

CCI-HYDR- Résultats

Incidences des changements climatiques sur les événements extrêmes dans les rivières et les installations de collecte des eaux usées

DUREE DU PROJET
15/12/2005 – 30/04/2008

BUDGET
521.343 €

MOTS CLES

Changements climatiques, crues, inondations, hydrologie, étiages, précipitations, rivières, drainage urbain.

CONTEXTE

Le risque d'inondation est d'une importance considérable en Belgique ainsi que dans d'autres pays européens. Cela est dû à la forte densité de la population et de l'intense industrialisation dans les vallées. Depuis ces dernières décennies, les réseaux d'égouts sont en cours de construction à grande échelle. Le risque de sécheresse est moins crucial dans le pays, en raison du climat humide et la durée limitée des périodes de sécheresse en été. Toutefois, des étiages extrêmes peuvent se produire dans les rivières, causant de graves problèmes de pénurie d'eau potable et d'eau pour l'agriculture et l'environnement.

Il y a de nettes indications que, en raison du changement global du climat, les risques d'inondations et d'étiages sont en évolution. Les conséquences de ces changements dans les risques potentiels doivent être évalués dans une perspective de développement durable. Les gestionnaires de l'eau doivent anticiper ces changements comme limiter les risques d'inondation et de sécheresse à des niveaux de risque acceptables pour les riverains. En plus des administrations en charge de l'eau, le secteur de l'assurance doit quantifier les risques qu'ils doivent protéger et les différents usagers de l'eau et les décideurs doivent développer et adapter leurs politiques (par exemple la réduction des émissions de CO₂).

Les préoccupations liées à l'impact du changement climatique sur le cycle de l'eau (y compris les inondations et les sécheresses) ont déclenché des études spécifiques depuis les années 80. L'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM) a été pionnier dans la mise en évidence des différences dans la sensibilité des bassins aux caractéristiques contrastées à un scénario 2xCO₂ (par exemple, Bultot et al., 1988). Ils ont étendu leur étude à un plus grand nombre de bassins versants et utilisé la première série de scénarios de changement climatique mis à disposition par le GIEC (Gellens et Roulin, 1998). Le champ d'application a été étendu à l'ensemble du bassin de la Meuse (Roulin et al., 2001) et de l'Escaut (Roulin et Arboleda, 2002) en utilisant un nouvel ensemble de scénarios climatiques à partir d'expériences transitoires, par exemple sur base des résultats de modèles de circulation générale (GCM) forcés avec une teneur en gaz à effet de serre en augmentation. Cependant les GCM se sont améliorées depuis lors et des modèles régionaux du climat à haute résolution (RCM) ont été imbriqués dans ces GCM afin d'adapter l'échelle des variables climatiques à l'échelle régionale. Cela a suscité de nouvelles recherches pour évaluer les impacts pertinents à l'échelle locale. L'évaluation de l'impact hydrologique peut désormais être réalisée avec une confiance accrue.

OBJECTIFS

Le projet de recherche CCI-HYDR a étudié de manière détaillée et objective, et en se basant sur les observations et les résultats de modélisation climatique les plus récentes, l'impact du changement climatique sur les risques d'événements hydrologiques extrêmes dans les rivières et les systèmes de drainage urbain en Belgique. En ce qui concerne les rivières, les risques d'inondations et ceux d'étiages ont été pris en considération. Pour les systèmes de drainage urbain, seul l'impact sur les risques d'inondation a été étudié. L'étude a impliqué que les résultats des simulations des GCM et les RCM soient adaptés aux échelles de temps et d'espace nécessaires à l'analyse de l'impact hydrologique. L'approche adoptée a été basée sur la modélisation d'ensemble et l'analyse probabiliste des résultats des simulations, permettant de prendre en compte l'incertitude sur les résultats des modèles climatiques. En outre, les scénarios de changements climatiques ont été comparés et vérifiés avec les résultats d'une analyse statistique des données observées sur le climat de référence et des séries mesurées des débits. Cette tâche visait à réunir les deux domaines scientifiques distincts de la science, celui de la modélisation climatique basé sur la physique et celui de l'hydrologie statistique.

Le projet comportait deux phases principales. Dans la première, les scénarios de changements climatiques ont été élaborés, d'une part, d'après une analyse statistique des tendances et des cycles dans les séries historiques observées sur de longues périodes des précipitations, de l'évapotranspiration et du débit des rivières et, d'autre part, d'après l'analyse des résultats des modèles de simulations climatiques et l'adaptation des échelles par des méthodes statistiques. La deuxième phase a porté sur la modélisation de l'impact sur les risques d'inondations et d'étiages dans les rivières, et sur les risques d'inondation dans les systèmes de drainage urbain, ce qui a nécessité l'utilisation de modèles hydrologiques et hydrodynamiques.

CCI-HYDR - Résultats

Incidences des changements climatiques sur les événements extrêmes dans les rivières et les installations de collecte des eaux usées

CONCLUSIONS

Développement de scénarios de changements climatiques

Les tendances et les oscillations passées des précipitations extrêmes, de l'évapotranspiration (ETo) et des débits des rivières ont montré un comportement se démarquant de la moyenne à long terme. Ce que suggèrent les tendances significatives récentes des précipitations et de l'ETo devrait nous préoccuper. En particulier, l'hiver a montré des changements marqués au cours de la décennie la plus récente: les précipitations et l'ETo ont augmenté de manière significative. Les prévisions pour l'avenir (2071-2100) soulignent également la poursuite des mêmes tendances. Les hivers seraient généralement plus humides et les étés plus secs. L'ETo devrait augmenter pour toutes les saisons.

Les prévisions pour l'avenir sont fondées sur un ensemble d'environ 30 simulations provenant de 10 RCM imbriqués dans deux GCM principaux. Les expériences ont été réalisées pour les scénarios A2 et B2 du GIEC pour les émissions futures des gaz à effet de serre. Comme les simulations RCM du projet européen PRUDENCE utilisées ici étaient fondées uniquement sur les scénarios A2 et B2, il a fallu déterminer des facteurs d'échelle afin de rendre la variété des scénarios plus exhaustive (et donc une meilleure prise en compte de l'incertitude des émissions) en incluant des changements de scénarios supplémentaires (notamment A1B et B1). Ces scénarios ont été calculés à partir de simulations GCM réalisées en préparation du 4e rapport d'évaluation du GIEC. Les simulations RCM sélectionnées ont montré des modifications à la fois positives et négatives (-40% à +10%) dans les précipitations au cours de l'été hydrologique, et des changements positifs au cours de l'hiver hydrologique (+5% à +50%). Aucune différence régionale importante n'a été détectée dans les changements climatiques sur la Belgique, à l'exception de la région côtière. L'augmentation des précipitations à l'intérieur du pays est environ 10% inférieure à celle sur la zone côtière.

Dans cet ensemble de projections de modèles climatiques, trois scénarios probabilistes ont été définis afin de permettre à des utilisateurs d'étudier les impacts possibles dans leur domaine. Ces scénarios ont été appelés haut, moyen et bas.

Ces scénarios de changements climatiques devaient être transposés en changements dans les séries historiques de précipitations et d'ETo pour être utilisées comme données d'entrée de modèles hydrologiques. Pour réaliser cette tâche, un outil a été développé qui permet de modifier les séries. Cet outil applique des perturbations aux séries temporelles de la pluviométrie et d'ETo. En ce qui concerne les précipitations, ces perturbations impliquent des changements à la fois dans la fréquence des épisodes de pluie et dans l'intensité des précipitations. Les changements sont apportés de façon variable, en fonction du mois de l'année et de la période de retour ou de la fréquence des épisodes pluvieux. Quant à la série ETo, seules les intensités sont perturbées, aussi selon le mois et la période de retour. Avec cet outil, la série à modifier peut être journalière ou horaire et peut avoir n'importe quelle longueur (les longueurs typiques varient de quelques années à 100 ans). C'est ainsi que des perturbations peuvent être réalisées pour des horizons temporels jusqu'à 2100 (par exemple, pour 2020, 2030, ... 2100)

Analyse des impacts hydrologiques

Les impacts hydrologiques des scénarios de changement de précipitation et de l'ETo ont été étudiés à grande échelle dans les bassins de la Meuse et l'Escaut (modèle hydrologique SCHEME de l'IRM) et à l'échelle locale pour les bassins versants de la Dendre et de Grote Nete - Grote Laak (modèles hydrologiques VHM, NAM et MIKE-SHE et modèle hydrodynamique MIKE11 par la K.U.Leuven). En coopération avec l'autorité flamande gestionnaire des voies hydrauliques, les impacts dans 67 sous-bassins de l'Escaut ont aussi été étudiés. Afin de distinguer dans les tendances des débits des rivières les contributions imputables aux changements climatiques et les tendances non-météorologique (l'évolution de l'utilisation du territoire), l'impact des tendances récentes d'occupation des terres a également été étudié. Il a été conclu que le débit total des rivières de même que le ruissellement augmentent de manière linéaire avec l'augmentation des zones urbaines imperméables, tandis que le nombre de jours d'étiage et le nombre de jours d'inondation dépendent de manière quadratique de la fraction des zones urbaines dans les bassins.

L'étude des impacts des changements climatiques sur les extrêmes hydrologiques (inondations et étiages) (période des scénarios correspondant à 2071-2100 par rapport à la période de contrôle 1961-1990) a indiqué que ces impacts dépendent peu des caractéristiques de type topographiques et pédologiques des bassins versants. En général, les débits faibles diminuent sensiblement dans tous les bassins versants étudiés et atteint jusqu'à 80 à 90% de réduction dans le scénario bas, où presque toutes les baisses sont plus de 50%. L'augmentation des extrêmes des pics de débits horaire est moins forte, et limitée à environ 35%. Les résultats indiquent que les problèmes d'étiage ou de sécheresse vont augmenter et pourraient se révéler plus aigus que ceux liés aux risques d'inondations provoquées par des précipitations extrêmes.

Cependant les incertitudes associées à ces résultats sont encore très élevées. En fonction du rapport entre l'augmentation des précipitations et l'augmentation de l'ETo, de même que du rapport entre l'augmentation des précipitations hivernales et la diminution des précipitations estivales, les résultats des impacts hydrologiques en ce qui concerne les crues pourraient varier d'une tendance positive à une tendance négative. Bien que les impacts du changement climatique tendent vers des hivers plus humides et des étés plus secs, la réponse hydrologique semble similaire sur tout le territoire. Les résultats montrent que l'intensité de l'impact dépend peu de la localisation. L'étude des conséquences de l'évolution des risques d'inondations et de sécheresses s'est poursuivie dans le cadre d'une collaboration avec le projet ADAPT. Les implications pour la société, les gestionnaires de l'eau et les décideurs politiques ont été évaluées.

CCI-HYDR - Résultats

Incidences des changements climatiques sur les événements extrêmes dans les rivières et les installations de collecte des eaux usées

En ce qui concerne les systèmes de drainage urbain, il a été constaté que les systèmes conçus pour une période de retour de 2 ans d'inondations déborderaient deux fois plus souvent pour les scénarios climatiques les plus pessimistes (période du scénario 2071-2100 par rapport à la période de contrôle 1961-1990). Quant à l'élaboration de mesures de contrôle des sources locales (installations de stockage, réservoirs d'eau de pluie, réservoirs d'infiltration, etc), 15% à 35% d'augmentation de la capacité de stockage serait nécessaire pour le même scénario climatique pessimiste si l'on souhaite maintenir la fréquence de débordement des installations au seuil actuel. Par conséquent, les installations de stockage prévues pour une période de retour de débordement actuel de 2 ans seraient débordées environ deux fois par an tandis que les installations conçues pour une période de retour de 5 ans

PLUS D'INFORMATIONS

Des informations techniques détaillées supplémentaires sur le projet CCI-HYDR, les méthodologies utilisées et les résultats obtenus pourront être trouvées dans les cinq rapports techniques, accessibles de même que tous les autres documents produits dans le cadre du projet CCI-HYDR sur le site Web du projet:

<http://www.kuleuven.be/hydr/CCI-HYDR.htm>.

CONTRIBUTION DU PROJET À UNE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les résultats du projet ont fourni un appui important au développement de politiques durables, en particulier celles liées à la gestion et de la planification durable de l'eau, la gestion des risques et de l'assurance contre ces risques, le Protocole de Kyoto et son successeur de Décembre 2010 à Copenhague.

Les scénarios de changements climatiques CCI-HYDR développés dans le cadre du projet (y compris la technique d'adaptation statistiques des échelles et de l'outil CCI-HYDR Perturbation Tool) sont actuellement appliquées par plusieurs autorités régionales responsables de l'eau et les matières environnementales. Ils étudient les impacts des changements climatiques prévus sur les risques d'inondations et d'étiages, sur la disponibilité en eau, les conditions environnementales, la nécessité de mesures d'adaptation, etc. Cela montre que des résultats telles que ceux obtenus dans le cadre du projet CCI-HYDR répondent à une demande. Par conséquent, (presque immédiatement) le projet CCI-HYDR a appuyé la mise en œuvre de politiques et le développement durable de

CONTACT INFORMATION

Coordinateur

Patrick Willems

Katholieke Universiteit Leuven
(KULeuven)
Departement Burgerlijke Bouwkunde -
Afdeling
Hydraulica
Kasteelpark Arenberg 40
B-3001 Heverlee (Leuven)
Tel: +32 (0)16 32.16.58
Fax: +32 (0)16 32.19.89
Patrick.Willems@bwk.kuleuven.be
<http://www.kuleuven.be/hydr>

Promoteurs

Emmanuel Roulin

Département de recherche
météorologique et développement
Section d'analyse de risques et durabilité
Avenue Circulaire 3
B-1180 Bruxelles
Tel: +32 (0)2 373.05.54
Fax : +32 (0)2 373.05.48
Emmanuel.Roulin@oma.be
<http://www.meteo.be>