



**HAL**  
open science

## Évaluation de la sensibilité des modèles climatiques de DRIAS sur les régions Bretagne et Pays de Loire (France)

Valerie Bonnardot, Emma Robine-Körmendi, Cyril Tissot, Hervé Quénol

### ► To cite this version:

Valerie Bonnardot, Emma Robine-Körmendi, Cyril Tissot, Hervé Quénol. Évaluation de la sensibilité des modèles climatiques de DRIAS sur les régions Bretagne et Pays de Loire (France). 36ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Climat, eau et société : changements et défis), Liliana Zaharia (Département de Météorologie – Hydrologie / Faculté de Géographie / Université de Bucarest / Roumanie), Jul 2023, Bucarest, Roumanie. hal-04163390

**HAL Id: hal-04163390**

**<https://hal.science/hal-04163390v1>**

Submitted on 20 Jul 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES MODELES CLIMATIQUES DE DRIAS SUR LES REGIONS BRETAGNE ET PAYS DE LOIRE (FRANCE)

Valérie BONNARDOT<sup>1</sup>, Emma ROBINE-KÖRMENDI<sup>2</sup>, Cyril TISSOT<sup>3</sup>, Hervé QUÉNOL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UMR 6554 LETG-Rennes Université de Rennes 2, 35000 Rennes, France, valerie.bonnardot@univ-rennes2.fr; herve.quenol@univ-rennes2.fr

<sup>2</sup> Université La Rochelle- 23 avenue Albert Einstein, 17031 La Rochelle, France.

<sup>3</sup> UMR 6554 LETG-Brest, IUEM, 29000 Plouzané, France, cyril.tissot@univ-brest.fr

**Résumé :** Pour les études régionales d'impacts du changement climatique, outre le choix des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et des échéances temporelles, celui des modèles climatiques pose souvent questions, comme cela a été le cas dans le cadre de projets portant sur les impacts du changement climatique sur l'agriculture en régions Bretagne et Pays de la Loire. Les données issues de dix modèles climatiques du jeu DRIAS 2020 ont été comparées aux données historiques de la base SAFRAN pour identifier les modèles qui réchauffent et humidifient le plus ou le moins sur l'espace de ces deux régions. Des différences climatiques régionales engendrées par trois modèles contrastés sont illustrées, à titre d'exemple, pour l'horizon lointain 2071-2100 sous conditions RCP8.5 avec des cartes des écarts en termes de température annuelle et les cartes de cumuls pluviométriques pour la saison hivernale.

**Mots clés :** Modèles climatiques régionaux, différences pluviométriques et thermiques, spatialisation, Ouest de la France.

**Abstract:** Assessment of the DRIAS climate models sensibility over the Brittany and Pays de Loire regions of France. For regional studies of the impacts of climate change, along with the choice of the scenarios of greenhouse gas emissions and timeframes, that of climate models is often an issue as in projects on climate change impacts on agriculture in the regions of Brittany and Pays de Loire. Data from ten climate models of DRIAS 2020 were compared to historical data from the SAFRAN database in order to identify the models which warm and humidify the most or the least over these two regions. Regional climatic differences generated by three contrasting models are displayed as for example for the 2071-2100 long-term period under the RCP 8.5 conditions, using maps of annual temperature differences and maps of winter rainfall.

**Keywords:** Regional climatic models, rainfall and temperature differences, spatialization, West of France.

### Introduction

Pour les études régionales d'impacts du changement climatique, de vulnérabilité et/ou d'adaptation des écosystèmes et activités économiques, outre le choix des différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et des échéances temporelles pour évaluer les tendances des projections, celui des modèles climatiques suscite de nombreuses interrogations, en particulier pour les précipitations dont le niveau d'incertitude est beaucoup plus important que pour les températures. Certaines études réalisent une évaluation multi-modèles puis utilisent une moyenne de simulations pour prendre en compte l'incertitude liée aux modèles, comme cela a été le cas par exemple pour l'étude d'impacts du changement climatique sur la viticulture et l'oléiculture à l'échelle de l'Europe (Fraga et al., 2019). Pour citer quelques références sur l'ouest de la France et sur la thématique agricole et/ou de l'eau, certains travaux comparent des simulations issues d'une sélection restreinte de modèles pour mettre en avant leurs similitudes et/ou différences (Moreau et al., 2020 ; Amiot, 2021) mais la plupart des études ciblent un modèle en particulier en raison d'une position médiane par rapport à un ensemble et/ou de biais réduits par rapport aux observations (Ligneau et al., 2020 ; Beauvais et al., 2021 ; Zavlyanova et al., 2023).

Les études récentes d'impacts climatiques sur la France font en général usage de données régionalisées provenant du portail DRIAS (www.drias-climat.fr). Celui-ci consiste en un ensemble de douze couples GCM/RCM (sélectionnés parmi l'ensemble EuroCordex) dont la synthèse des projections et des incertitudes liées aux scénarios, aux horizons temporels et aux modèles climatiques pour l'espace métropolitain, figure dans le rapport DRIAS (Soubeyroux et al., 2020). Ce document permet d'apprécier la dispersion des simulations individuelles des modèles selon leurs projections moyennes, annuelles et saisonnières pour les précipitations et les températures. Ainsi, dans la continuité des interrogations sur le choix des modèles par les partenaires de nombreux projets sur les études d'impacts du changement climatique dans l'ouest de la France, une étude similaire se focalisant sur les régions Bretagne et Pays de Loire a été menée pour apporter aux partenaires des projets CLIMATVEG et FERMADAPT (portant sur les impacts du changement climatique sur l'agriculture de ces régions) des éléments d'aide à la décision quant aux choix des modèles.

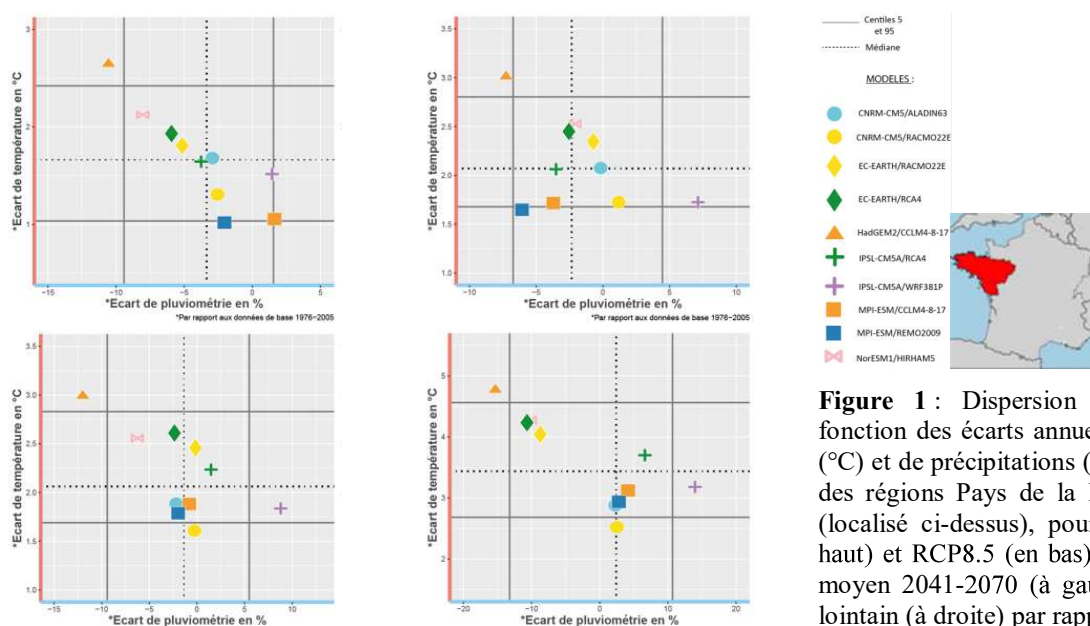
## 1. Données et méthode

Des données journalières de température moyenne et de précipitations issues de deux sources ont été utilisées dans ce travail : les réanalyses SAFRAN pour la période de référence 1976-2005 (Vidal *et al.*, 2010) issues de la bibliothèque de Météo-France et les données régionalisées (8km) projetées sur la période 2020-2100 à partir du portail DRIAS ([www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)). Il s'agit plus particulièrement de celles des dix couples GCM/RCM pour lesquels les scénarios d'émissions RCP4.5 et RCP8.5 sont disponibles (CNRM-CM5/Aladin63, CNRM-CM5/Racmo22E, EC-EARTH/Racmo22E, EC-EARTH/RCA4, HadGEM2-ES/CCLM4-8-17, IPSL-CM5A/RCA4, IPSL-CM5A/WRF381P, MPI-ESM-LR/CCLM4-8-17, MPI-ESM-LR/REMO2009 et NorESM1-M/HIRHAMv3). Les données des points de grille constituant les régions Bretagne et Pays de Loire (1013 au total) ont été utilisées pour calculer les écarts entre les différents horizons (proche, 2021-2050 ; moyen, 2041-2070 ; lointain, 2071-2100) et la période de référence 1976-2005 en termes de température (en °C) et de précipitations (en %). Les simulations individuelles des dix modèles ont ainsi été reportées sur des graphiques en fonction de l'évolution des températures (en ordonnée) et des précipitations (en abscisse) projetées au pas de temps annuel et/ou saisonnier, afin d'identifier les modèles qui réchauffent et humidifient le plus ou le moins sur l'espace de ces deux régions, selon les deux scénarios RCP et différents horizons temporels sélectionnés. Les graphiques de dispersion des modèles ont été construits à l'image de ceux créés à l'échelle nationale pour le rapport DRIAS (Soubeyroux *et al.*, 2020) ; la médiane étant superposée à la plage délimitée par les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles. Des écarts de température annuelle et des cumuls pluviométriques en hiver pour l'horizon lointain 2071-2100 sous conditions RCP 8.5 ont été cartographiés pour illustrer un exemple de différences climatiques régionales engendrées par trois modèles plus ou moins contrastés (CNRM-CM5/Aladin63 ; EC-EARTH/Racmo22E ; IPSL-CM5A/WRF381P).

## 2. Résultats

### 2.1. Dispersion des dix modèles en fonction de l'évolution des températures et des précipitations

Pour prendre l'exemple des résultats annuels (Figure 1), le modèle qui réchauffe le plus en moyenne sur l'ensemble des deux régions est le HadGEM2-ES/CCLM4-8-17. Le réchauffement qu'il projette s'étend de 3°C en RCP4.5 à 4,7°C en RCP8.5 à l'horizon lointain (2071-2100). Les modèles qui réchauffent le moins sont les modèles MPI, le CNRM-RACMO22E et l'IPSL-WRF381P. Leur réchauffement est contenu entre 1°C et 3°C selon le scénario et l'horizon. Au niveau des précipitations, les modèles projettent sur l'ensemble des deux régions, aussi bien des baisses que des hausses en moyenne annuelle. Le HadGEM2-ES/CCLM4-8-17 projette une baisse jusqu'à 15% en fin de siècle en RCP8.5 tandis que l'IPSL-WRF projette dans les mêmes conditions une hausse de 15%. Le modèle qui réchauffe le plus et qui humidifie le moins est le HadGEM2-ES/CCLM4-8-17 ; celui qui réchauffe le moins et qui humidifie le plus est l'IPSL-CM5A/WRF381P. Ils se positionnent hors cadre centiles. Le modèle CNRM-CM5/Aladin63 a une position la plus proche de la médiane.

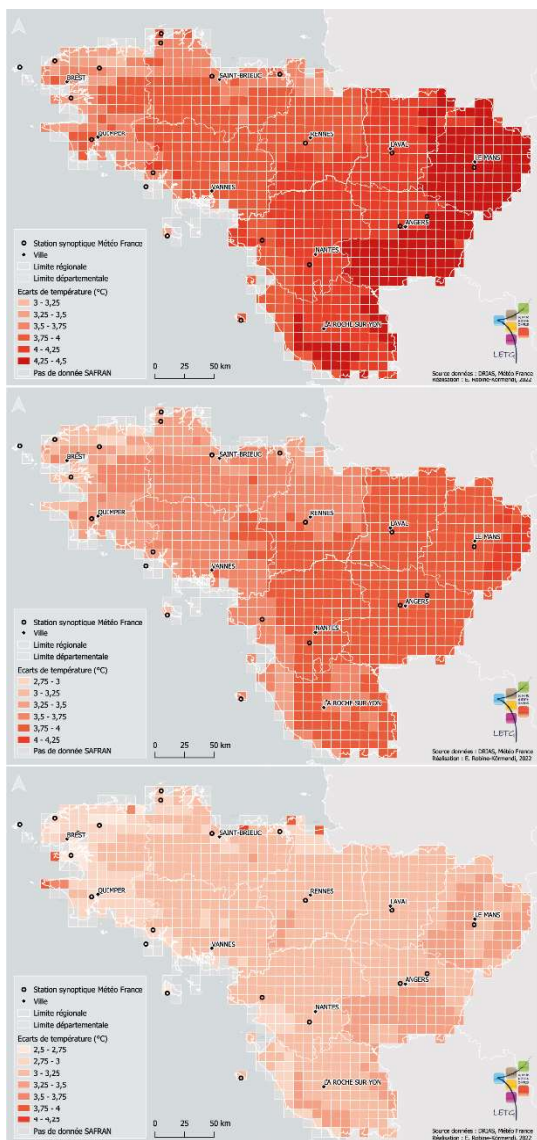


**Figure 1 :** Dispersion des modèles en fonction des écarts annuels de température (°C) et de précipitations (%) sur l'ensemble des régions Pays de la Loire et Bretagne (localisé ci-dessus), pour le RCP 4.5 (en haut) et RCP8.5 (en bas) et pour l'horizon moyen 2041-2070 (à gauche) et l'horizon lointain (à droite) par rapport à 1976-2005

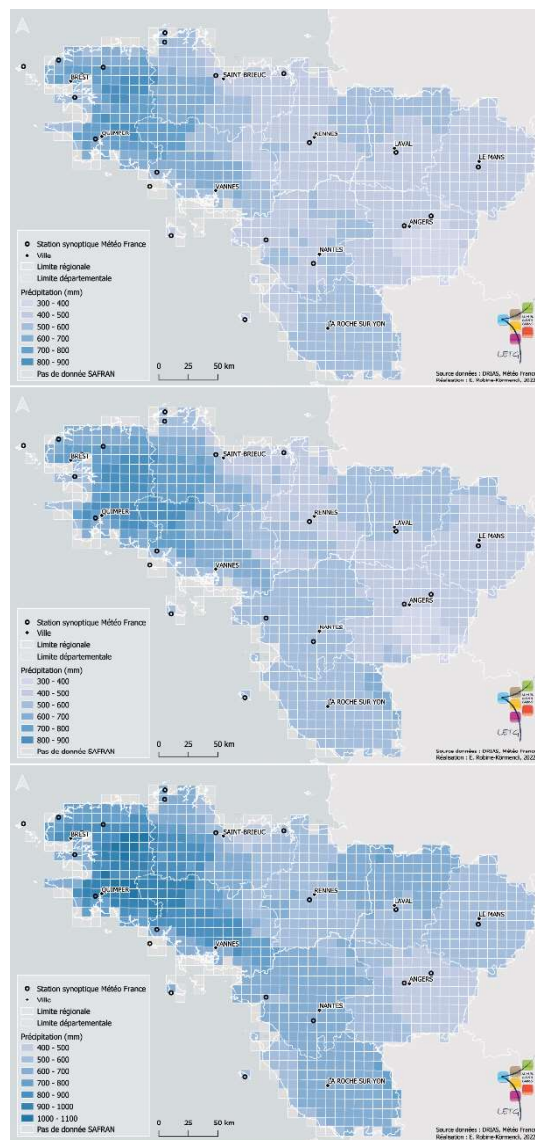
Les mêmes graphiques réalisés pour l'été et l'hiver (non représentés) montrent que les modèles projettent pour l'horizon lointain un réchauffement estival compris entre 2°C et 4,2°C en RCP4.5 et 3°C et 6,8°C en RCP8.5 ; et un réchauffement hivernal compris entre 1,3°C et 1,7°C en RCP4.5 et 2°C et 3,5°C en RCP8.5. Au niveau pluviométrique, les modèles projettent tous, en prenant les valeurs inter centiles, une baisse en été comprise entre 0 et 60% et une hausse en hiver comprise entre 3 et 40%.

## 2.2. Exemples cartographiés de différences climatiques liées aux modèles

La figure 2 illustre la distribution spatiale des écarts de température moyenne annuelle (2071-2100 vs 1976-2005) sous conditions RCP 8.5 pour trois modèles : EC-Earth/RACMO22E, CNRM-CM5/Aladin63 et IPSL-CM5A/WRF381P ; tandis que la figure 3 indique leurs projections du cumul pluviométrique en hiver (en mm).



**Figure 2 :** Ecarts de températures annuelles (°C) entre les périodes 2071-2100 et 1976-2005, sous conditions RCP 8.5 pour trois modèles : EC-EARTH/RACMO22E (en haut) CNRM-CM5/Aladin63 (au centre) et IPSL-CM5A/WRF381P (en bas)



**Figure 3 :** Cumul pluviométrique hivernal (mm) pour la période 2071-2100 sous conditions RCP 8.5 pour trois modèles : EC-EARTH /RACMO22E (en haut) CNRM-CM5/Aladin63 (au centre) et IPSL-CM5A/WRF381P (en bas)

D'après la figure 1, pour le RCP8.5 et l'horizon lointain, le EC-EARTH/RACMO22E est un des modèles qui réchauffent le plus et qui humidifient le moins. Au contraire, celui de l'IPSL- WRF381P est un des modèles qui réchauffent le moins et celui qui humidifie le plus tandis que le CNRM-CM5/Aladin63 est au même niveau de réchauffement que l'IPSL/WRF381P et a une position médiane pour la pluviométrie.

La spatialisation des projections thermiques des trois modèles (Figure 2) montre bien le réchauffement plus fort du modèle EC-EARTH/RACMO22E, allant de 3°C et 4,5°C sur les 2 régions tandis qu'il s'étend de

2,5°C ou 2,75°C à 4,25°C respectivement pour l'IPSL-CM5A/WRF381P et le CNRM-CM5/Aladin63. Dans les trois cas, le réchauffement est plus fort au sud et à l'est (Pays de la Loire) qu'au nord et à l'ouest (Bretagne).

Au niveau pluviométrique, tous les modèles projettent une augmentation en saison froide (octobre-mars) sur cet espace géographique, de manière insignifiante (+0,5% pour le HadGEM2-ES/CCLM4-8-17) ou conséquente (+26% et 37% respectivement pour les modèles IPSL-WR381P et IPSL-RCAA) par rapport à 1976-2005 (résultats non présentés). La figure 3 représente la distribution spatiale du cumul en hiver par les trois modèles EC-EARTH, CNRM-Aladin63 et IPSL-WRF381P qui projettent respectivement une augmentation de 8%, 13% et 35% par rapport à 1976-2005. Les cumuls projetés par les deux premiers modèles sont assez similaires. Ils atteindraient 300 mm à 400 mm pour les secteurs les moins arrosés (à l'est) et 800 à 900 mm pour les secteurs les plus arrosés (sur l'extrême ouest de la Bretagne). Le modèle IPSL-WRF381P projettent environ 100 mm de plus, soit 400 à 500 mm pour les secteurs les moins arrosés et 1000 à 1100 mm pour les plus arrosés.

## Conclusion

Le niveau d'incertitude liée aux modèles climatiques est beaucoup plus important pour les précipitations que pour les températures, comme sur l'espace métropolitain et ailleurs à l'échelle globale. Les deux exemples cartographiques montrent l'amplitude des contrastes/incertitudes liés aux modèles sur ces deux régions (qui peut être sur- ou sous-estimée visuellement par effet de seuils sémiologiques). La distribution spatiale des précipitations projetée, même si elle diminue en été et augmente en hiver est cohérente dans le temps quel que ce soit les deux scénarios ; les régions les plus humides et les plus sèches le resteraient. Les modèles médians peuvent être utilisés pour évaluer le climat moyen, tandis que ceux qui réchauffent le plus et le moins peuvent être utilisés pour étudier les risques de vagues de chaleur ou de gel, tout comme les modèles qui humifient le moins et le plus peuvent donner une bonne idée des risques de sécheresse. Le choix du ou des modèles est à adapter en fonction des enjeux.

Ce travail a été décliné individuellement par région et au pas de temps saisonnier. Une analyse statistique plus développée fera l'objet d'un article scientifique.

**Remerciements :** Les travaux sont issus du projet CLIMATVEG financé par les Régions Bretagne et Pays de Loire et l'ADEME et piloté par Vegepolys Valley (<https://www.vegepolys-valley.eu/projet-climatveg/>).

## Bibliographie

- Amiot L., 2021 : Impacts des changements climatiques sur la ressource en eau en Bretagne. Rapport DEMOCLIM du CRESEB, Région Bretagne. <https://www.creseb.fr/projet-democlim/>.
- Fraga H., Pinto J.G., Santos J.A., 2019 : Climate change projections for chilling and heat forcing conditions in European vineyards and olive orchards: A multi-model assessment. *Clim. Chang.*, **152**, 179–193.
- Moreau J.-C., Madrid A., Lecarme M., 2020 : Adaptation des élevages laitiers au changement climatique : résultats de l'étude Climalait pour le pays de Morlaix, Idele, CNIEL, 17 pages. <https://idele.fr/climalait/publications>.
- Ligneau L.; Tilly S.; Baraer F.; Dubreuil V.; Bonnardot V.; 2020 : Observatoire du changement climatique pour l'agriculture: résultats préliminaires en Bretagne. In : *Actes du 33<sup>ème</sup> colloque de l'AIC*, Rennes, France, 427-432.
- Soubeyroux J.-M., Bernus L., Corre L., Drouin A., Dubuisson B., Etchevers P., Gouget V., Josse P., Kerdoncuff M., Samacoits R. et Tocquer F., 2020 : *Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la Métropole*. Météo France, 98 pages [www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr).
- Vidal J.-P., Martin E., Franchisteguy L., Baillon M., Soubeyroux J.-M., 2010. A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the Safran system. *International Journal of Climatology*, **30**, 1627–1644. 10.1002/joc.2003.
- Zavlyanova M., Bonnardot V., Van Leeuwen C., Quénot H., Ollat N., 2023 : The use of GFV and GSR temperature-based models in emerging wine regions to help decision-making regarding choices in grape varieties and wine styles : Application to Brittany (France)". *VITIS –Vol 62(1)* 10-26. DOI: 10.5073/vitis.2023.62.10-26.