Documentation RegioCrop

16 octobre 2019

Auteurs: Delphine Deryng, Quentin Lejeune

Contact:

Delphine Deryng: [delphine.deryng@mail.mcgill.ca](mailto:delphine.deryng@mail.mcgill.ca)  
Quentin Lejeune: [quentin.lejeune@climateanalytics.org](mailto:quentin.lejeune@climateanalytics.org)

Traduction: Alcade Segnon

# L’archive de données ISIMIP

Les projections d’impact sur le rendement des cultures sont calculées à partir de l’archive [ISIMIP Fast-Track](https://www.isimip.org/protocol/#isimip-fast-track). ISIMIP[[1]](#footnote-1) a été lancé pour intégrer les évaluations d'impact du climat dans plusieurs secteurs. La première phase de ISIMIP, qui s'est déroulée de janvier 2012 à janvier 2013, a consisté à intégrer des modèles d’évaluation d'impact du climat de plusieurs secteurs, tels que les secteurs de l'eau, de l'agriculture, des écosystèmes, de la santé, des infrastructures et de l'économie à l'échelle mondiale (Warszawski et al., 2014). L’archive de données ISIMIP pour le secteur agricole contient des données à l’échelle du globe sur la productivité agricole, l'évapotranspiration durant la saison de culture et d'autres résultats pertinents pour la croissance des cultures, pour plus de quinze cultures. Ces données ont été générées par un ensemble de six modèles de cultures globales en grille (GGCM) (Rosenzweig et al., 2014[[2]](#footnote-2)) utilisant les données climatiques à l'échelle réduite issues de cinq modèles de circulation générale (CGM) du projet d'inter-comparaison des modèles couplés phase 5 (CMIP5). Ces GCM reposent sur quatre scénarios de trajectoires d'évolution de concentration (RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5) d'émissions de gaz à effet de serre pour le 21ème siècle (Tableau 1 ; Hempel et al., 2013). Voir ci-dessous pour plus d'informations de base sur les RCP.

La version actuelle de RegioCrop inclut des données sur quatre cultures, à savoir le maïs, le riz, le blé et le soja pour l’ensemble des GGCM. Des données pour des cultures additionnelles ont également été produites par deux GGCM et sont présentées dans le tableau récapitulatif de RegioCrop. Les résultats prennent en compte les effets des concentrations élevées de dioxyde de carbone (CO2) dans l'atmosphère telles que prescrites dans le RCP 8.5, ainsi que les différences entre les systèmes de culture irrigués - en supposant une irrigation complète - et les cultures pluviales (Rosenzweig et al., 2014, Deryng et al., 2016). Les zones irriguées et les zones pluviales spécifiques aux cultures sont définies conformément aux cartes mondiales des zones de cultures irriguées et pluviales de l'année 2000 (Portmann et al., 2009). En ce qui concerne l'Afrique subsaharienne, les cultures présentées dans RegioCrop sont principalement cultivées dans des conditions pluviales (voir Tableau A-2).

Les données de rendement des cultures présentées dans RegioCrop portent sur les niveaux de réchauffement relatifs à la température moyenne annuelle mondiale de la période préindustrielle. Ici, des moyennes sur 20 ans ont été utilisées, centrées à la fois sur le présent (vers l’an 2000, soit +0,61 ° C par rapport à la période préindustrielle) et sur des niveaux de réchauffement respectifs allant de [+ 1 ° C ; + 4 ° C], pour estimer le changement de rendements des cultures par les GGCM. Les résultats présentés représentent le changement médian entre six GGCM forcés par cinq GCM, soit un ensemble de 30 modèles.

Tableau 1 : Liste des GCM et des GGCM de l'archive ISI-MIP, ainsi que les cultures simulées incluses dans RegioCrop (les cultures additionnelles pertinentes pour l'Afrique subsaharienne et fournies par certains modèles seulement sont indiquées en gris).

|  |  |
| --- | --- |
| **GCM** | |
| HadGEM2-ES | |
| IPSL-CM5A-LR | |
| MIROC-ESM-CHEM | |
| GFDL-ESM2M | |
| NorESM1-M | |
| **GGCM** | **CULTURE** |
| EPIC | Maïs, Blé, Soja, Riz (Mil, Sorgho, Canne à sucre, Haricots, Manioc, Coton, Tournesol, Arachide) |
| GEPIC | Maïs, Blé, Soja, Riz |
| LPJmL | Maïs, Blé, Soja, Riz ( Mil, Manioc, Pois, Tournesol, Arachide, Canne à sucre) |
| LPJ-GUESS | Maïs, Blé, Soja, Riz |
| pDSSAT | Maïs, Blé, Soja, Riz |
| PEGASUS | Maïs, Blé, Soja, Riz |

# Visualisation du jeu de données

RegioCrop affiche trois cartes, également téléchargeables au format PDF :

1. Rendement simulé (t/ha/an) vers l’an 2000 (+0,61 ° C par rapport à la période préindustrielle).
2. Variation projetée du rendement (%) par rapport à 2000 (médiane de l'ensemble multi-modèle). Les endroits en jaune présentent un faible niveau d'impact (entre -5 et 5%). Pour les impacts plus importants, les cellules de la grille apparaissent en gris lorsque les modèles ne concordent pas sur le signe du changement.
3. Augmentation relative du rendement (%) si l'irrigation est appliquée dans les zones de cultures qui sont actuellement pluviales, en supposant qu'il n'y ait pas de limitation d'eau (notez que cela ne tient pas compte de la disponibilité réelle en eau irriguée).

En outre, RegioCrop affiche dans un tableau les premier et troisième quartiles et les valeurs médianes de l’ensemble de 30 modèles, également téléchargeables sous un format de fichier csv.

# Note sur l'hypothèse d'irrigation dans ISIMIP

Les simulations de culture dans ISIMIP incluent des simulations en conditions pluviales et entièrement irriguées sur toutes les zones appropriées de culture. Celles-ci sont définies par chaque GGCM en fonction de paramètres agro-climatiques tels que les seuils de température et d'humidité du sol spécifiques à la culture. Ces résultats maillés ont été traités pour cibler les zones de culture pluviales et irriguées actuelles en utilisant des masques globaux de zones de culture pluviales et irriguées pour l'année 2000 (Portmann et al., 2009). Les zones irriguées et pluviales ont été maintenues constantes jusqu’au au temps présent. En outre, bien que le changement climatique puisse réduire les ressources en eau, menaçant ainsi les rendements des cultures irriguées, les modifications futures de la disponibilité de l’eau n’ont pas été prises en compte dans les simulations en conditions irriguées.

Il convient de noter que l'irrigation en tant que mesure d'adaptation ne compensera pas nécessairement les impacts négatifs du changement climatique. En effet, dans plusieurs cas, nous constatons que les rendements des cultures irriguées pourraient même diminuer en valeur absolue encore plus que ceux des cultures pluviales en raison du stress thermique extrême. Cela est dû au fait que les cultures irriguées ont généralement des rendements supérieurs à ceux des cultures pluviales dans des conditions de croissance similaires, et lorsque les températures atteignent un certain seuil maximal, les cultures peuvent être durement touchées, indépendamment de l'irrigation. Cela pourrait donc totalement annuler les avantages de l'irrigation. D'autre part, l'irrigation pourrait en partie atténuer le stress thermique extrême car elle augmente l'humidité du sol et renforce ainsi l'effet de refroidissement via la transpiration des plantes et l'évaporation du sol (Müller et al. 2016, Thiery et al. 2017). Cet effet potentiel n'est toutefois pas inclus dans les résultats issus des modèles.

# Calculateur d'attribution de réchauffement

Au lieu d'utiliser des périodes fixes et différents scénarios d'émissions, on peut examiner les périodes pour lesquelles un certain niveau de réchauffement planétaire supérieur à la période préindustrielle est atteint. Pour chaque modèle, nous estimons la période de 20 ans atteignant un certain niveau de réchauffement. Lors de la présentation des projections moyennes d'ensemble pour les différences entre les niveaux de réchauffement, différentes périodes sont utilisées pour les différents modèles :

Tableau 2: Période correspondante aux niveaux de réchauffement sous le scénario RCP 8.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1ºC | 1.5ºC | 2ºC | 2.5ºC | 3ºC | 3.5ºC | 4ºC |
| GFDL-ESM2M | 2006-2025 | 2028-2047 | 2044-2063 | 2059-2078 | 2074-2093 |  |  |
| HadGEM2-ES | 1996-2015 | 2010-2029 | 2022-2041 | 2033-2052 | 2042-2061 | 2051-2070 | 2059-2078 |
| IPSL-CM5A-LR | 1998-2017 | 2016-2035 | 2029-2048 | 2037-2056 | 2047-2066 | 2055-2074 | 2064-2083 |
| MIROC-ESM-CHEM | 1999-2018 | 2010-2029 | 2022-2041 | 2033-2052 | 2041-2060 | 2050-2069 | 2058-2077 |
| NorESM1-M | 2005-2024 | 2022-2041 | 2038-2057 | 2051-2070 | 2062-2081 | 2075-2094 |  |

Les niveaux de réchauffement ont été calculés à l'aide du calculateur d'attribution de réchauffement.[[3]](#footnote-3)

# Trajectoires représentatives d’évolution de concentration (Radiative Concentration Pathways - RCPs)

Les RCP sont des scénarios qui incluent des séries chronologiques d'émissions et de concentrations de l’ensemble des gaz à effet de serre (GES), d'aérosols et de gaz chimiquement actifs, ainsi que des changements de l'utilisation/couverture du sol. Le mot représentatif signifie que chaque RCP ne fournit qu'un seul des nombreux scénarios possibles conduisant aux caractéristiques de forçage radiatif spécifique. Le terme trajectoire souligne que non seulement les niveaux de concentration à long terme sont d’intérêt, mais aussi la trajectoire suivie au fil du temps pour atteindre ce résultat (Moss et al., 2010). Le RCP8.5 est une trajectoire élevée pour laquelle le forçage radiatif dépasse plus de 8,5 W m-2 d'ici 2100 et continue à augmenter pendant un certain temps[[4]](#footnote-4).

# Validation des modèles

La performance des GGCM à reproduire la variabilité interannuelle du rendement au cours de la période historique a été évaluée dans le cadre de l’initiative AgMIP GGCMI phase 1. (Müller et al. 2017, Elliott et al, 2015).

La performance des GGCM à simuler le rendement absolu est largement liée à la disponibilité et à la qualité des données agricoles nationales, qui ont tendance à être plus limitées dans les pays d’Afrique subsaharienne que dans les 10 premiers pays producteurs agricoles au monde.

Néanmoins, les modèles de culture, tels que les GGCM, sont des outils conçus pour évaluer la sensibilité des systèmes de culture aux changements des conditions climatiques et peuvent fournir des informations utiles sur la vulnérabilité biophysique de diverses cultures aux variations de température et de précipitations.

# Références bibliographiques

Deryng, D. et al. (2016) Regional disparities in the beneficial effects of rising CO2 emissions on crop water productivity, Nature Climate Change, 6, 786–790, doi: 10.1038/nclimate2995

Elliott, J. et al. (2015) The Global Gridded Crop Model intercomparison: data and modeling protocols for Phase 1 (v1.0), Geosci. Model Dev. Discuss., 7, 4383-4427, doi:10.5194/gmdd-7-4383-2014.

Hempel, S. et al. (2013). A trend-preserving bias correction – the ISI-MIP approach. Earth System Dynamics Discussions, 4(1):49–92.

Moss, R.H., et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747– 756. doi:10.1038/nature08823

Müller et al. (2017). Global gridded crop model evaluation: benchmarking, skills, deficiencies and implications. Geoscientific Model Development Discussions. 10: 1403-1422. DOI:10.5194/gmd-2016-207.

Mueller, N et al. (2016). Cooling of US Midwest summer temperature extremes from cropland intensification, Nature Climate Change, 6, 317–322, doi: 10.1038/nclimate2825

Portmann, F. T., Siebert, S., and Döll, P. (2009). MIRCA2000 – Global Monthly Irrigated and Rainfed Crop Areas around the year 2000: a new high-resolution data set for agricultural and hydrological modelling. Global Biogeochemical Cycles.

Rosenzweig, C. et al. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9):3268–3273.

Thiery, W. et al. (2017). Present-day irrigation mitigates heat extremes, J. Geophys. Res. Atmos., 122, 1403–1422, doi:10.1002/2016JD025740.

Warszawski, L. et al. (2014). The Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISI-MIP): Project framework. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9):3228–3232.

1. [www.isimip.org](http://www.isimip.org) [↑](#footnote-ref-1)
2. Veuillez consulter les Informations Complémentaires de Rosenzweig et al. (2014) pour une description technique complète des GGCM (i.e. référence, processus simulés, méthodes de calibration et de validation). <http://www.pnas.org/content/suppl/2013/12/16/1222463110.DCSupplemental/sapp.pdf> [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://wlcalc.climateanalytics.org> [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary_r.html> [↑](#footnote-ref-4)