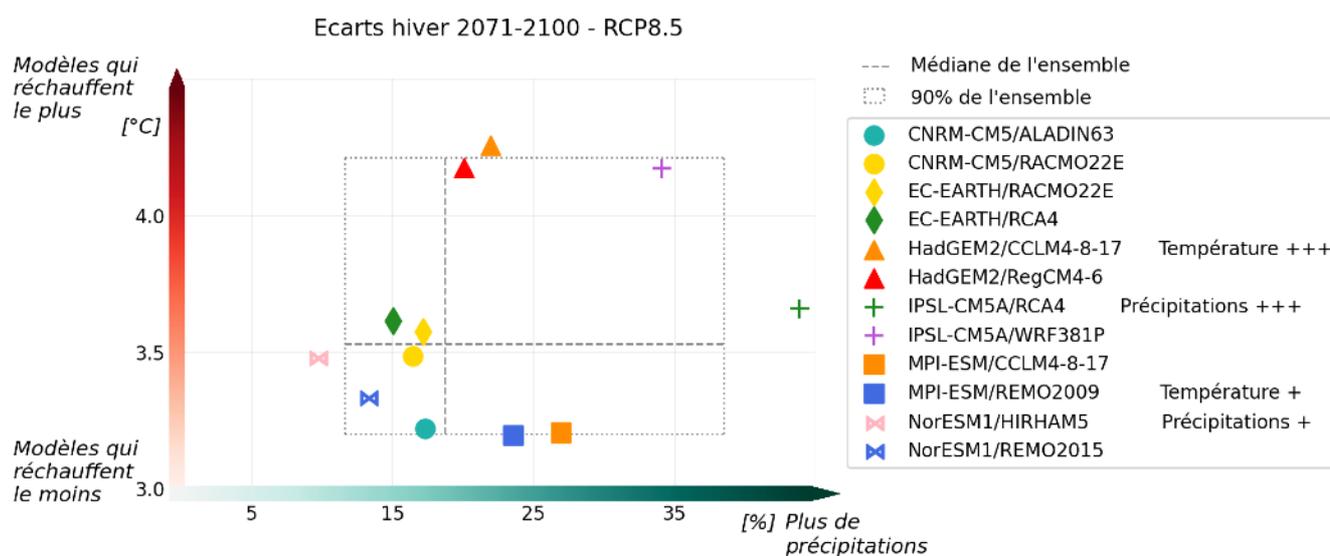
Dans un second temps, afin d'évaluer l'incertitude associée à chacun de ces indicateurs, nous avons appliqué la méthode décrite ci-dessus pour le calcul des paramètres de distribution (les 5^e, 50^e et 95^e centiles) à partir de l'ensemble des modèles.

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 RCP8.5. 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^e et 95^e centiles de l'ensemble, ainsi que la médiane sont représentés par des lignes en pointillé.

Classement des modèles par variable :

RCP8.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	4,3 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	4,2 °C
IPSL-CM5A / WRF381P	4,2 °C
IPSL-CM5A / RCA4	3,7 °C
EC-EARTH / RCA4	3,6 °C
EC-EARTH / RACMO22E	3,6 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	3,5 °C
NorESM1 / HIRHAM5	3,5 °C
NorESM1 / REMO2015	3,3 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	3,2 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	3,2 °C
MPI-ESM / REMO2009	3,2 °C
5 ^e centile	3,2 °C
Médiane	3,5 °C
95 ^e centile	4,2 °C

Modèles qui réchauffent le plus
 Modèles qui réchauffent le moins

RCP8.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
NorESM1 / HIRHAM5	10 %
NorESM1 / REMO2015	13 %
EC-EARTH / RCA4	15 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	16 %
EC-EARTH / RACMO22E	17 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	17 %
HadGEM2 / RegCM4-6	20 %
HadGEM2 / CCLM4-8-17	22 %
MPI-ESM / REMO2009	24 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	27 %
IPSL-CM5A / WRF381P	34 %
IPSL-CM5A / RCA4	44 %
5 ^e centile	12 %
Médiane	19 %
95 ^e centile	39 %

Plus de précipitations
 Beaucoup plus de précipitations

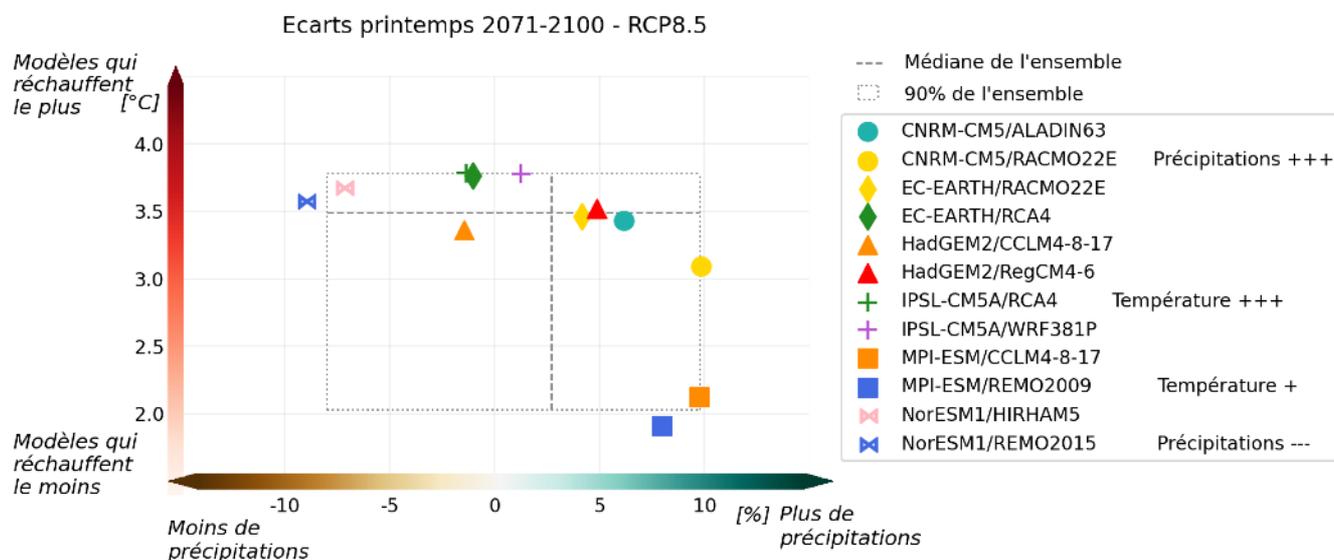
Commentaire :

Les simulations placées aux extrêmes de ce classement semblent être dépendants du modèle climatique global (GCM) utilisé comme forçage pour le modèle régional (RCM). Pour la saison hivernale en fin de siècle, les RCMs forcés par le GCM HadGEM2 sont ceux qui prévoient le climat le plus chaud, avec + 4,3°C par rapport à la référence 1976-2005. A l’opposé, les RCMs forcés par le GCM MPI-ESM sont ceux qui modélisent le climat le moins chaud dans cet ensemble, avec + 3,2°C.

En ce qui concerne les précipitations, la plus importante augmentation des précipitations est modélisée par les RCMs couplés avec le GCM IPSL-CM5A, jusqu’à + 44 % pour la saison hivernale en fin de siècle. Et l’augmentation la plus modérée des précipitations, avec + 10 % est modélisée par les RCMs forcés par NorESM1.

>> Saison printanière (MAM) :

Diagramme $\Delta T / \Delta P$:



Classement des modèles par variable :

RCP8.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

Modèles	Delta
IPSL-CM5A / RCA4	3,8 °C
IPSL-CM5A / WRF381P	3,8 °C
EC-EARTH / RCA4	3,8 °C
NorESM1 / HIRHAM5	3,7 °C
NorESM1 / REMO2015	3,6 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	3,5 °C
EC-EARTH / RACMO22E	3,5 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	3,4 °C
HadGEM2 / CCLM4-8-17	3,4 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	3,1 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	2,1 °C
MPI-ESM / REMO2009	1,9 °C
5 ^e centile	2,0 °C
Médiane	3,5 °C
95 ^e centile	3,8 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP8.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
NorESM1 / REMO2015	-9 %
NorESM1 / HIRHAM5	-7 %
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-1 %
IPSL-CM5A / RCA4	-1 %
EC-EARTH / RCA4	-1 %
IPSL-CM5A / WRF381P	1 %
EC-EARTH / RACMO22E	4 %
HadGEM2 / RegCM4-6	5 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	6 %
MPI-ESM / REMO2009	8 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	10 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	10 %
5 ^e centile	-8 %
Médiane	3 %
95 ^e centile	10 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

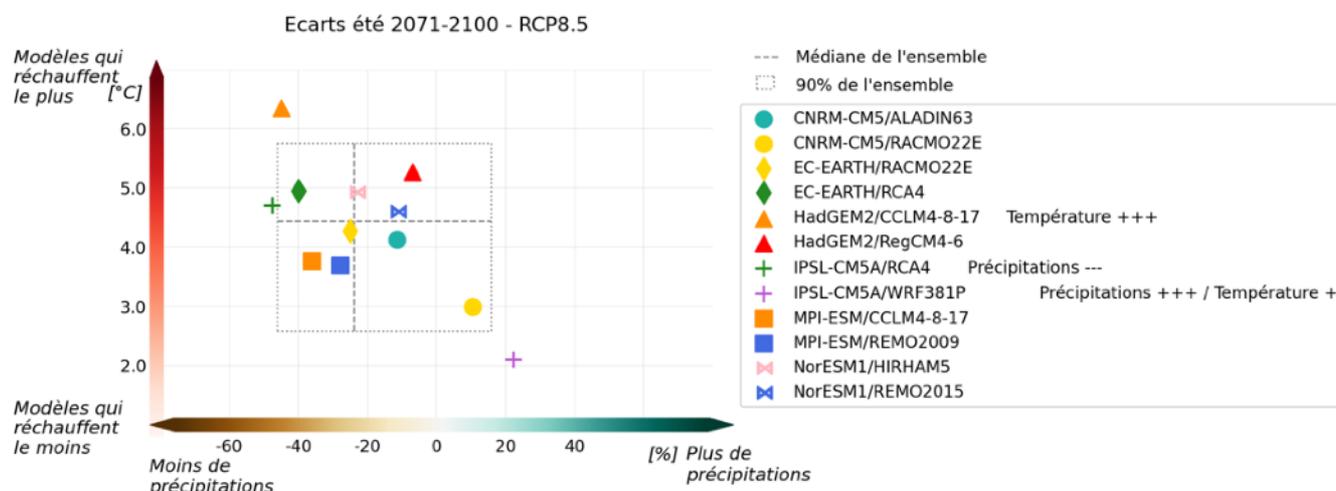
Commentaire :

Comme pour la saison hivernale les simulations placées aux extrêmes de ce classement semblent être dépendants du modèle climatique global (GCM) utilisé comme forçage pour le modèle régional (RCM). Pour la saison printanière en fin de siècle, les RCMs forcés par le GCM IPSL-CM5A sont ceux modélisant le climat le plus chaud, avec + 3,8 °C par rapport à la référence 1976-2005. A l'opposé, le GCM MPI-ESM modélise le climat le moins chaud dans cet ensemble, avec + 1,9 °C en moyenne.

En ce qui concerne les précipitations, les RCMs forcés par le GCM NorESM1 prévoient une diminution d'environ - 9 %, tandis que les couples de modèles MPI-ESM / CCLM4-8-17 et CNRM-CM5 / RACMO22E prévoient une augmentation de + 10 % des précipitations pour la saison printanière en fin de siècle.

>> Saison estivale (JJA) :

Diagramme $\Delta T / \Delta P$:



Classement des modèles par variable :

Commentaire :

RCP8.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

Modèles	Delta	
HadGEM2 / CCLM4-8-17	6,4 °C	Modèles qui réchauffent le plus
HadGEM2 / RegCM4-6	5,3 °C	
EC-EARTH / RCA4	5,0 °C	
NorESM1 / HIRHAM5	4,9 °C	
IPSL-CM5A / RCA4	4,7 °C	
NorESM1 / REMO2015	4,6 °C	
EC-EARTH / RACMO22E	4,3 °C	
CNRM-CM5 / ALADIN63	4,1 °C	
MPI-ESM / CCLM4-8-17	3,8 °C	
MPI-ESM / REMO2009	3,7 °C	
CNRM-CM5 / RACMO22E	3,0 °C	Modèles qui réchauffent le moins
IPSL-CM5A / WRF381P	2,1 °C	
5° centile	2,6 °C	
Médiane	4,4 °C	
95° centile	5,8 °C	

RCP8.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

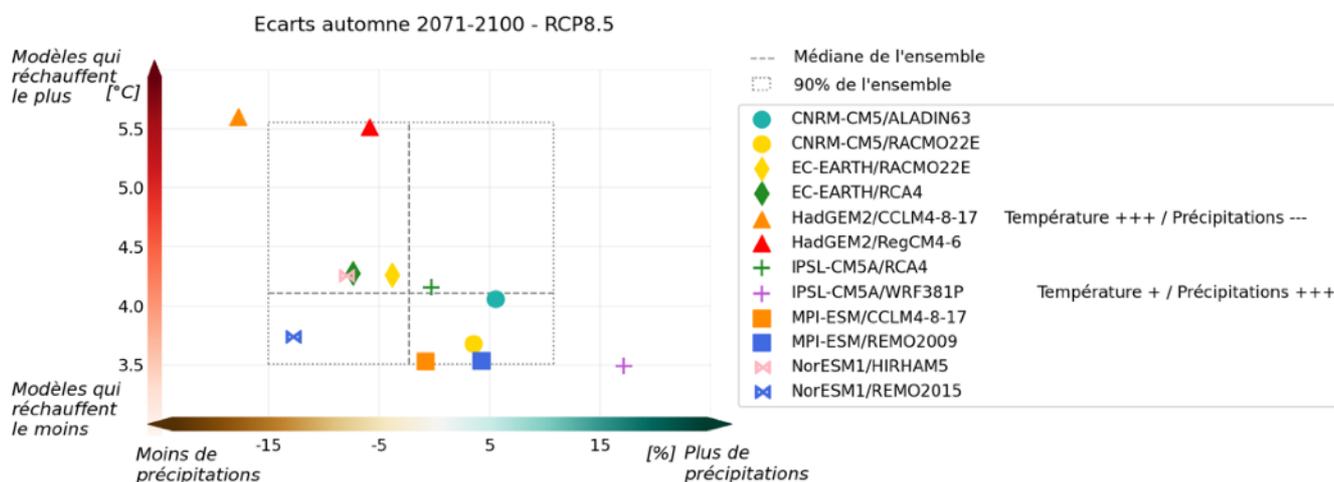
Modèles	Delta	
IPSL-CM5A / RCA4	-48 %	Moins de précipitations
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-45 %	
EC-EARTH / RCA4	-40 %	
MPI-ESM / CCLM4-8-17	-36 %	
MPI-ESM / REMO2009	-28 %	
EC-EARTH / RACMO22E	-25 %	
NorESM1 / HIRHAM5	-23 %	
CNRM-CM5 / ALADIN63	-11 %	
NorESM1 / REMO2015	-11 %	
HadGEM2 / RegCM4-6	-7 %	
CNRM-CM5 / RACMO22E	11 %	Plus de précipitations
IPSL-CM5A / WRF381P	22 %	
5° centile	-46 %	
Médiane	-24 %	
95° centile	16 %	

Pour la saison estivale en fin de siècle, les 2 modèles climatiques régionaux (CCLM4-8-17 et RegCM4-6) forcés par le modèle HadGEM2 sont ceux modélisant le climat le plus chaud, avec jusqu'à + 6,4 °C par rapport à la référence 1976-2005. Les modèles avec le RCM RCA4 et le couple de modèles HadGEM2 / CCLM4-8-17 sont ceux qui prévoient le plus important assèchement du climat, au-delà de - 40 %.

Le couple de modèles IPSL-CM5A / WRF381P est celui qui prévoit la plus faible augmentation des températures + 2,1 °C et modélise la plus forte augmentation des précipitations de + 22 % en période estivale de fin de siècle selon le scénario d'émission RCP8.5.

>> Saison automnale (SON) :

Diagramme $\Delta T / \Delta P$:



Classement des modèles par variable :

RCP8.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	5,6 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	5,5 °C
EC-EARTH / RCA4	4,3 °C
EC-EARTH / RACMO22E	4,3 °C
NorESM1 / HIRHAM5	4,3 °C
IPSL-CM5A / RCA4	4,2 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	4,1 °C
NorESM1 / REMO2015	3,7 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	3,7 °C
MPI-ESM / REMO2009	3,5 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	3,5 °C
IPSL-CM5A / WRF381P	3,5 °C
5 ^e centile	3,5 °C
Médiane	4,1 °C
95 ^e centile	5,6 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP8.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-18 %
NorESM1 / REMO2015	-13 %
NorESM1 / HIRHAM5	-8 %
EC-EARTH / RCA4	-7 %
HadGEM2 / RegCM4-6	-6 %
EC-EARTH / RACMO22E	-4 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	-1 %
IPSL-CM5A / RCA4	-0 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	4 %
MPI-ESM / REMO2009	4 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	6 %
IPSL-CM5A / WRF381P	17 %
5 ^e centile	-15 %
Médiane	-2 %
95 ^e centile	11 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

Commentaire :

Pour cette saison intermédiaire, comme pour l'été le couple de modèles IPSL-CM5A / WRF381P est celui qui prévoit la plus faible augmentation des températures + 3,5 °C mais aussi la plus forte augmentation des précipitations de + 17 % à l'automne de fin de siècle.

A l'opposé, le couple de modèles HadGEM2 / CCLM4-8-17 est celui qui prévoit le climat le plus chaud (+ 5,6 °C) et la plus forte diminution des précipitations avec - 18 % à l'automne de fin de siècle.

>> 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^e 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^e et 95^e 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).

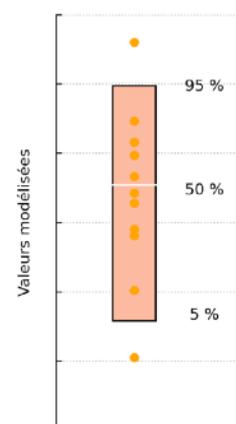


Figure 1. Représentation de l'incertitude montrant les valeurs des simulations individuelles (points), la valeur médiane multi-modèle (ligne en gras) et la plage de centiles estimée à 90 % (barre colorée).