

Terms of use of CRCM5 runs at Ouranos and credits / Conditions d'utilisation des simulations du MRCC5 à Ouranos

(la version française suit)

This document contains the following sections:

1. TERMS OF USE OF CRCM5 OUTPUTS FROM OURANOS
2. CRCM5 DESCRIPTION
 - a. SUGGESTED TEXT AND REFERENCES FOR CRCM5
 - b. TEMPLATES FOR THE DESCRIPTION OF CRCM5 SIMULATIONS (and driving data)
3. LIST OF REFERENCES

1 E. TERMS OF USE FOR CRCM5 OUTPUTS FROM OURANOS

- a) No individual(s), Ouranos, the Climate Simulation and Analysis group or the Climate Scenarios and Services group can be held responsible for any errors in the model or in the output data, or misuse of the model.
- b) An appropriate credit to the data providers must be included in publications and reports that rely on the CRCM5 model output, by the following acknowledgement: **"The CRCM5 data has been generated and supplied by Ouranos."** and **"The Canadian Regional Climate Model (CRCM5; Martynov et al. 2013, Separovic et al. 2013) was developed by the ESCER Centre at UQAM (Université du Québec à Montréal) with the collaboration of Environment and Climate Change Canada."**
- c) It is also necessary to make the following credit to Compute Canada when CRCM5 simulations have been run on their machines (this is the case for most CRCM5 runs, unless specifically mentioned): **"CRCM5 computations were made on the supercomputers beluga and narval managed by Calcul Québec and the Digital Research Alliance of Canada (alliancecan.ca). The operation of this supercomputer received financial support from Innovation, Science and Economic Development Canada and the Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec"** [<https://alliancecan.ca/en/services/advanced-research-computing/research-portal/acknowledging-alliance>]
- d) There are potential limitations of the data obtained. These may include (but are not necessarily limited to) errors in the models, shortcomings in the experiment designs, the conjectural quality of the forcing scenarios used to drive the models, and statistical uncertainty of model results.
- e) Although the model output has been subjected to a quality control procedure, unrecognized errors almost certainly remain.
- f) Please contact the Climate Simulation and Analysis Group directly if you find any inconsistencies in the data.
- g) To aid the modelling group in understanding and improving upon their models' behaviour, please provide feedback about your research results (e.g., reporting model deficiencies, publications, reports, etc.), and we appreciate if you can remain available to answer to reasonable requests from our part.
- h) Please inform Ouranos of publications and reports that make use of the CRCM5 outputs.
- i) The dataset cannot be distributed to a third party without Ouranos' consent, please refer the interested person or group directly to the Climate Simulation and Analysis Group at Ouranos.



Groupe Simulations et analyses climatiques

Terms of use of CRCM5 runs at Ouranos and credits / Conditions d'utilisation des simulations du MRCC5 à Ouranos
décembre 2023 (v7.1)

- j) An additional acknowledgement should be included when possible to recognize funding: **"We also thank NSERC and CFCAS for the funding of the development of the CRCM5."**
- k) To contact de Climate Simulations and Analysis Group : simulations_ouranos@ouranos.ca

2 E. CRCM5 DESCRIPTION

2a E. SUGGESTED TEXT AND REFERENCES FOR CRCM5

A description of all CRCM5 simulations produced by Ouranos is available on the Ouranos intranet or can be obtained by contacting a member of our group.

The ensemble of CRCM5 simulations driven by CMIP5 at 0.22° produced by Ouranos is described in: Mittermeier, M., E. Bresson, D. Paquin, R. Ludwig, 2021 A deep learning approach for the identification of long-duration mixed precipitation in Montréal (Canada). *Atmosphere-Ocean*. <https://doi.org/10.1080/07055900.2021.1992341>

The ClimEX ensemble of CRCM5 simulations driven by CanESM2 at 0.11° produced by Ouranos is described in: Leduc, M., A. Mailhot, A. Frigon, J.-L. Martel, R. Ludwig, G.B. Brietzke, M. Giguère, F. Brisette, R. Turcotte, M. Braun, J. Scinocca (2019) ClimEx project: a 50-member ensemble of climate change projections at 12-km resolution over Europe and northeastern North America with the Canadian Regional Climate Model (CRCM5). *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. doi: 10.1175/JAMC-D-18-0021.1

The list and description of archived variables is also available on the Ouranos intranet and can be obtained by contacting our group

2b E. TEMPLATES FOR THE DESCRIPTION OF CRCM5 SIMULATIONS (and driving data)

In reports/publications, a description of CRCM5 simulations should include the following information to describe the configuration of the run:

- CRCM5 version (such as CRCM5 v3.3.3.1) and Ouranos' operational 3-letter name of simulation (ex. bba), prescribed reference(s), regional domain and horizontal resolution, time window of simulation, driving data (e.g. reanalyses or GCM –version, member, and RCP if future projection–). The lake model (usually implemented at the sub-grid scale and the resolved grid scale) should also be cited with reference(s) if relevant for the analysis (see note on the lakes below).

Suggestion of text on regional domain and resolution:

–...over a domain covering North America (AMNO11d1: 695x668 grid points including a 20-point sponge (and halo) zone surrounding the domain) with a horizontal grid-size mesh of 0.11 degrees on a rotated latitude-longitude grid (about 12 km resolution), using 5-minute time steps. This gives a free zone for analysis of 655x628 grid points.



...over a domain covering North America (AMNO22d2: 380x340 grid points including a 20-point sponge (and halo) zone surrounding the domain) with a horizontal grid-size mesh of 0.22 degrees on a rotated latitude-longitude grid (about 25 km resolution), using 10-minute time steps. This gives a free zone for analysis of 340X300 grid points.

...over a domain centered over Quebec (QC11d1: 340X340 grid points including a 20-point sponge (and halo) zone surrounding the domain) with a horizontal grid-size mesh of 0.11 degrees on a rotated latitude-longitude grid (about 12 km resolution), using 5-minute time steps. This gives a free zone for analysis of 300X300 grid points.

Suggestion of text on spectral nudging (when applicable for the CRCM5 simulation used):

A smooth spectral nudging of large scales (Riette and Caya 2002; Separovic et al. 2012) was applied to the horizontal wind component within the RCM domain interior. The spectral nudging configuration consists of large-scale features being defined with a half-response wavelength of 1177km and a relaxation time of 13.34 h. These large scales are imposed inside the RCM domain and vary along the vertical: the nudging strength is set to zero from the surface to a height of 500 hPa and increases linearly onward to the top of the model's simulated atmosphere (10 hPa).

Suggestion of text on the driving data:

...For historical simulations, the run was driven by atmospheric and oceanic fields taken from...

Reanalyses

- 6-hourly atmospheric and ocean outputs of the ECMWF **ERA5** global reanalyses (European Center for Medium-Range Weather Forecasts ReAnalyses; publicly available on a grid of approximately 30 km spatial resolution. Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., et al. (2020). The ERA5 Global Reanalysis. Q.J.R. Meteorol. Soc. 146, 1999–2049. doi:10.1002/qj.3803
- 6-hourly ECMWF ERA-Interim global reanalyses (European Center for Medium-Range Weather Forecasts ReAnalyses; Dee et al. 2011), publicly available on a grid of approximately 80 km spatial resolution.

...For historical and climate change projections, the run was driven by atmospheric and oceanic fields taken from...

CMIP6

- 6-hourly atmospheric and ocean outputs of the Canadian Earth System Model version 5 CanESM5 (Swart, Neil C., Jason N. S. Cole, Viatcheslav V. Kharin, Mike Lazare, John F. Scinocca, Nathan P. Gillett, James Anstey, Vivek Arora, James R. Christian, Sarah Hanna, Yanjun Jiao, Warren G. Lee, Fouad Majaess, Oleg A. Saenko, Christian Seiler, Clint Seinen, Andrew Shao, Michael Sigmond, Larry Solheim, Knut von Salzen, Duo Yang, and Barbara Winter (2019) Geosci. Model Dev., 12, 4823–4873, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4823-2019>)
 - Details : T63L49 native atmosphere, T63 Linear Gaussian Grid; 128 x 64 longitude/latitude; 49 levels; top level 1 hPa : land: CLASS3.6/CTEM1.2; landice:



specified ice sheets; ocean: NEMO3.4.1 (ORCA1 tripolar grid, 1 deg with refinement to 1/3 deg within 20 degrees of the equator; 361 x 290 longitude/latitude; 45 vertical levels; top grid cell 0-6.19 m ; ocnBgchem: Canadian Model of Ocean Carbon (CMOC); NPZD ecosystem with OMIP prescribed carbonate chemistry; sealce: LIM2 Geoscientific Model Development Special issue on CanESM5 (https://www.geosci-model-dev.net/special_issue989.html)

- 6-hourly atmospheric and ocean outputs of the MPI-ESM1.2-LR MPI-ESM: Mauritsen, T. et al. (2019), Developments in the MPI-M Earth System Model version 1.2 (MPI-ESM1.2) and Its Response to Increasing CO₂, J. Adv. Model. Earth Syst.,11, 998-1038, doi:10.1029/2018MS001400
 - Details : MPI-ESM1.2-LR (2017); atmos: ECHAM6.3 (spectral T63; 192 x 96 longitude/latitude; 47 levels; top level 0.01 hPa); atmosChem: none; land: JSBACH3.20; landIce: none/prescribed; ocean: MPIOM1.63 (bipolar GR1.5, approximately 1.5deg; 256 x 220 longitude/latitude; 40 levels; top grid cell 0-12; sealce: unnamed (thermodynamic (Semtner zero-layer) dynamic (Hibler 79) sea ice model); aerosol: none, prescribed MACv2-SP; ocnBgchem: HAMOCC6;
- 6-hourly atmospheric and ocean outputs of the CNRM-ESM2-1: Séférian et al., 2019. Evaluation of CNRM Earth-System model, CNRM-ESM2-1: role of Earth system processes in present-day and future climate, Journal of Advances in Modeling Earth Systems, <https://doi.org/10.1029/2019MS001791>
 - data regridded to a T127 gaussian grid (128x256 latlon) from a native atmosphere T127I reduced gaussian grid aerosol: TACTIC_v2 atmos: Arpege 6.3 (T127; Gaussian Reduced with 24572 grid points in total distributed over 128 latitude circles (with 256 grid points per latitude circle between 30degN and 30degS reducing to 20 grid points per latitude circle at 88.9degN and 88.9degS); 91 levels; top level 78.4 km) atmosChem: REPROBUS-C_v2 land: Surfex 8.0c ocean: Nemo 3.6 (eORCA1, tripolar primarily 1deg; 362 x 294 longitude/latitude; 75 levels; top grid cell 0-1 m) ocnBgchem: Pisces 2.s sealce: Gelato 6.1 Référence : <http://www.umr-cnrm.fr/cmip6/references>

CMIP5

- -6-hourly atmospheric simulation and daily ocean outputs of the Canadian Earth System Model version 2 (**CanESM2**/T63 approximately corresponding to 2.81° on a horizontal linear grid; Arora et al. 2011; von Salzen et al. 2013; first (or second or other) member produced for CMIP5). Regional simulations were performed using the IPCC RCP 8.5 future greenhouse gas projected evolution from 2006 (Meinshausen et al. 2011), as was the global driving model.
 - NOTE: The 5 members of CanESM2 were produced for CMIP5. For the historical period (1850–2005), each member is initialized at 50-year intervals from an equilibrated preindustrial control simulation (with specified atmospheric CO₂ concentration of 284.7 ppm). Observed emissions (in CO₂ and non-CO₂ GHGs, aerosols and land cover) are used during the historical period up to 2005 with observed explosive volcano and solar cycle forcings. For the 2006–2100 period, each member is a continuation of each of the five



historical simulations employing the future RCP 8.5 scenario of forcings. These future simulations employ a solar cycle forcing comprised of a repetition of roughly the last observed solar cycle prior to 2006 but no explosive volcanic forcing.

- -6-hourly atmospheric simulation and daily ocean outputs of the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Model (**GFDL-ESM2M**/latitude-longitude grid of 90X144 grid points approximately corresponding to 2°X2.5° on a horizontal linear grid (Dunne et al. 2011); first member produced for CMIP5). Regional simulations were performed using the IPCC RCP 8.5 future greenhouse gas projected evolution from 2006 (Meinshausen et al. 2011), as was the global driving model.
- -6-hourly atmospheric simulation and daily ocean outputs of the Centre National de Recherches Météorologiques Earth System Model (**CNRM-CM5**/ atmospheric resolution of T127 ~ 0.95°, archived on latitude-longitude grid of 128X256 grid points approximately corresponding to 185km on a horizontal linear grid; Voldoire et al. 2011; first member produced for CMIP5). Regional simulations were performed using the IPCC RCP 8.5 greenhouse gas projected evolution (Meinshausen et al. 2011), as the global driving model.
- -6-hourly atmospheric simulation and daily ocean outputs of the Max Planck Institute for Meteorology Earth System Model (**MPI-ESM-LR**/ T063L40, ~1.875°, latitude-longitude grid of 96x192 grid points corresponding to a 210 km resolution (Stevens et al. 2013); first member produced for CMIP5). Regional simulations were performed using the IPCC RCP 8.5 future greenhouse gas projected evolution from 2006 (Meinshausen et al. 2011), as was the global driving model.

Information on the lakes in CRCM5:

CRCM5 is coupled to sub-grid scale lakes (when the lake covers less than 100% of a model tile, the ground part being taken over by the CLASS land surface scheme) and to resolved lakes (when the lake covers 100% of a tile such as is the case for the Great Lakes and Lake Winnipeg for example). Unless otherwise specified, the lake model used is FLake, the Freshwater Lake model (Mironov et al. 2010). Martynov et al. (2010) describe the resolved lake model, namely over the American Great Lakes, while Martynov et al. (2012) look at the regional climate effect of sub-grid scale lakes. The data defining the percent coverage of lakes over each grid tile of a specified regional domain and resolution is available as an output from the CRCM5.

Conditions d'utilisation des simulations du MRCC5 à Ouranos

Ce document contient les sections suivantes :

1. CONDITIONS D'UTILISATION DES DONNÉES MRCC5 PROVENANT D'OURANOS
2. DESCRIPTION DU MRCC5
 - a. TEXTE SUGÉRÉ ET RÉFÉRENCES POUR LE MRCC5
 - b. GABARITS DE DESCRIPTION DES SIMULATIONS MRCC5 (et données pilote)
3. LISTE DES RÉFÉRENCES

1 F. CONDITIONS D'UTILISATION DES DONNÉES DU MRCC5 PROVENANT D'OURANOS

- a) Aucune personne chez Ouranos, du groupe Simulations et analyses climatiques ou du groupe Scénarios et services climatiques, ne peut être tenu responsable de toute erreur dans le modèle ou dans les données de sortie ou d'une mauvaise utilisation du modèle.
- b) Les fournisseurs de données doivent être cités dans les publications et les rapports qui s'appuient sur des données du modèle MRCC5 : « **Les données du MRCC ont été générées et fournies par Ouranos.** » ainsi que « **La version 5 du Modèle régional canadien du climat (MRCC5 ; Martynov et al. 2013, Separovic et al. 2013) a été développé par le Centre pour l'étude et la simulation du climat à l'échelle régionale (ESCER) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) avec la collaboration d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC).** »
- c) Il est aussi recommandé de citer Calcul Canada quand les simulations MRCC5 sont exécutées sur leurs machines (c'est le cas pour la plupart des simulations MRCC5, sauf lorsque spécifié) : « **Les calculs MRCC5 ont été effectués sur le supercalculateur narval et beluga de Calcul Québec et de l'Alliance de recherche numérique du Canada. L'exploitation de ce supercalculateur est financée par la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec** » [<https://alliancecan.ca/fr/services/calcul-informatique-de-pointe/portail-de-recherche/reconnaissance-de-l'alliance>]
- d) Les données obtenues ont potentiellement certaines limitations. Celles-ci peuvent être liées (mais ne sont pas nécessairement limitées) à des erreurs dans le modèle, des déficiences dans la configuration des expériences, la qualité hypothétique des scénarios de forçage utilisés pour piloter les modèles et de l'incertitude statistique quant aux résultats du modèle.
- e) Bien que les données du modèle aient été soumises à une procédure de contrôle de qualité, les erreurs non reconnues demeurent possibles.
- f) Vous pouvez contacter directement le groupe Simulations et analyses climatiques si vous constatez des incohérences dans les données
- g) Afin d'aider le groupe de modélisation à comprendre et à améliorer le comportement du modèle, vous pouvez leur faire part de vos commentaires sur vos résultats de recherche (en mentionnant les lacunes du modèle, vos publications, rapports, etc.) et vous rendre disponible pour répondre à leurs questions.
- h) Il est prescrit d'informer Ouranos des publications et des rapports qui utilisent des données du MRCC5.
- i) L'ensemble des données ne peut être distribué à une tierce partie sans le consentement d'Ouranos. Vous pouvez référer la personne ou le groupe intéressé au groupe Simulations et analyses climatiques chez Ouranos.
- j) S'il est possible de remercier le financement, vous pouvez le souligner ainsi : « **Nous remercions le**



CRSNG et FCSCA pour le financement du développement du MRCC5 ».

k) Pour contacter le groupe Simulations et analyses climatiques : simulations_ouranos@ouranos.ca

2 F. DESCRIPTION DU MRCC5

2a F. TEXTE SUGGÉRÉ ET RÉFÉRENCES POUR LE MRCC5

Vous pouvez vous procurer les documents suivants sur l'intranet d'Ouranos ou en faisant la demande auprès d'un membre du groupe Simulations et analyses climatiques :

- une description de toutes les simulations MRCC5 produites par Ouranos.
- la liste et la description des variables archivées.

GABARITS DE DESCRIPTION DE SIMULATIONS DU MRCC5 (et données pilote)

Dans les rapports et les articles, toute description d'une simulation MRCC5 devrait comporter l'information suivante pour décrire la configuration :

- la version du MRCC5 (tel que MRCC5 v3.3.3.1) et le nom à 3 lettres de la simulation opérationnelle d'Ouranos (ex. bba), référence(s) prescrite(s), domaine régional et résolution horizontale, fenêtre temporelle de la simulation, données pilote (p.ex. réanalyses ou MCG – version, membre, et RCP si projections –). Le modèle de lac (généralement appliqué à des échelles inférieures à la maille [grille] et à l'échelle de la maille [résolue]) devrait également être cité avec référence(s) s'il est pertinent pour l'analyse (voir note sur les lacs ci-dessous).

Suggestion de texte – domaine régional et résolution :

-... domaine couvrant l'Amérique du Nord (AMNO11d1: 695x668 points de grille incluant une zone éponge [et halo] de 20 points au pourtour du domaine) avec une résolution horizontale de 0,11 ° sur une grille latitude-longitude tournée (environ 12 km de résolution), avec des pas de temps de 5 minutes. Cela donne une zone libre pour l'analyse de 655x628 points de grille.

-... domaine couvrant l'Amérique du Nord (AMNO22d2 : 380x340 points de grille incluant une zone éponge [et halo] de 20 points au pourtour du domaine) avec une résolution horizontale de 0,22 ° sur une grille latitude-longitude tournée (environ 25 km de résolution), avec des pas de temps de 10 minutes. Cela donne une zone libre pour l'analyse de 340x300 points de grille.

-... couvrant domaine centré sur le Québec (QC11d1 : 340x340 points de grille incluant une zone éponge [et halo] de 20 points au pourtour du domaine) avec un maillage horizontal de 0,11 ° sur une grille latitude-longitude tournée (résolution d'environ 12 km), en utilisant des pas de temps de 5 minutes. Cela donne une zone libre pour l'analyse de 300x300 points de grille.

Suggestion de texte sur le pilotage spectral (lorsqu'appliqué à la simulation MRCC5 utilisée)

-... à l'intérieur du domaine régional, du pilotage spectral a été appliqué aux vents de grande échelle (Riette et Caya 2002) afin de maintenir la circulation à grande échelle du MRCC près de celle de son



Groupe Simulations et analyses climatiques

Terms of use of CRCM5 runs at Ouranos and credits / Conditions d'utilisation des simulations du MRCC5 à Ouranos
décembre 2023 (v7.1)

pilote. La configuration du pilotage spectral consiste en des caractéristiques à grande échelle définies avec une longueur d'onde de demi-réponse de 1177 km et un temps de relaxation de 13,34 h. Ces grandes échelles sont imposées à l'intérieur du domaine du MRCC et varient le long de la verticale : le pilotage spectral est fixée à zéro depuis la surface jusqu'à une hauteur de 500 hPa et augmente linéairement jusqu'au sommet de l'atmosphère simulée du modèle (10 hPa).

Suggestion de texte pour les données pilote :

... Pour les simulations historiques, la simulation a été pilotée par les champs atmosphériques et océaniques provenant de...

- réanalyses globales de l'ECMWF ERA5 aux 6 heures (Centre européen pour les réanalyses des prévisions météorologiques à moyen terme) ; accessibles au public sur une grille d'environ 30 km de résolution spatiale. Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., et al. (2020). The ERA5 Global Reanalysis. Q.J.R. Meteorol. Soc. 146, 1999-2049. doi : 10.1002/qj.3803
- réanalyses globales **ERA-Interim** de l'ECMWF aux 6 heures (Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme ; Dee *et al.* 2011), disponibles publiquement sur une grille d'une résolution spatiale approximative de 80 km.

... Pour les simulations historiques et projections de changement climatique, la simulation a été pilotée par les champs atmosphériques et océaniques provenant de...

CMIP6

- données atmosphériques et océaniques aux 6 heures du modèle du système terrestre canadien version 5 CanESM5 (Swart, Neil C., Jason N. S. Cole, Viatcheslav V. Kharin, Mike Lazare, John F. Scinocca, Nathan P. Gillett, James Anstey, Vivek Arora, James R. Christian, Sarah Hanna, Yanjun Jiao, Warren G. Lee, Fouad Majaess, Oleg A. Saenko, Christian Seiler, Clint Seinen, Andrew Shao, Michael Sigmond, Larry Solheim, Knut von Salzen, Duo Yang et Barbara Hiver (2019) Geosci. Model Dev., 12, 4823–4873, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4823-2019>)
 - Détails : atmosphère native T63L49, grille gaussienne linéaire T63 ; 128 x 64 longitude/latitude ; 49 niveaux ; niveau supérieur 1 hPa : terre : CLASS3.6/CTEM1.2 ; landIce : calottes glaciaires spécifiées ; océan : NEMO3.4.1 (grille tripolaire ORCA1, 1 deg avec raffinement à 1/3 deg à moins de 20 degrés de l'équateur ; 361 x 290 longitude/latitude ; 45 niveaux verticaux ; cellule de grille supérieure 0-6,19 m ; ocnBgchem : modèle canadien de Ocean Carbon (CMOC) ; écosystème NPZD avec chimie des carbonates prescrite par l'OMIP ; sealce : LIM2 Geoscientific Model Development Special issue on CanESM5 (https://www.geosci-model-dev.net/special_issue989.html)
- données atmosphériques et océaniques aux 6 heures du MPI-ESM1.2-LR MPI-ESM : Mauritsen, T. et al. (2019), Developments in the MPI-M Earth System Model version 1.2 (MPI-ESM1.2) and Its Response to Increasing CO₂, J. Adv. Model. Earth Syst., 11, 998-1038,

doi:10.1029/2018MS001400

- Détails : MPI-ESM1.2-LR (2017) ; atmos : ECHAM6.3 (spectral T63 ; 192 x 96 longitude/latitude ; 47 niveaux ; niveau supérieur 0,01 hPa) ; atmosChem : aucun ; terrestre : JSBACH3.20 ; glace terrestre : aucune/préscrite ; océan : MPIOM1.63 (GR1.5 bipolaire, environ 1,5 degré ; 256 x 220 longitude/latitude ; 40 niveaux ; cellule de grille supérieure 0-12 ; glace de mer : glace de mer sans nom (thermodynamique (couche zéro de Semtner) dynamique (Hibler 79) modèle) ; aérosol : aucun, MACv2-SP prescrit ; ocnBgchem : HAMOCC6 ;
- données atmosphériques et océaniques aux 6 heures du CNRM-ESM2-1 : Séférian et al., 2019. Evaluation of CNRM Earth-System model, CNRM-ESM2-1: role of Earth system processes in present-day and future climate, Journal of Advances in Modeling Earth Systems, <https://doi.org/10.1029/2019MS001791>
 - données remaillées sur une grille gaussienne T127 (128x256 latlon) à partir d'une atmosphère native T127l aérosol à grille gaussienne réduite : TACTIC_v2 atmos : Arpège 6.3 (T127 ; Gaussian Reduced avec 24572 points de grille au total répartis sur 128 cercles de latitude (avec 256 points de grille par latitude cercle entre 30 degN et 30 degS réduit à 20 points de grille par cercle de latitude à 88,9 degN et 88,9 degS) ; 91 niveaux ; niveau supérieur à 78,4 km) AtmosChem : REPROBUS-C_v2 Terre : Surfex 8.0c Océan : Nemo 3,6 (eORCA1, tripolaire principalement à 1 deg ; 362 x 294 longitude/latitude ; 75 niveaux ; cellule de grille supérieure 0-1 m) ocnBgchem : Pisces 2.s sealce : Gelato 6.1 Référence : <http://www.umd-cnm.fr/cmip6/references>

CMIP5

- données atmosphériques aux 6 heures et des données océaniques quotidiennes du modèle du système terrestre canadien de 2^e génération (**CanESM2**/T63 correspondant environ à 2,81 ° sur une grille linéaire horizontale ; Arora et al. 2011 ; Von Salzen et al. 2013 ; premier [ou deuxième ou autre] membre produit pour CMIP5). Les simulations régionales ont été réalisées à l'aide de l'évolution projetée des concentrations de gaz à effet de serre telles que définies par le scénario RCP 8.5 du GIEC (Meinshausen et al. 2011), comme pour le pilote global.
 - NOTE : Les 5 membres du CanESM2 ont été réalisés pour CMIP5. Pour la période historique (1850-2005), chaque membre est initialisé à des intervalles de 50 ans à partir d'une simulation préindustrielle de contrôle à l'équilibre (avec une concentration en CO₂ atmosphérique de 284,7 ppm). Les émissions observées (CO₂, gaz à effet de serre, aérosols et couverture du sol) sont utilisées pendant la période historique allant jusqu'à 2005, avec des forçages volcaniques et des cycles solaires observés. Pour la période 2006-2100, chaque membre est une continuation de chacune des cinq simulations historiques employant le scénario futur de forçages du RCP 8.5. Ces simulations futures utilisent un forçage du cycle solaire composé d'une répétition approximative du cycle solaire observé avant 2006, mais sans forçage volcanique.
- données atmosphériques aux 6 heures et des données océaniques quotidiennes du modèle du système terrestre du Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Model (**GFDL-ESM2M**/grille latitude-longitude de 90X144 points correspondant environ à 2°X2.5° sur une grille horizontale linéaire (Dunne et al. 2011); premier membre produit pour CMIP5). Les



simulations régionales ont été réalisées à l'aide de l'évolution projetée des concentrations de gaz à effet de serre telles que définies par le scénario RCP 8.5 du GIEC (Meinshausen *et al.* 2011), comme pour le pilote global.

- données atmosphériques aux 6 heures et des données océaniques quotidiennes du modèle du système terrestre du Centre National de Recherches Météorologiques Earth System Model (**CNRM-CM5**/ résolution atmosphérique de T127 ~ 0.95°, archivée sur grille latitude-longitude de 128X256 points correspondant environ à 185 km sur une grille horizontale linéaire; Voldoire *et al.* 2011; premier membre produit pour CMIP5). Les simulations régionales ont été réalisées à l'aide de l'évolution projetée des concentrations de gaz à effet de serre telles que définies par le scénario RCP 8.5 du GIEC (Meinshausen *et al.* 2011), comme pour le pilote global.
- données atmosphériques aux 6 heures et des données océaniques quotidiennes du modèle du système terrestre du Max Planck Institute for Meteorology Earth System Model (**MPI-ESM-LR**/ T063L40, ~1.875°, grille latitude-longitude de 96x192 points correspondant à 210 km de résolution (Stevens *et al.* 2013); premier membre produit pour CMIP5). Les simulations régionales ont été réalisées à l'aide de l'évolution projetée des concentrations de gaz à effet de serre telles que définies par le scénario RCP 8.5 du GIEC (Meinshausen *et al.* 2011), comme pour le pilote global.

Information sur les lacs dans le MRCC5

Le MRCC5 est couplé à un modèle de lac sous-maille (lorsque le lac couvre moins de 100 % d'une tuile de modèle, le sol est pris en charge par le modèle CLASS [Canadian LAnd Surface Scheme]) et à un modèle de lac résolu (lorsque le lac couvre 100 % de la tuile comme c'est le cas pour les Grands Lacs et le lac Winnipeg par exemple). Sauf indication contraire, le modèle de lac utilisé est FLake, le modèle *Freshwater Lake* (Mironov *et al.* 2010). Martynov *et al.* (2010) décrit le modèle de lac résolu, notamment sur les Grands Lacs américains, tandis que Martynov *et al.* (2012) se penche sur l'effet climatique des lacs sous-maille à l'échelle régionale. Les données définissant l'étendue des lacs (en pourcentage) sur chaque tuile dans un domaine régional et d'une résolution donnée sont disponibles parmi les données de sortie du MRCC5.

LIST OF REFERENCES / LISTE DES RÉFÉRENCES

Specific to CRCM5 / Spécifiques au MRCC5 :

- Leduc, M., A. Mailhot, A. Frigon, J.-L. Martel, R. Ludwig, G.B. Brietzke, M. Giguère, F. Brisette, R. Turcotte, M. Braun, (2019) ClimEx project: a 50-member ensemble of climate change projections at 12-km resolution over Europe and northeastern North America with the Canadian Regional Climate Model (CRCM5). *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. doi: 10.1175/JAMC-D-18-0021.1
- Martynov A, R Laprise, L Sushama, K Winger, L Separovic, B Dugas. 2013. Reanalysis-driven climate simulation over CORDEX North America domain using the Canadian Regional Climate Model, version 5: model performance evaluation. *Clim Dyn* 41:2973-3005. DOI 10.1007/s00382-013-1778-9.
- Martynov A, L Sushama, R Laprise, K Winger, B Dugas. 2012. Interactive lakes in the Canadian regional climate model version 5: the role of lakes in the regional climate of North America. *Tellus A* 64, 016226. DOI: 10.3402/tellusa.v64i0.16226.
- Martynov A, L Sushama, R Laprise. 2010. Simulation of temperate freezing lakes by one-dimensional lake models: performance assessment for interactive coupling with regional climate models. *Boreal Env Res* 15:143-164.
- Mironov D, E Heise, E Kourzeneva, B Ritter, N Schneider, A Terzhevik. 2010. Implementation of the lake parameterisation scheme FLake into the numerical weather prediction model COSMO. *Boreal Env Res* 15:218-230.
- Mittermeier, M., E. Bresson, D. Paquin, R. Ludwig, 2021 A deep learning approach for the identification of long-duration mixed precipitation in Montréal (Canada). *Atmosphere-Ocean*. <https://doi.org/10.1080/07055900.2021.1992341>
- Riette S, D Caya. 2002. Sensitivity of short simulations to the various parameters in the new CRCM spectral nudging. – In: RITCHIE, H. (Ed.): *Research activities in Atmospheric and Oceanic Modeling*, WMO/TD No. 1105, Report No. 32: 7.39–7.40.
- Separovic L, A Alexandru, R Laprise, A Martynov, L Sushama, K Winger, K Tete, M Valin. 2013. Present climate and climate change over North America as simulated by the fifth-generation Canadian regional climate model. *Clim Dyn* 41:3167-3201. DOI 10.1007/s00382-013-1737-5.

Others / Autres

- Arora, V.K., J.F. Scinocca, G.J. Boer J.R. Christian, K.L. Denman, G.M. Flato, V.V. Kharin, W.G. Lee, and W.J. Merryfield, 2011: Carbon emission limits required to satisfy future representative concentration pathways of greenhouse gases. *Geophysical Research Letters*, 38, L05805, doi:10.1029/2010GL046270, 2011.
- Dee, D.P., S. M. Uppala, A. J. Simmons, P. Berrisford, P. Poli, S. Kobayashi, U. Andrae, M. A. Balmaseda, G. Balsamo, P. Bauer, P. Bechtold, A. C. M. Beljaars, L. van de Berg, J. Bidlot, N. Bormann, C. Delsol, R. Dragani, M. Fuentes, A. J. Geer, L. Haimberger, S. B. Healy, H. Hersbach, E. V. Hólm, L. Isaksen, P. Kållberg, M. Köhler, M. Matricardi, A. P. McNally, B. M. Monge-Sanz, J.-J. Morcrette, B.-K. Park, C. Peubey, P. de Rosnay, C. Tavolato, J.-N. Thépaut and F. Vitart (2011), The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137, 553-597, doi: 10.1002/qj.828. Open access article at <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.828/abstract>.
- Dunne, J. P., J.G. John, A. J. Adcroft, S. M. Griffies, R. W. Hallberg, E. Shevliakova, R. J. Stouffer, W. Cooke, K. A. Dunne, M. J. Harrison, J. P. Krasting, S. L. Malyshev, P. C. D. Milly, P. J. Phillipps, L. T. Sentman, B. L. Samuels, M. J. Spelman, M. Winton, A. T. Wittenberg and Niki Zadeh (2011), GFDL's ESM2 Global Coupled Climate-Carbon Earth System Models. Part I: Physical Formulation and Baseline Simulation Characteristics. *Journal of Climate*, 25, 6646-6665, doi: 10.1175/JCLI-D-11-00560.1.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., et al. (2020). The ERA5 Global Reanalysis.



- Q.J.R. Meteorol. Soc. 146, 1999–2049. doi:10.1002/qj.3803
- Mauritsen, T. et al. (2019), Developments in the MPI-M Earth System Model version 1.2 (MPI-ESM1.2) and Its Response to Increasing CO₂, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 11, 998–1038, doi:10.1029/2018MS001400
- Meinshausen, M, S. J. Smith, K. Calvin, J. S. Daniel, M. L. T. Kainuma, J-F. Lamarque, K. Matsumoto, S. A. Montzka, S. C. B. Raper, K. Riahi, A. Thomson, G. J. M. Velders, D.P. P. van Vuuren, 2011: The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*, 109:213–241. DOI 10.1007/s10584-011-0156-z.
- von Salzen, K, J.F. Scinocca, N.A. McFarlane, J. Li, J.N.S. Cole, D. Plummer, D. Versegny, M.C. Reader, X. Ma, M. Lazare, and L. Solheim, 2013: The Canadian Fourth Generation Atmospheric Global Climate Model (CanAM4). Part I: Representation of Physical Processes, *Atmosphere-Ocean*, 51(1), 104–125, doi:10.1080/07055900.2012.755610.
- Séférián et al., 2019. Evaluation of CNRM Earth-System model, CNRM-ESM2-1: role of Earth system processes in present-day and future climate, *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, <https://doi.org/10.1029/2019MS001791>
- Stevens, B., Giorgetta, M., Esch, M., Mauritsen, T., Crueger, T., Rast, S., Salzmann, M., Schmidt, H., Bader, J., Block, K., Brokopf, R., Fast, I., Kinne, S., Kornblueh, L., Lohmann, U., Pincus, R., Reichler, T., and Roeckner, E.: Atmospheric component of the MPI-M Earth System Model: ECHAM6, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 5, 146–172, 2013, doi: 10.1002/jame.20015 <https://doi.org/10.1002/jame.20015>
- Swart, N. C., Jason N. S. Cole, Viatcheslav V. Kharin, Mike Lazare, John F. Scinocca, Nathan P. Gillett, James Anstey, Vivek Arora, James R. Christian, Sarah Hanna, Yanjun Jiao, Warren G. Lee, Fouad Majaess, Oleg A. Saenko, Christian Seiler, Clint Seinen, Andrew Shao, Michael Sigmond, Larry Solheim, Knut von Salzen, Duo Yang, and Barbara Winter (2019) *Geosci. Model Dev.*, 12, 4823–4873, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4823-2019>
- Voldoire, A., E. Sanchez-Gomez, D. Salas y Mélia, B. Decharme, C. Cassou, S.Sénési, S. Valcke, I. Beau, A. Alias, M. Chevallier, M. Déqué, J. Deshayes, H. Douville, E. Fernandez, G. Madec, E. Maisonnave, M.-P. Moine, S. Planton, D.Saint-Martin, S. Szopa, S. Tyteca, R. Alkama, S. Belamari, A. Braun, L. Coquart, F. Chauvin (2011) : The CNRM-CM5.1 global climate model: description and basic evaluation, *Clim. Dyn.*, 40(9) :2091–2121, DOI:10.1007/s00382-011-1259-y.