

Impacts des changements climatiques sur la gestion des barrages-réservoirs du bassin de la Seine – Premiers résultats du projet Climaware

Impacts of climate change on the management of reservoirs of the Seine River basin – First results from the Climaware project

David Dorchies¹; Pierre-Yves Bourgin²; Charles Perrin²; Amélie Astruc³; Jean-Louis Rizzoli³; Régis Thépot³

¹IRSTEA, UMR G-Eau, 361 rue Jean-François Breton, BP 5095, 34196 Montpellier Cedex 5, France. ²IRSTEA, UR HBAN, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030, 92761 Antony Cedex (charles.perrin@irstea.fr). ³EPTB Seine Grands Lacs, 8, rue Villiot 75012 Paris

RÉSUMÉ

Les projections climatiques établies par le GIECC indiquent que des changements significatifs dans les précipitations et les températures sont à attendre en Europe dans les prochaines décennies, ce qui devrait impacter la disponibilité en eau. Le projet européen Climaware (2010-2013, financé par IWRM-Net) a été monté pour développer des mesures d'adaptation telles que des instruments de gestion intégrée pour une gestion durable des ressources en eau tenant compte des changements climatiques. Au sein du projet, le cas d'étude sur la rivière Seine se concentre sur l'adaptation de la gestion de barrages (et éventuellement de la capacité de stockage) pour deux objectifs principaux : le soutien d'étiage et l'écrêtement de crues, avec des enjeux socio-économiques importants, en particulier dans la région parisienne. Les quatre grands barrages gérés par l'EPTB Seine Grands Lacs sont situés sur la partie amont du bassin sur quatre sous-bassins différents. Un modèle hydrologique semi-distribué a été développé pour simuler la transformation pluie-débit sur le bassin. Le modèle a été calé en utilisant les données de débits naturalisés sur 25 stations hydrométriques sur le bassin. Le modèle a ensuite été alimenté par des projections climatiques désagrégées issues de sept modèles climatiques différents. Les résultats indiquent que les débits d'étiage pourraient être significativement diminués sur le bassin d'ici à 2050. Ceci appelle à définir des stratégies de gestion adaptées. Plusieurs options seront testées pour tenir compte de ces modifications sur le bassin.

ABSTRACT

Climate projections established by the IPCC indicate that significant changes in precipitation and temperature are to be expected in Europe in the next decades, which should impact regional water availability. The Climaware European project (2010-2013, funded by IMWR-Net) was set up to develop adaptation measures such as integrated planning instruments for sustainable water resources management accounting for the impacts of climate change. Within the project, the Seine River case study focuses on the adaptation of dam management (and possibly dam storage capacity) for two main objectives: low-flow augmentation and flood alleviation, with important socio-economic stakes especially in the great Paris area. The four large reservoirs managed by the Seine Grands Lacs public basin authority, are situated on the upstream part of the basin on four different sub-basins. A semi-distributed hydrological model was developed to simulate the rainfall-runoff transformation on the basin. The model was calibrated using the naturalized flow data available on 25 gauging station across the basin. Then it was fed with climate projections downscaled from seven different climate models. Results indicate that low flows may be significantly reduced on the basin by 2050. This calls for defining adapted management strategies. Various options will be tested to account for these modifications on the basin.

MOTS CLES

Changements climatiques, étiages, gestion de barrage, modélisation hydrologique, région parisienne.

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Selon les travaux du GIEC, les changements climatiques devraient avoir des impacts importants sur les ressources en eau, notamment en Europe. Ces impacts devraient cependant être variables régionalement, et il existe encore de fortes incertitudes quant à l'amplitude des variations à attendre sur les régimes d'écoulement et les extrêmes de crues et d'étiages. De nombreux projets ont déjà proposé des quantifications des impacts potentiels des changements climatiques, en utilisant différents scénarios d'évolutions d'émissions de gaz à effet de serre et d'évolutions socio-économiques. Les changements attendus sur les écoulements naturels soulèvent de nombreuses questions quant aux mesures d'adaptation nécessaires, notamment au niveau des utilisations agricoles et de la régulation par de grands ouvrages destinés au soutien d'étiage, à l'écrêtement des crues, ou encore à la production électrique.

Le projet de recherche européen Climaware (2010-2013, www.uni-kassel.de/go/climaware, piloté par l'Université de Kassel) vise à définir de telles stratégies d'adaptation sur trois cas d'étude : la gestion de l'hydromorphologie des rivières (sur la Weser en Allemagne), la gestion de la ressource pour l'irrigation (région des Pouilles en Italie) et la gestion de barrages (bassin de la Seine en France). Ce dernier cas d'étude présente des forts enjeux, liés en particulier à la demande en eau et aux risques d'inondations en région parisienne. Le bassin de la Seine a déjà fait l'objet de travaux d'analyse des impacts des changements climatiques, notamment dans le cadre du projet RExHySS (Ducharne et al., 2009). Ce projet avait montré qu'à l'horizon 2050, *"la principale vulnérabilité du bassin de la Seine concerne les périodes de basses eaux, avec une baisse de débits d'étiages, et une augmentation de la fréquence et de la durée des étiages sévères."* Dans la suite de ces travaux, le projet Climaware a pour objectif, sur le bassin de la Seine, de définir des stratégies d'adaptation de la gestion des barrages-réservoirs (et potentiellement la modification des capacités de stockage) pour continuer à répondre à la demande en eau dans ce contexte non stationnaire. Cela représente une préoccupation majeure pour l'EPTB Seine Grands Lacs (www.seinegrandslacs.fr) chargé de la gestion de ces barrages.

La présente communication vise à présenter les premiers travaux réalisés sur le bassin de la Seine dans le cadre du projet Climaware. La partie suivante présente brièvement le bassin, les données disponibles, et l'approche de modélisation adoptée. Les premiers résultats et les perspectives pour la suite du projet sont ensuite exposés.

2 BASSIN, DONNEES ET MODELE

2.1 Le bassin de la Seine

Nous nous intéressons ici au bassin versant de la Seine à Paris (43 800 km² à la station de Paris-Austerlitz. Quatre grands barrages (voir Figure 1) sur le bassin, d'une capacité totale de 800 hm³, sont gérés en priorité pour le soutien d'étiage et l'écrêtement des crues. La gestion est actuellement réalisée en suivant des courbes objectif de remplissage, avec un remplissage des ouvrages de novembre à juin et une vidange estivale de juillet à octobre. Ce mode de gestion, avec quelques adaptations ponctuelles en fonction des conditions, a globalement permis jusqu'à présent de répondre aux objectifs définis à l'aval des ouvrages et ce même les années les plus sèches.

2.2 Données utilisées

De longues séries de débits journaliers naturalisés sur 25 stations hydrométriques réparties sur le bassin étaient disponibles (Hydratec, 2011). La réanalyse SAFRAN de Météo-France a permis de calculer les forçages météorologiques (température et précipitations) pour chaque sous-bassin. Les simulations climatiques en temps présent et futur mises à disposition par Météo-France correspondent à la désagrégation des sorties de sept modèles climatiques. Les données sur le fonctionnement complet des ouvrages sont également disponibles pour le projet.

2.3 Modèle

Pour analyser le fonctionnement hydrologique du bassin versant, un modèle hydrologique semi-distribué a été développé (Munier 2011). Ce modèle associe des modèles hydrologiques globaux pour simuler la transformation pluie-débit sur les bassins amont et les bassins intermédiaires, et des modèles de propagation simplifiée (de type "lag-and-route") pour simuler les transferts dans le réseau hydrographique. Appliqué au bassin de la Seine pour des objectifs de prévision des crues, ce modèle a montré sa bonne adéquation aux spécificités du bassin.



Figure 1 : Le bassin versant de la Seine et les quatre barrages-réservoirs (Marne, Aube, Seine, Pannecière) (Source : EPTB SGL)

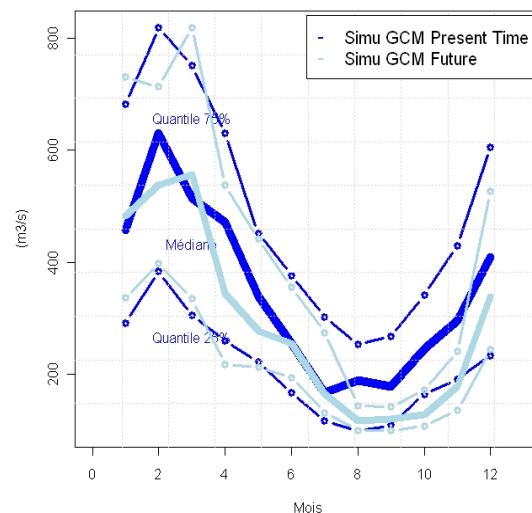


Figure 2 : Exemple de courbes de régime de débit (quantiles 0.25, 0.50 et 0.75) obtenues en temps présents et futur à Paris sur la base d'un des modèles climatique disponible

3 PREMIERS RESULTATS

Après un calage et une évaluation sur les données observées disponibles, le modèle a été utilisé pour produire des simulations en climats présent (1961-1990) et futur (2046-2065) sur la base des simulations issues des modèles climatiques. Les premiers résultats montrent, en accord avec les travaux du projet RExHySS, que l'impact le plus significatif devrait se produire sur les débits d'été, avec des minima plus prononcés et des périodes de faibles débits plus longues en automne (voir exemple Figure 2).

4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les premiers travaux sur le cas d'étude Seine dans le cadre du projet Climaware ont confirmé que l'évolution des débits d'été sur le bassin de la Seine pourrait soulever des problèmes de gestion des barrages-réservoirs non rencontrés jusqu'à présent et nécessiter à court ou moyen terme l'adaptation de leurs règlements d'eau pour mieux respecter leurs objectifs.

Dans la suite du projet, l'influence des barrages-réservoirs sera explicitement intégrée au modèle de bassin. On testera alors la pérennité des modalités actuelles de gestion, et différentes stratégies d'adaptation seront évaluées. Les gains à attendre sur les stations aval seront quantifiés. Les premiers résultats de ces tests seront présentés lors de la conférence.

REMERCIEMENTS

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet Climaware financé par le programme européen IWRM-Net (www.iwrn-net.eu) via le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Les auteurs remercient Météo-France pour la mise à disposition des données climatiques sur le bassin de la Seine.

BIBLIOGRAPHIE

- Ducharne, A., Habets, F., Déqué, M., Evaux, L., Hachour, A., Lepaillier, A., Lepelletier, T., Martin, E., Oudin, L., Pagé, C., Ribstein, P., Sauquet, E., Thiéry, D., Terray, L., Viennot, P., Boé, J., Bourqui, M., Crespi, O., Gascoin, S., Rieu, J. (2009). *Projet RExHySS - Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme*, Rapport de fin de contrat, Programme GICC, Projet N° 0000454, MEEDDM, 62 pp.
- Hydratec (2011). *Actualisation de la base de données des débits journaliers 'naturalisés'*. Rapport d'étude, Les Grands Lacs de Seine.
- Munier, S. (2009). *Modélisation intégrée des écoulements pour la gestion en temps réel d'un bassin versant anthropisé*. Thèse de Doctorat, Cemagref Montpellier.