

Limitation du jeu de données EUROCORDEX-2014

État des lieux des problèmes connus sur les données Euro-CORDEX :

Les données climatiques corrigées EUROCORDEX-2014 datent de 2014 et sont issues du programme européen du même nom Euro-CORDEX, qui fournit des projections climatiques à 12 km de résolution sur toute l'Europe. Cet ensemble est composé de douze simulations, qui ont été corrigées et régionalisées sur une grille de 8 km de résolution sur la France. Les scénarios régionalisés obtenus permettent aujourd'hui de caractériser le changement climatique et ses impacts sur de nombreux écosystèmes naturels et secteurs économiques à l'échelle de la France.

Cependant, des améliorations sont encore à apporter, comme le montrent les problèmes relevés par la communauté scientifique suite aux évaluations et aux études sur l'impact du changement climatique réalisées à partir de ces simulations.

Ce document fournit des informations et des avertissements pour les utilisateurs des jeux de données Euro-CORDEX disponibles depuis 2014 sur le portail DRIAS. Certaines simulations présentent des schémas physiquement irréalistes ou inattendus, il est déconseillé de les utiliser ou en connaissance de cause. Les projections concernées par des anomalies locales et sectorielles, peuvent être utilisées sauf dans les cas particuliers identifiés. Nous avons marqué en orange les simulations qui ont été rejoués par les instituts avec bien souvent une nouvelle version du modèle régional, corrigeant le problème majeur identifié. Les numéros du tableau ci-dessous font référence à une communication appuyée de références bibliographiques listée juste en dessous du tableau.

La nouvelle sélection DRIAS2020, composée aussi des projections climatiques d'Euro-CORDEX, prend en compte ces informations. Certaines simulations ont été retirées de l'ensemble en raison des problèmes de qualité de ces données.

Dans le tableau nous avons aussi ajouté les simulations nommées CNRM2014 et IPSL2014, disponibles sur le portail DRIAS, en référence au rapport « Le climat de la France au XXI^e siècle » édition 2014. Ce rapport a été réalisé sous la direction de Jean Jouzel, il compare les deux modèles régionaux mis en œuvre par les instituts français (respectivement Aladin-Climat et WRF) aux produits de distribution de l'ensemble EUROCORDEX-2014, identifiés comme étant le jeu de référence.

Tableau 1 : Ensemble de simulations Euro-CORDEX qui ont été corrigées et mis en ligne sur le portail DRIAS en 2014. Les anomalies connues à ce jour, sont référencées et détaillées dans des communications disponibles ci-dessous.

Nom de la simulation	GCM	RCM	Hist	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	Info ref	Anomalies connues
CNRM2014 (hors Euro-CORDEX)	r1 CNRM-CM5 / ARPEGE51	ALADIN52	x	x	x	x	1b	Problème d'interpolation de la SST
IPSL2014 (hors Euro-CORDEX)	r1 IPSL-CM5A / WRF-Europe	WRF-France	x	x	x	x	2 ; 6	Gaz à effet de serre non évolutif
CLMcom_CNRM-CM5_CCLM4-8-17	r1 CNRM-CM5	CCLM4-8-17	x	x	x	x	1 ; 6	CNRM-CM5 : Incohérence entre les forçages
CLMcom_MPI-ESM-LR_CCLM4-8-17	r1 MPI-ESM	CCLM4-8-17	x	x	x	x	6	
CNRM_CNRM-CM5_ALADIN53	- CNRM-CM5	ALADIN53	x	x	x	x	1 ; 1b	CNRM-CM5 : Incohérence entre les forçages Problème d'interpolation de la SST
CSC_MPI-ESM-LR_REMO019	r1 MPI-ESM	REMO2019	x	x	x	x	3 ; 6	Problème d'interpolation sur la grille EUR-11
DMI_ICHEC-EC-EARTH_HIRHAM5	r12 EC-EARTH	HIRHAM5	x	x	x	x	2 ; 4 ; 6	Gaz à effet de serre non évolutif Accumulation de neige sur les hauts reliefs
IPSL_IPSL-IPSL-CM5A-MR_WRF331F	r1 IPSL-CM5A	WRF331F	x	x	x	x	2 ; 6	Gaz à effet de serre non évolutif
KNMI_MetEir-ECEARTH_RACMO22E	r12 EC-EARTH	RACMO22E	x	x	x	x	5	Accumulation de neige sur les hauts reliefs
SMHI_CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	r1 CNRM-CM5	RCA4	x	x	x	x	1 ; 4 ; 6	CNRM-CM5 : Incohérence entre les forçages Accumulation de neige sur les hauts reliefs
SMHI_ICHEC-EC-EARTH_RCA4	r1 EC-EARTH	RCA4	x	x	x	x	4 ; 6	Accumulation de neige sur les hauts reliefs
SMHI_IPSL-IPSL-CM5A-MR_RCA4	r1 IPSL-CM5A	RCA4	x	x	x	x	4 ; 6	Accumulation de neige sur les hauts reliefs
SMHI_MOHC-HadGEM2-ES_RCA4	r1 HadGEM2	RCA4	x	x	x	x	4 ; 6	Accumulation de neige sur les hauts reliefs
SMHI_MPI-M-MPI-ESM-LR_RCA4	r1 MPI-ESM	RCA4	x	x	x	x	4 ; 6	Accumulation de neige sur les hauts reliefs

Communication sur le jeu EUROCORDEX-2014 :

1 – CNRM-CM5 : Incohérence entre les forçages

2018-02-23 : Une erreur a été détectée dans les fichiers de la simulation « historical_r1i1p1 » du modèle CNRM-CM5 CMIP5. Les fichiers atmosphériques erronés proviennent en réalité d'un autre membre de la simulation d'ensemble du modèle, non publiée.

L'erreur se traduit par une incohérence entre le forçage SST (sea surface temperature) et SIC (sea-ice concentration) provenant du membre r1, et le forçage atmosphérique aux limites latérales provenant d'un membre inconnu. Ce problème affecte toutes les simulations HISTORIQUE CORDEX réalisées en utilisant le forçage CNRM-CM5 : CCLM4-8-17 : ALADIN53 et RCA4. L'expérience CNRM2014 n'est pas concernée par ce problème, car le pilotage aux bords du domaine ne provient pas directement d'une simulation CMIP. Pour plus de détails, veuillez lire le fichier : Issue in some CNRM-CM5 files and implications for CMIP5 and CORDEX users.

Ce problème a été corrigé pour les simulations de CNRM-CM5/ALADIN63 et CNRM-CM5/RACMO22E inclus dans le nouveau jeu DRIAS-2020. Les autres simulations ayant corrigées ce problème de conditions aux bords sont labellisées v2 et non pas v1, et inclut un commentaire dédié dans l'en-tête des fichiers.

1b - ALADIN53 : Problème d'interpolation de la SST

Une erreur s'est produit lors de l'interpolation des température de surface de la mer depuis la grille GCM (CNRM-CM5) vers celle du RCM (ALADIN53). Il en résulte une influence de la température de la terre sur la mer en zone côtière.

Ce problème a été corrigé avec la nouvelle version ALADIN63.

2 – Gaz à effet de serre non évolutif :

L'évolution des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) régionales n'est pas incluse comme forçage externe par les modèles climatiques régionaux (RCM) WRF v3.3.1 et HIRHAM v5 utilisés pour ces simulations.

La sensibilité de la température de surface (TAS) aux variations annuelles des concentrations de GES, a été étudié par Jerez et al. 2018 dans des simulations régionales sur l'Europe. Les tendances des TAS sur la période historique sont significativement affectées, par l'absence des GES, de 1 à 2°K par siècle dans certaines régions. Un impact non négligeable dans les projections régionales futures de la TAS, mais qui est encore trop peu documenté.

Même si l'effet global du réchauffement est inclus dans les températures de surface de l'océan et dans les conditions aux limites latérales, le réchauffement régional est visiblement sous-estimé dans ces simulations.

Une nouvelle version du modèle (WRF v3.8.1) prenant en compte un certain nombre de modifications dont l'ajout de nouvelles variables et une flexibilité sur la sélection du forçage des GES, a été mise en œuvre pour les projections climatiques régionales 2019. Il en est de même avec le modèle HIRHAM qui inclus à présent l'évolution des GES sur sa nouvelle publication v20181126.

3 – MPI-ESM-LR / REMO2009 : Problème d'interpolation de grille

Les données REMO2009 ont un problème d'interpolation de la grille du modèle (qui est décalée par rapport à la grille EUR-11 d'une demi-maille dans les directions x et y) vers la grille EUR-11. Par conséquent, environ 20% des points de grille contiennent la valeur de leur point voisin (20% ont été écrasées, 20% ont été doublées).

Ce problème a été corrigé et les simulations rejouées : nouvelle publication v20160525.

4 – Accumulation de neige sur les reliefs :

Plusieurs études (Terzago et al., 2017 ; Frei et al., 2018 (Documents supplémentaires Partie B) et Fernandez et al., 2018) ont révélé que certains modèles accumulent de façon irréaliste de la neige sur des mailles surélevées des Alpes et des Pyrénées. C'est le cas des simulations EC-EARTH / HIRHAM5, EC-EARTH/RACMO22E et toutes les simulations effectuées avec le modèle régional RCA4 qui présentent des points de grille avec des tendances d'enneigement positives, malgré la diminution générale de la fraction des chutes de neige.

Par rétroaction cela a des répercussions évidentes sur les flux radiatifs et le signal de changement climatique de la température à 2 m. Ce qui introduit aussi une erreur dans le bilan des eaux de surface, comme entrave le calcul des moyennes spatiales de

l'équivalence en eau de la neige sur les hautes régions montagneuses, correspondent à des zones d'accumulation continue de neige et à des zones sans fonte. Il est recommandé d'écarter ces points des analyses.

5 – IPSL-CM5A / WRF331F : Précipitations estivales non réalistes dans certaines régions

L'interpolation des SST le long de certaines côtes, dont le sud du Golfe de Gascogne, et à d'autres endroits en Europe (notamment en Italie et Balkans), a inclus certaines températures terrestres du GCM forceur, induisant dans la journée des trop fortes valeurs l'été et en conséquence une convection et des précipitations très importantes le long du littoral, phénomène qui s'accroît dans le futur et n'est pas réaliste (des précipitations moyennes en août vont jusqu'à 40-50 mm/ jour en certains points). Les pluies côtières et sur les massifs côtiers jusqu'aux Alpes par endroits semblent touchées, en été, particulièrement pour la simulation à haute résolution EUR-11. Le climat hivernal ne semble pas affecté.

6 – Non-prise en compte de l'évolution des forçages en aérosols :

Seuls les modèles RACMO et ALADIN prennent en compte l'évolution régionale du forçage par les aérosols en Europe dans les projections. L'impact climatique de ce manque est démontré pour les tendances passées de rayonnement et de température (Nabat et al., 2014 ; Gutierrez-Escribano et al., 2018) et ainsi que pour la réponse future en milieu et fin de XXIe siècle (Gutierrez et al. 2020, Boé et al., 2020).

Référence :

Boé, J., Somot, S., Corre, L. *et al.* Large discrepancies in summer climate change over Europe as projected by global and regional climate models: causes and consequences. *Clim Dyn* **54**, 2981–3002 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05153-1>.

Fernández J, Frías MD, Cabos WD et al (2018) Consistency of climate change projections from multiple global and regional model intercomparison projects. *Clim Dyn* 1:1–18. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4181-8>.

Frei P, Kotlarski S, Liniger MA, Schär C (2018) Future snowfall in the Alps: projections based on the EURO-CORDEX regional climate models. *Cryosphere* 12(1):1–24. <https://doi.org/10.5194/tc-12-1-2018>.

(Documents supplémentaires Partie B : <https://tc.copernicus.org/articles/12/1/2018/tc-12-1-2018-supplement.pdf>)

Gutiérrez C., Somot S., Nabat P., Mallet M., Corre L., van Meijgaard E., Perpiñán O., Gaertner M.A. (2020) Future evolution of surface solar radiation and photovoltaic potential in Europe : investigating the role of aerosols. *Environ. Res. Lett.*, 15 (3), 034035, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6666>.

Gutiérrez C., Somot S., Nabat P., Mallet M., Gaertner M., Perpiñán, O. (2018). Impact of aerosols on the spatiotemporal variability of photovoltaic energy production in the Euro-Mediterranean area. *Solar Energy*. 174. 1142-1152. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.09.085>.

Issue in some CNRM-CM5 files and implications for CMIP5 and CORDEX users (2018) : https://www.umr-cnrm.fr/cmip5/IMG/pdf/communication-issue-files_cnrm-cm5_historical_6hlev_en.pdf

Jerez S, López-Romero JM, Turco M et al (2018) Impact of evolving greenhouse gas forcing on the warming signal in regional climate model experiments. *Nat Commun* 9:1304. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03527-y>.

Nabat, P., Somot, S., Mallet, M., Sanchez-Lorenzo, A. and Wild, M. (2014), Contribution of anthropogenic sulfate aerosols to the changing Euro-Mediterranean climate since 1980, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 5605-5611, <https://doi.org/10.1002/2014GL060798>.

Terzago S, von Hardenberg J, Palazzi E, Provenzale A (2017) Snow water equivalent in the Alps as seen by gridded data sets, CMIP5 and CORDEX climate models. *Cryosphere* 11:1625–1645. <https://doi.org/10.5194/tc-11-1625-2017>.