Aide à la sélection des modèles

Scénario d'émission RCP4.5 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)

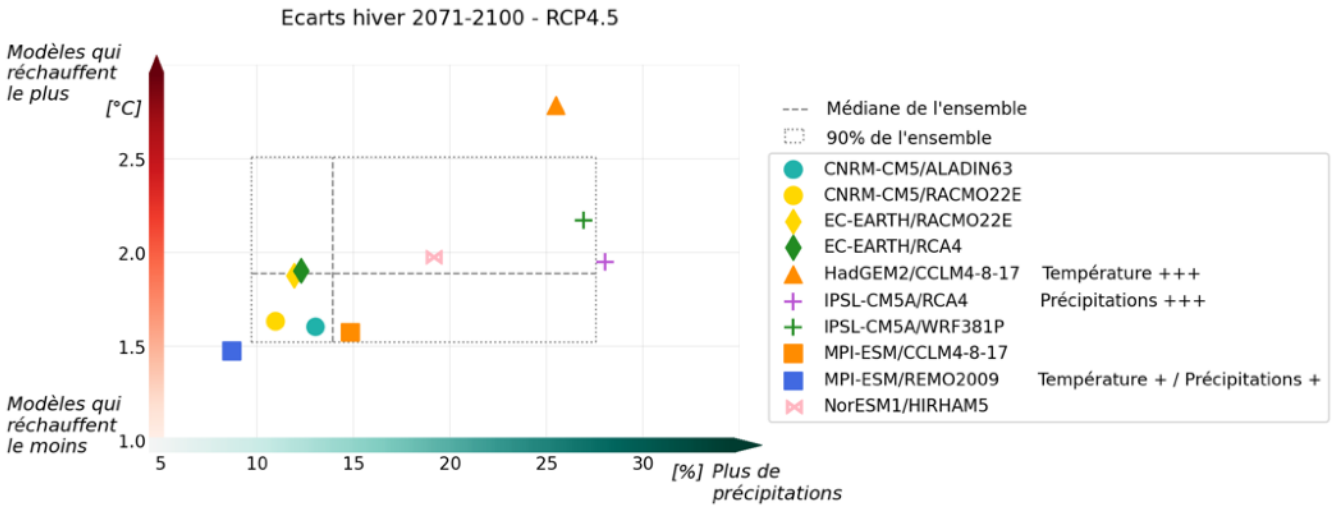
Nous avons calculé ces indicateurs sur les données corrigées et agrégé sur la France, pour chaque modèle individuellement, à la fréquence annuelle et saisonnière ainsi que pour les 3 périodes traitées dans DRIAS : 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100.

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 (le 5e, 50e et 95e 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 ΔT /ΔP :



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 RCP4.5. 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 5e et 95e centiles de l'ensemble, ainsi que la médiane sont représentés par des lignes en pointillé.

Classement des modèles par variable :

RCP4.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

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

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP4.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
MPI-ESM / REMO2009	9 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	11 %
EC-EARTH / RACMO22E	12 %
EC-EARTH / RCA4	12 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	13 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	15 %
NorESM1 / HIRHAM5	19 %
HadGEM2 / CCLM4-8-17	25 %
IPSL-CM5A / WRF381P	27 %
IPSL-CM5A / RCA4	28 %
5e centile	10 %
Médiane	14 %
95e centile	28 %

Plus de précipitations

Beaucoup plus de précipitations

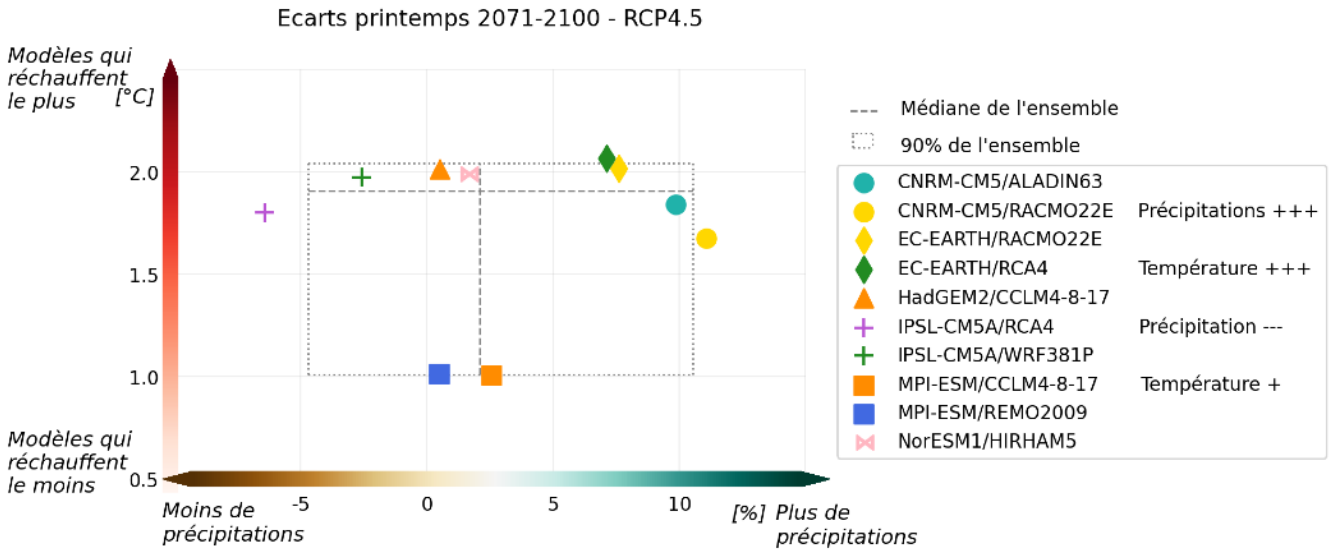
Commentaire :

Le couple de modèles MPI-ESM / REMO2009 est celui qui prévoit la plus faible augmentation de températures (+ 1,5 °C) et la plus faible augmentation des précipitations (+ 9 %) en comparaison avec les autres simulations de l'ensemble DRIAS-2020 pour l'hiver de fin de siècle selon le scénario RCP4.5.

A l'opposé, les modèles climatiques régionaux forcés par le modèle global IPSL-CM5A sont ceux qui prévoient la plus forte augmentation des précipitations au-delà de + 27 % et le couple de modèles HadGEM2 / CCLM4-8-17 se détache avec le plus fort réchauffement en cette saison fin de siècle avec + 2,8 °C.

>> Saison printanière (MAM) :

Diagramme ΔT /ΔP :



Classement des modèles par variable :

RCP4.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

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

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP4.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
IPSL-CM5A / RCA4	-6 %
IPSL-CM5A / WRF381P	-3 %
MPI-ESM / REMO2009	0 %
HadGEM2 / CCLM4-8-17	1 %
NorESM1 / HIRHAM5	2 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	3 %
EC-EARTH / RCA4	7 %
EC-EARTH / RACMO22E	8 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	10 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	11 %
5e centile	-5 %
Médiane	2 %
95e centile	11 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

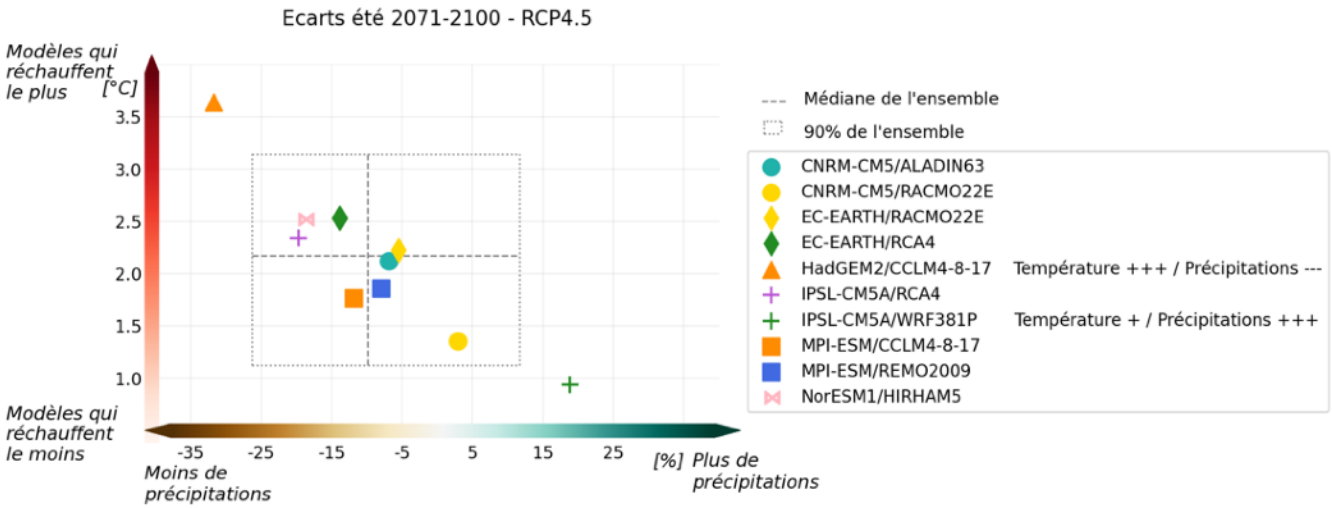
Commentaire :

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 printanière en fin de siècle, les RCMs forcés par le GCM EC-EARTH sont ceux qui prévoient le climat le plus chaud, avec + 2,0 °C par rapport à la référence 1976-2005. A l'opposé, l MPI-ESM modélise le climat le moins chaud dans cet ensemble, avec + 1,0 °C.

En ce qui concerne les précipitations, les modèles forcés par le GCM CNRM-CM5 prévoient une plus importante augmentation des précipitations jusqu'à + 11 % pour la saison printanière en fin de siècle. A l'opposé, le GCM IPSL-CM5A modélise une diminution des précipitations avec - 3 à - 6 %.

>> Saison estivale (JJA) :

Diagramme ΔT /ΔP :



Classement des modèles par variable :

RCP4.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

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

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP4.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-32 %
IPSL-CM5A / RCA4	-20 %
NorESM1 / HIRHAM5	-19 %
EC-EARTH / RCA4	-14 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	-12 %
MPI-ESM / REMO2009	-8 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	-7 %
EC-EARTH / RACMO22E	-6 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	3 %
IPSL-CM5A / WRF381P	19 %
5e centile	-26 %
Médiane	-10 %
95e centile	12 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

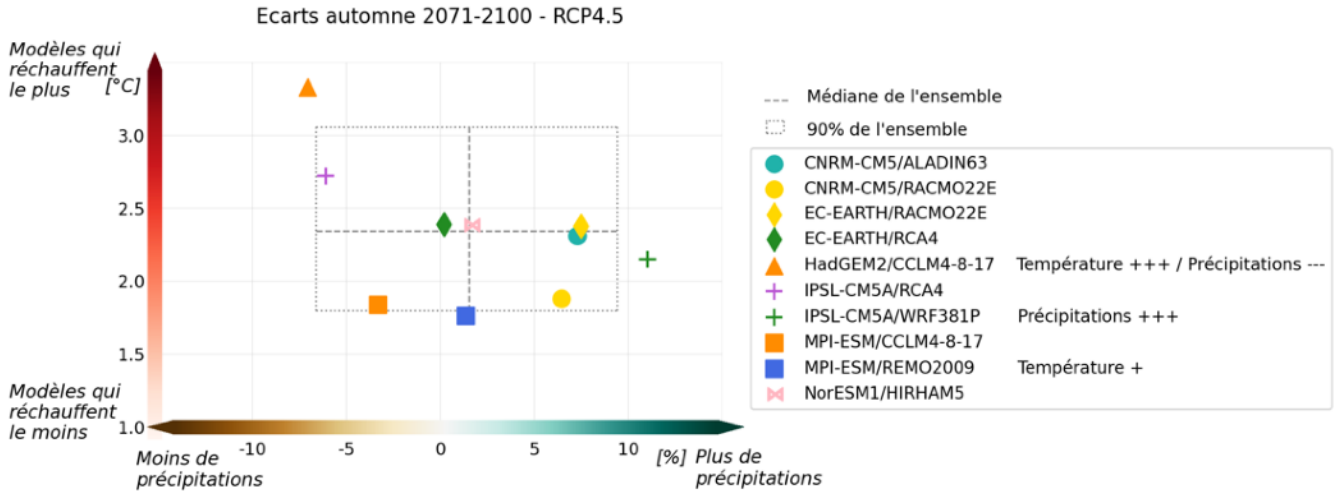
Commentaire :

Deux projections climatiques se démarquent de cet ensemble en saison estivale de fin de siècle au scénario RCP4.5. La projection climatique de HadGEM2 / CCLM4-8-17 est celle qui modélise le plus important réchauffement avec + 3,6 °C et la plus forte diminution des précipitations avec - 32 % par rapport à la référence 1976-2005.

A l'opposé la projection climatique de l'IPSL-CM5A / WRF381P est celle qui prévoit la plus faible augmentation des températures + 0.9 °C et modélise la plus forte augmentation des précipitations de + 19 % en période estivale de fin de siècle.

>> Saison automnale (SON) :

Diagramme ΔT /ΔP :



Classement des modèles par variable :

RCP4.5 : ECART DE TEMPÉRATURES

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

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

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP4.5 : ECART DE PRÉCIPITATIONS

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

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-7 %
IPSL-CM5A / RCA4	-6 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	-3 %
EC-EARTH / RCA4	0 %
MPI-ESM / REMO2009	1 %
NorESM1 / HIRHAM5	2 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	6 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	7 %
EC-EARTH / RACMO22E	7 %
IPSL-CM5A / WRF381P	11 %
5e centile	-7 %
Médiane	1 %
95e centile	9 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

Commentaire :

Pour cette saison intermédiaire, comme pour l'été la projection climatique de HadGEM2 / CCLM4-8-17 est celle qui prévoit la plus forte augmentation des températures + 3,3 °C mais aussi la plus forte diminution des précipitations de - 7 % à l'automne de fin de siècle.

A l'opposé, les modèles régionaux forcés par le GCM MPI-ESM sont ceux qui modélisent la plus faible augmentation des températures (+ 1,8 °C par rapport à la référence 1976-2005) et la simulation de IPSL-CM5A / WRF381P comme en été prévoit la plus forte augmentation des précipitations avec + 11 % 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

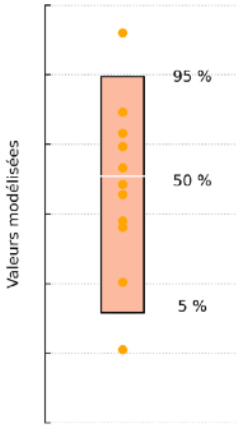
Le portail DRIAS propose une sélection de simulations climatiques, retenues de façon à optimiser la dispersion du signal climatique, ainsi qu'un large panel d'indices climatiques. Ce sont ainsi pas moins de 30 simulations qui sont mises à disposition, 8 modèles pour le RCP2.6, 10 modèles pour le RCP 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 XXIe 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 5e et 95e 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).