

Amélioration de la représentation des écoulements en rivière par l'intégration des barrages-réservoirs et l'apport de la mission altimétrique SWOT

Thèse soutenue par Malak Sadki

Le mercredi 15 Mars 2023 à 10h
Salle Joël Noilhan, bâtiment Navier
Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue Gaspard Coriolis

École doctorale

Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace

Spécialité

Surfaces et interfaces continentales, Hydrologie

Unité de recherche

Centre National de Recherches Météorologiques

Établissement de rattachement

Institut National Polytechnique de Toulouse

Jury

Gilles BELAUD, Montpellier SupAgro, Rapporteur
Flora BRANGER, INRAE Lyon, Rapporteur
Bertrand DECHARME, CNRS Toulouse, Examineur
Agnès DUCHARNE, CNRS Paris, Examinatrice
Aaron BOONE, CNRS Toulouse, Directeur de Thèse
Simon MUNIER, Météo-France Toulouse, Co-directeur de Thèse

Pour joindre la réunion d'ordinateur ou d'un téléphone mobile:

Lien bluejeans

<https://bluejeans.com/350984463/9477>

Meeting ID: 350984463

Participant Passcode : 9477

[English below]

Résumé :

La ressource en eau est considérée comme un enjeu majeur du siècle à venir, en particulier dans le contexte du changement climatique et de la pression démographique. Elle est directement liée au cycle de l'eau sur les continents, qui est principalement étudié à grande échelle par des modèles hydrologiques tels que ISBA-CTRIP développé au CNRM. Les impacts anthropiques sur les ressources en eau, et notamment les effets des barrages-réservoirs sur les écoulements en rivière, sont encore mal connus et sont généralement négligés ou fortement simplifiés dans ces modèles.

Un modèle de gestion des barrages-réservoirs, appelé DROP (*Dam-Reservoir Operation*), a été développé dans cette thèse pour simuler leurs lâchers et niveaux de stockage en tenant compte des débits entrants, des demandes en eau et de l'objectif de gestion. L'Espagne a été choisie comme zone d'étude, en raison de sa position stratégique dans la production agricole en Europe et de la forte anthropisation de ses rivières. Les résultats ont révélé la contribution positive du modèle pour la représentation du débit des rivières, en particulier en aval des réservoirs d'irrigation à grande capacité de stockage, pour lesquels le modèle est capable de reproduire le déphasage saisonnier causé par les règles de gestion de l'irrigation (stockage en période hivernale, vidange en période estivale).

L'intégration des règles de gestion des réservoirs dans CTRIP, un modèle représentant la dynamique des rivières à l'échelle mondiale, a apporté une amélioration significative de la représentation du débit dans 80% des 1024 stations de mesure évaluées dans la péninsule ibérique.

Par ailleurs, la mission spatiale SWOT, qui a été lancée le 16/12/2022, compte révolutionner l'hydrologie en fournissant, pour la première fois, l'accès à la cartographie des niveaux d'eau de la quasi totalité des fleuves et plans d'eau du globe, y compris les lacs et les réservoirs. Ces précieuses données à haute résolution permettront de caractériser la dynamique de stockage d'eau dans les barrages-réservoirs et ainsi d'améliorer les modèles hydrologiques comme ISBA-CTRIP.

La contribution potentielle de ces données dans la correction du modèle DROP sur l'Espagne a été évaluée sur la base d'une approche estimant les variations du volume de stockage des réservoirs à partir d'observations similaires à celles de SWOT sur la hauteur et la surface de l'eau. Malgré la sensibilité aux erreurs de mesure de l'altimètre, ces données satellitaires permettraient de calibrer efficacement les paramètres du modèle DROP, avec une plus grande précision pour les réservoirs d'irrigation.

En définitive, l'intégration de la représentation des barrages-réservoirs dans les modèles hydrologiques à grande échelle, eux-mêmes couplés aux modèles de climat et de système Terre, constitue une avancée majeure pour une compréhension plus complète du climat passé et présent et une illustration plus réaliste des scénarios futurs.

Abstract :

The prediction of the evolution of water resources is considered to be a major challenge for the coming century, particularly in the context of climate change and increasing demographic pressure. Water resources are directly linked to the continental water cycle, which is mainly studied on a large scale by hydrological models such as the ISBA-CTRIP developed at CNRM. However, anthropogenic impacts on water resources, and in particular the effects of dams-reservoirs on river flows, are still poorly known and generally neglected or represented using very simplifying assumptions in these models.

A dam-reservoir management model, called DROP (Dam-Reservoir OPeration), has been developed in this thesis in order to simulate their releases and storage volumes taking into account inflows, water demands and management objectives. Spain was chosen as the study area given the country's importance for agricultural production in Europe and the prevalence of highly anthropized rivers. The results revealed the positive contribution of the model to river flow representation, especially downstream of large storage capacity irrigation reservoirs, where the model is able to reproduce the seasonal shift caused by the irrigation management rules (storage in the winter and release in summer periods). The integration of the reservoir management rules in CTRIP, a model representing the dynamics of rivers at a global scale, has resulted in a significant improvement in the flow representation in 80% of the 1,024 measuring stations evaluated in the Iberian Peninsula.

In addition, the SWOT space mission, which was launched on 16/12/2022, will be a breakthrough in hydrology by providing, for the first time, access to spatially distributed water levels of almost all the world's rivers and water bodies, including lakes and reservoirs. These valuable high-resolution data will allow an improved characterization of the water storage dynamics in dam-reservoirs but also to improve hydrological models like ISBA-CTRIP.

The potential contribution of these high-resolution data in the correction of the DROP model over Spain has been evaluated based on an approach estimating reservoir storage volume variations from SWOT-like observations of water height and surface. Despite sensitivity to altimeter measurement errors, these satellite data could enable a robust calibration of the DROP model parameters, with greater accuracy for irrigation reservoirs.

Ultimately, the integration of reservoir dam representation into large-scale hydrological models, which are themselves coupled to climate and Earth system models, is a major breakthrough in providing a more complete understanding of past and present climate and a more realistic picture of future water resource scenarios.