

Résumé du rapport final 'Combining regional downscaling expertise in Belgium : cordex and beyond (draft)

Intro

Le projet cordex.be¹ (2015-2017) regroupe les activités de recherche menées en Belgique dans le domaine de la modélisation du climat afin de fournir une base commune et cohérente pour la fourniture de services climatiques. Il a comme objectif de :

- Contribuer au projet EU euro-cordex (qui réalise des simulations climatiques en EU)
- Fournir un ensemble des simulations climatiques à haute résolution pour la Belgique
- Coupler les simulations climatiques à des modèles d'impacts locaux pour réaliser des études d'impacts
- Fournir un aperçu global des activités de modélisation en Belgique
- Fournir des informations climatiques cohérentes aux utilisateurs belges
- Fournir aux utilisateurs un rapport sur les impacts climatiques présentant les résultats les plus importants du projet.

Les travaux du GIEC sont essentiellement basés sur des simulations utilisant des modèles globaux de circulation décrivant l'atmosphère et les océans en se basant sur des variables comme la T°, et les précipitations. La résolution de ces modèles est de l'ordre de 50 à 100 km. Les modèles régionaux de circulation permettent de travailler sur de plus petits domaines géographiques mais avec une plus grande résolution. Dans le cadre du projet cordex.be, 4 modèles régionaux ont été utilisés (résolution de l'ordre de 5 km). Les modèles régionaux ont été couplés à des modèles d'impacts ayant des résolutions encore plus élevées.

Contexte BE

La Belgique est une région particulièrement vulnérable aux changements climatiques en raison de la densité de sa population, son niveau d'urbanisation et de la présence d'une vaste zone de basse altitude proche de la mer. Elle est fort vulnérable aux îlots de chaleur urbains, sécheresses, orages, inondations.

Le projet cordex.be a étudié l'évolution de paramètres climatiques suite aux changements climatiques et a analysé l'impact en Belgique des changements climatiques sur l'environnement urbain, les tempêtes et les vagues, la production agricole ainsi que les émissions de la végétation.

Résultats

Les projections ont été testées en comparant les résultats des projections des 4 modèles régionaux de circulation (RCM) à haute résolution (ALARO-0, MAR, COSMO-CLM KUL, COSMO-CLM UCL) avec les observations passées (1980-2010) pour les précipitations moyennes en hiver et la température moyenne annuelle. Les résultats correspondent assez bien avec les observations. NB : ALARO-0 sous-estime légèrement l'augmentation de température annuelle.

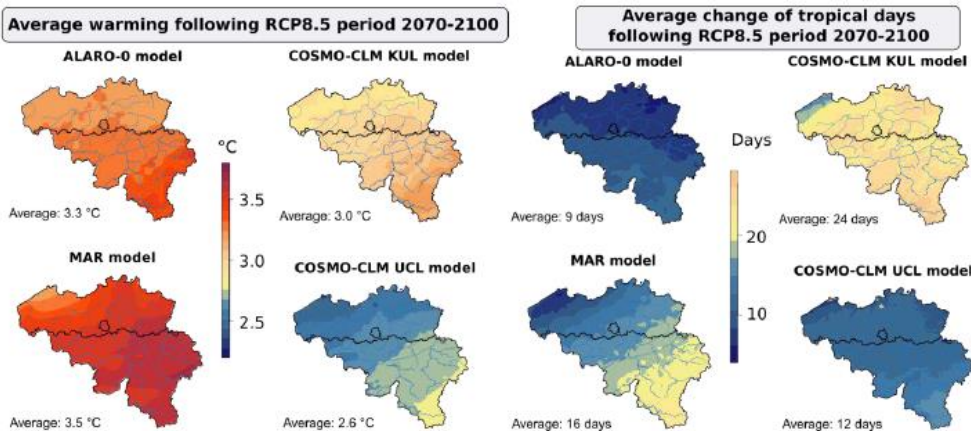
¹ Partenariat entre l'IRM, KUL, UCL, Ulg, BITO, IASB, IRScNB et ORB, financé par la politique scientifique (BELSPO)

a) Températures :

Le réchauffement en Belgique variera entre + 2,6 et + 3,5°C. On observe un léger gradient : les températures au nord du pays augmenteront moins qu'au sud-est.

b) Modification des journées 'tropicales' (càd journée où la T max > 95 percentile de la T journalière maximum). (pour Uccle cela correspond aux jours où la T > 30°C) :

Dans le passé, on observait 4,5 journées tropicales par an, les projections indiquent que l'on passera en moyenne à 15 journées tropicales par an.



Spatial distribution of climate changes for average yearly temperature (left four panels) and average amount of tropical days per year (right four panels) for the period 2070-2100 following RCP8.5 relative to the control period (1976-2006). The model projections shown are for the four H-Res CORDEX.be models and averages over Belgium are indicated below the maps.

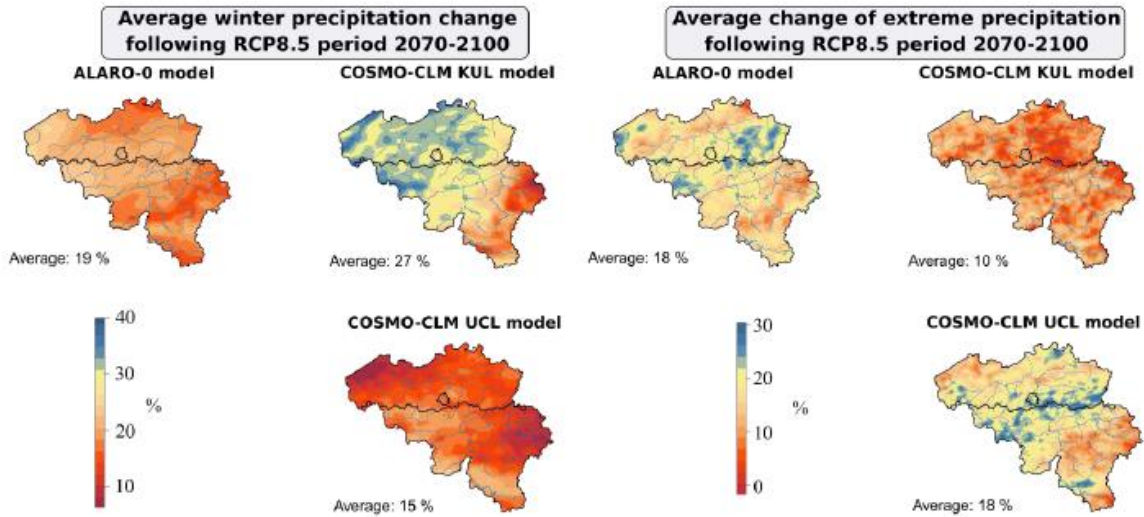
c) Modification des jours d'hiver (jours où la T moyenne est < à un certain seuil, ce seuil est établi de manière à ce que 25% de toutes les journées durant les 30 dernières années soient des jours d'hivers) et d'été (jours où la T moyenne est > à un certain seuil, établi de manière à ce que 25% de toutes les journées durant les 30 dernières années soient des jours d'été) (pour Uccle cela correspond aux nombre de jours où la T moyenne est < à 5°C pour les jours d'hivers et > à 15°C pour les jours d'été)

Les modèles indiquent une diminution moyenne de 50 jours d'hiver et une augmentation moyenne de 52 jours d'été (on passerait de 90 à 40 jours d'hiver et de 90 à 142 jours d'été)

d) Précipitations :

Les modèles indiquent une augmentation des précipitations hivernales de 20% en moyenne (les étés seront plus secs, les hivers plus humides) et une augmentation des précipitations extrêmes² de 12 % en moyenne.

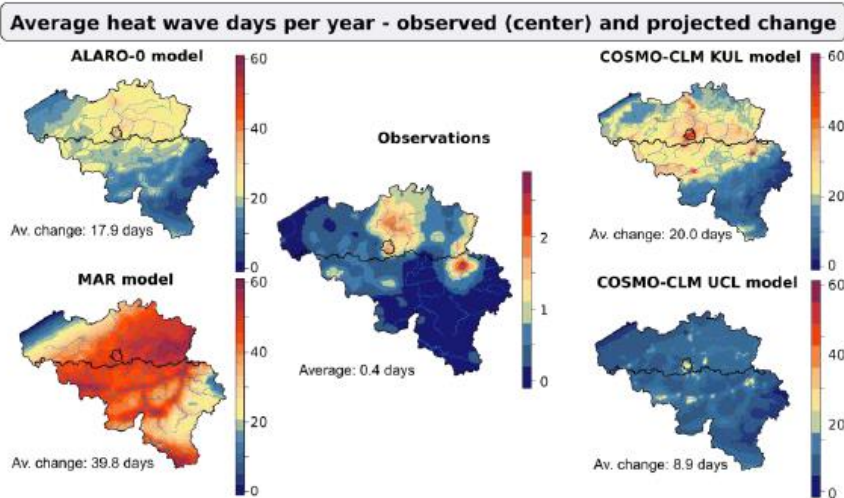
² définies comme 99 percentile des précipitations journalières



Spatial distribution of relative climate changes for average winter (DJF) precipitation (left four panels) and average change of extreme precipitation (right four panels) for the period 2070-2100 following RCP8.5 relative to the control period (1976-2006). The model projections shown are for three H-Res CORDEX.be models and averages over Belgium are indicated below the maps

e) Vagues de chaleur:

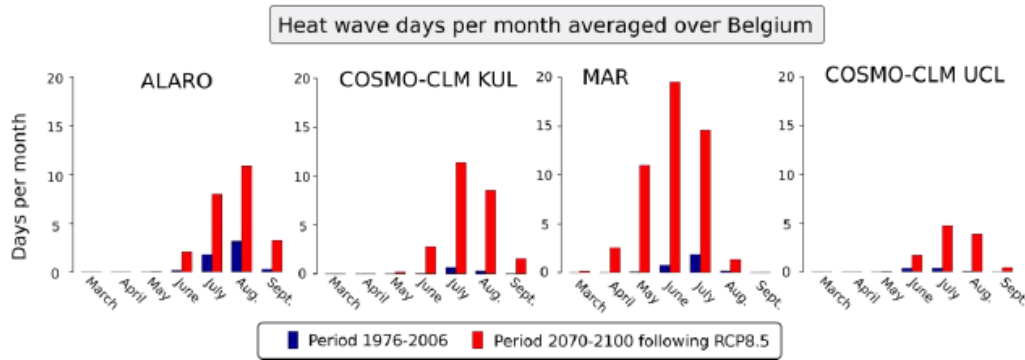
Les vagues de chaleur seront beaucoup plus fréquentes et intenses, elles passeront en moyenne de moins de 0.4 jour de vague de chaleur par an³ (actuellement) à plus de 20 / an en 2070-2100. L'augmentation étant encore plus forte dans les grandes villes telles que Bruxelles, Anvers ou Liège.



Spatial distribution of observed (central panel) and climate changes of average heat wave days per year, projected for the period 2070-2100 following RCP8.5 relative to the control period (1976-2006). The model projections shown are for the four H-Res CORDEX.be models and averages over Belgium are indicated below the maps.

Les vagues de chaleur seront observées plus tôt et plus tard dans l'année par rapport à actuellement.

³ Selon la définition du SPF santé



Average amount of heat wave days in the control period (blue columns) and the future period (red columns) as a function of month of the year. These periods are 1976-2006 and 2070-2100 (following RCP8.5). The model projections shown are for the four H-Res CORDEX.be models and are averaged over Belgium.

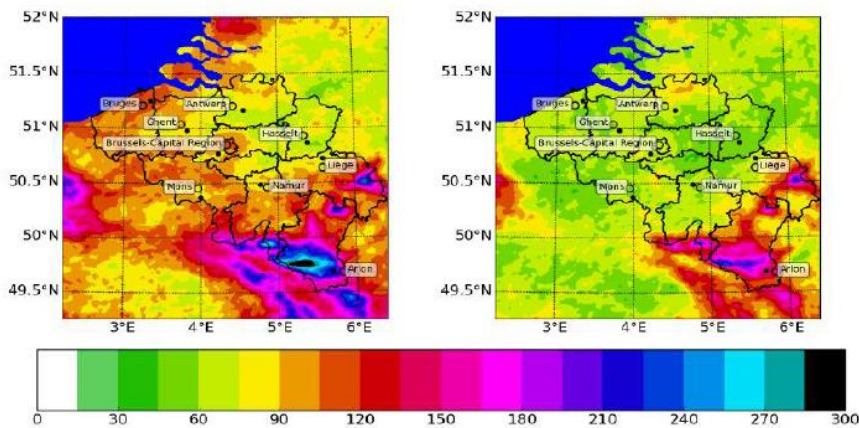
Etudes d'impacts locaux

1. Impact sur les précipitations extrêmes en Belgique

Les études indiquent une augmentation des précipitations intenses journalières en été (2070-2100 RCP 8.5), mais pas de changements majeurs en hiver.

Les précipitations horaires intenses > 18 mm/h (qui se produisent actuellement environ une fois tous les 10 ans en Belgique) seront 3x plus fréquentes qu'actuellement.

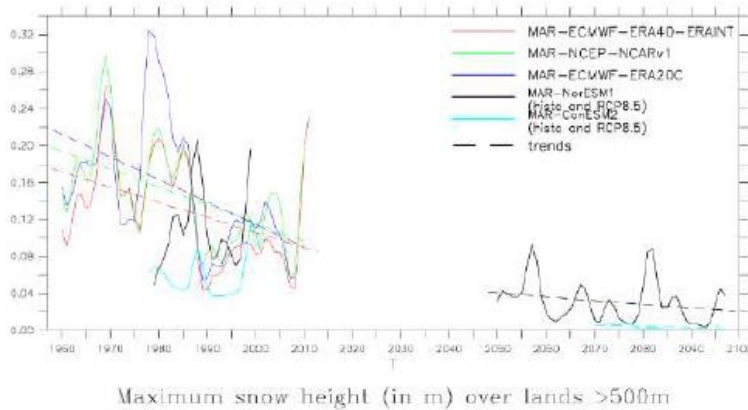
Il y a une grande variabilité spatiale des précipitations extrêmes (en raison de l'hétérogénéité de l'occupation de la surface).



Accumulated annual precipitation with intensity larger than 30mm per day [units: mm per year], averaged for the 30-year H-Res climate simulations (left panel: RCP8.5 future period 2071->2100; right panel: control period 1976->2005) with the COSMO-CLM model coupled to TERRA_URB. These statistics are based on the 30-year data of the future (left; 2071-2100) and control (right; 1976 - 2005) simulations on the H-Res grid cascade nested in the EC-EARTH member. (Vanden Broucke et al., 2017)

2. Couverture neigeuse

Les simulations de l'évolution de la couverture neigeuse en hiver sur les hauts plateaux (zones au-dessus de 500 m d'altitude) en Belgique indiquent une diminution significative de la hauteur de neige maximum sur la période 2050-2100 suite aux changements climatiques (CRP 8.5).



Maximum snow height (5-years filtered) in winter (DJF) over area above 500m altitude from MARECMWF (red), MAR-NCEP (green), MAR-ERA20c (blue), MAR-Nor (bold black), MAR-Can (bold light blue) with control experiment over the period 1960-2010 and rcp8.5 scenario over the period 2050-2100. Trends of all simulations are shown in dashed line.

Le nombre de jours de neige (jours où la couverture neigeuse atteint au moins 5 cm d'épaisseur) diminue également significativement (jusqu'à -15 jours sur 52 ans avec les simulations MAR-ERA).

On observe également un retard de l'arrivée du 1^{er} jour de l'année avec une couverture neigeuse d'au moins 1cm (avec MAR-ERA : retard de 60 jours sur 52 ans dans certaines zones du bassin de l'Ourthe) et une avancée du dernier jour avec une couverture neigeuse d'au moins 1cm (avec MAR-ERA : 60 jours plus tôt sur 52 ans dans certaines zones du bassin de l'Ourthe), la durée de la saison avec couverture neigeuse devrait donc être réduite significativement.

3. Grêle

Les modèles indiquent des augmentations sur 30 ans de la quantité mensuelle de grêle dans la colonne atmosphérique mais une diminution des quantités de grêle à la surface et des concentrations en nombre, ce qui indique qu'une grande partie de la production accrue de grêle dans la colonne atmosphérique n'atteint pas la surface. Malgré ces baisses, les grêlons sont beaucoup plus gros dans le scénario futur. Des analyses plus approfondies sur cet aspect sont nécessaires.

4. Vagues de chaleur et environnement urbain

A l'horizon 2100, les modèles indiquent une augmentation du nombre de vagues de chaleur et des risques qui y sont liés (surmortalité). Le projet codex.be a mis en évidence les liens entre problèmes liés aux vagues de chaleur, urbanisation et changements climatiques.

Les modèles indiquent une augmentation du stress thermique durant les vagues de chaleur. Au milieu du 21^{ème} siècle le stress thermique sera deux fois plus important dans les villes que dans les zones rurales environnantes (augmentation d'un facteur 1,4 à 15 selon le scénario).

L'intensité des îlots de chaleur urbains à Bruxelles ne devrait pas changer significativement dans le futur. Toutefois, le nombre de jours de vagues de chaleur⁴ devrait quadrupler d'ici la fin du siècle pour les habitants de Bruxelles. La durée pendant laquelle la température dépasse 25 °C (exprimée en degrés-jours de refroidissement, un indicateur pour la climatisation et la consommation d'énergie) devrait également plus que doubler.

5. Rendements des cultures agricoles et récoltes

Les projections (RCP 4.5 et 8.5) pour les précipitations et l'évapotranspiration indiquent un bilan hydrique négatif pendant les mois d'été, indiquant un risque accru de sécheresse. Les effets du stress thermique et hydrique réduisent la croissance des cultures, tandis que l'augmentation des concentrations de CO₂ a un effet positif sur les rendements des cultures. L'interaction de ces deux effets dépend du type de culture, de la période et des pratiques agricoles (on s'attend ainsi par exemple à une diminution des rendements du maïs fourrager et des pommes de terre tardives).

6. Emissions biogéniques

L'isoprène représente 50% des Composés Organiques Volatiles émit par la végétation et est responsable de la formation d'ozone troposphérique⁵. Les changements climatiques modifieront les émissions de la végétation et par conséquent la composition atmosphérique avoisinante. L'isoprène est un composé organique volatil précurseur de la formation d'aérosols et d'ozone, néfaste pour la santé. Selon les simulations, les changements climatiques devraient engendrer une augmentation de l'ordre de 51% des émissions d'isoprène en Belgique d'ici la fin du siècle (RCP 8.5)⁶. Les émissions les plus fortes seront observées dans les Ardennes et en Campine. La prise en compte du rôle inhibiteur du CO₂ entraîne une diminution globale des flux estimés, ce qui contrebalance l'effet engendré par les changements climatiques, toutefois le projet n'a pas tenu compte des effets potentiellement non négligeables des changements d'utilisation des terres et de la fertilisation au CO₂ sur les émissions estimées. Pour avoir une vision plus précise, des simulations de la composition atmosphérique à l'aide d'un modèle atmosphérique à haute résolution seraient nécessaires.

7. Tempêtes et vagues

L'effet des changements climatiques sur les tempêtes⁷ à Ostende est faible. Pour la station Westhinder (qui se situe dans la partie belge de la mer du Nord), l'effet des changements climatiques est un peu plus important (légère augmentation). Ces résultats illustrent les différences spatiales et la nécessité d'analyser l'impact du changement climatique sur un plus grand nombre de stations.

Les simulations montrent une diminution de la hauteur de vagues extrêmes. Toutefois ces données doivent être prises avec précaution, une validation est nécessaire.

⁴ Jours pour lesquels la température minimale dépasse 18 ° C et la température maximale dépasse 30 ° C

⁵ Les études récentes indiquent que les changements climatiques devraient augmenter les émissions d'isoprène mais cela serait contrebalancé par effet inhibiteur du CO₂ sur l'isoprène

⁶ + 15% pour RCP 4.5 et +4% pour RCP 2.6

⁷ Dans le cadre de ce projet, il a été considéré qu'une tempête résulte uniquement de l'effet du vent sur l'élévation de l'eau