

C3PO + Explore2 : une évaluation des effets du changement climatique sur le partage de l'eau du bassin de la Durance

C3PO + Explore2 : an assessment of the effects of climate change on the sharing of water in the Durance watershed

Dumoulin Pascal, Garrigou Johan

Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD)

pascal.dumoulin@smavd.org, johan.garrigou@smavd.org

RÉSUMÉ

Le SMAVD a initié la démarche C3PO pour évaluer les effets du changement climatique sur la ressource en eau de la Durance, les usages socio-économiques et les milieux. Le programme national Explore2 fournit les débits futurs à l'échelle de la France sur plus de 4000 points. L'intégration de ces données à l'outil C3PO a permis de réaliser une simulation confrontant le territoire d'aujourd'hui (usages et règles de gestion actuels) avec la ressource en eau future projetée par Explore2. L'outil d'aide à la décision C3PO accompagne les travaux de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Durance : il permet de mettre en débat le partage futur de l'eau de la Durance et de tester des leviers d'adaptation aux effets du changement climatique.

Cet article présente une synthèse des principaux choix méthodologiques réalisés pour mener à bien cette première simulation : effectuer une sélection des futurs hydrologiques possibles ; définir et valider avec les acteurs du territoire les indicateurs d'évolution pertinents. Les résultats basés sur le scénario RCP8.5 sont présentés pour deux niveaux de réchauffement modéré (+2-3°C) et fort (+4-5°C). Ils mettent en évidence la mise en tension de la gestion multi-usages du fait de la baisse de la ressource en eau projetée notamment en période estivale : augmentation du besoin de soutien d'étiage par les retenues ; augmentation de la durée et de la fréquence des restrictions sur les usages agricoles notamment ; diminution de la valorisation énergétique des aménagements hydro-électriques ; diminution du taux de remplissage estival des grandes retenues pour le tourisme.

ABSTRACT

The SMAVD developed the C3PO model to assess the effects of climate change on the Durance water resource, socio-economic water uses and on the environment. The french national program Explore2 provides future river flows under climate change for more than 4000 points. The integration of this flow data into the C3PO tool made possible to carry out a simulation confronting today's territory (current uses and management rules) with the future water resource projected by Explore2. The C3PO decision-making tool supports the work of the political Local Water Commission of Durance's SAGE : it helps decision making on the future share of the Durance water and testing solutions for adaptation to the effects of climate change.

This article presents a summary of the main methodological choices made to successfully carry out this first simulation : select possible hydrological futures ; define and validate relevant indicators of change with local stakeholders. The results based on the RCP8.5 scenario are presented for two levels of moderate (+2-3°C) and high (+4-5°C) warming level. They highlight the strain on multi-use water management due to the projected decline in water resources, particularly in the summer period : increase in the need for sustaining ecological flow by reservoirs ; increase in the duration and frequency of restrictions on agricultural uses in particular ; reduction of the hydroelectric production ; reduction of the summery filling rate of large reservoirs for tourism.

MOTS CLÉS

Changement climatique, gestion de la ressource en eau, usages de l'eau, modélisation, aide à la décision

Climate change, water resources management, water uses, modeling, decision supporting

1 C3PO UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION POUR LE SAGE DURANCE

1.1 La maquette numérique de bassin C3PO

Le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD) est porteur de la démarche de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin de la Durance. L'instance politique du SAGE est la Commission Locale de l'Eau (CLE) qui regroupe des représentants des usagers, des collectivités locales et des services de l'Etat.

Pour accompagner la démarche de SAGE et le travail de la CLE, le SMAVD a initié la démarche C3PO qui modélise, à l'échelle du bassin de la Durance, les interactions entre l'hydrologie et les usages (Irrigation, eau potable, hydroélectricité). Cette maquette numérique du bassin de la Durance a été conçue pour projeter les effets du changement climatique sur le multi-usage, tester des leviers d'adaptation et contribuer à l'élaboration des orientations stratégiques du SAGE Durance.

L'outil d'aide à la décision mis en œuvre agrège 30 années de données historiques sur la ressource et les usages de l'eau. Un important travail de calage de l'outil sur les observations (débits, remplissages des retenues, niveau des nappes, prélèvements) a été réalisé. La construction de l'outil a été partagée avec les acteurs du territoire et a donné lieu à des conventions de partenariat avec différents opérateurs et producteurs de données.

1.2 Le programme Explore 2

En 2024, le programme de recherche Explore2 coordonné par l'INRAE a mis à disposition des acteurs de l'eau des chroniques de débits futurs sous changement climatique pour plus de 4000 points modélisés couvrant l'ensemble de la France. Ce programme s'est basé sur les 3 scénarios climatiques globaux du GIEC (RCP 2.6, 4.5 et 8.5) déclinés localement.

9 modèles hydrologiques régionaux ou nationaux ont ensuite été utilisés pour décliner chacune de ces projections climatiques en projections hydrologiques. Les projections sont constituées de chroniques hydrologiques quotidiennes couvrant la période de 1950 à 2100. Ces chroniques sont aujourd'hui disponibles sur le portail DRIAS-Eau.

Sur le bassin de la Durance, les projections de débit d'Explore2 sont fournies pour une centaine des points. La combinaison des modèles climatiques globaux et régionaux, des méthodes de descente d'échelle et des modèles hydrologiques conduit à disposer jusqu'à 200 projections de débits futurs pour chaque station modélisée.

1.3 L'intégration des données d'Explore 2 dans C3PO

Les principaux choix méthodologiques ayant permis d'aboutir à une sélection d'un échantillon de l'ensemble des projections d'Explore2, pouvant être intégrées individuellement dans C3PO, sont présentés ci-dessous.

Le premier choix méthodologique a consisté à restreindre l'analyse au scénario d'émission de gaz à effet de serre RCP8.5. Ce scénario proposé par le GIEC correspond à la poursuite des politiques existantes en matière de diminution des émissions de gaz à effet de serre sans mesures additionnelles. Conformément aux dernières recommandations du GIEC et du gouvernement, les impacts ont été caractérisés par la suite sur la base de ce scénario pour deux niveaux de réchauffement : modéré (RM +2-3°C) et fort (RF +4-5°C), correspondant respectivement aux échéances moitié de siècle (2041-2070) et fin de siècle (2066-2095) du scénario RCP8.5.

Le second choix a concerné la sélection de 4 futurs climatiques possibles parmi les 34 proposés par Explore2. Cette sélection s'est appuyée sur 4 climats contrastés (ou narratifs) proposés par Explore2 pour décrire la variabilité des futurs possibles en termes d'évolution des températures et de précipitation. Leur prise en compte permet de réduire le nombre des projections tout en caractérisant l'incertitude sur les climats possibles.

La combinaison de ces 4 climats avec les 7 modèles hydrologiques mobilisés sur la Durance permet de disposer potentiellement de 28 projections de débit par station. L'analyse comparative sur la période 1989-2018 d'indicateurs statistiques (débits annuels, débits classés, régimes hydrologiques) simulés par Explore2 et observés nous a amené à ne conserver que les projections issues des modèles MORDOR d'EDF et GRSD et SMASH de l'INRAE. Les 12 projections ainsi sélectionnées ont ensuite été introduites dans l'outil C3PO. L'analyse comparative d'indicateurs d'usages (remplissage des retenues, fréquences de déclenchement de restrictions, consommation de réserves) a conduit à ne conserver que les projections issues des modèles MORDOR et GRSD.

Ce travail de sélection a ainsi abouti à un ensemble de 8 chroniques hydrologiques n'introduisant pas de biais significatifs sur l'hydrologie et les usages et utilisés pour caractériser l'hydrologie future et ses incertitudes.

2 LES PROJECTIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE TERRITOIRE ET LES USAGES

Les 8 chroniques hydrologiques sélectionnées ont été introduites individuellement dans le modèle d'usages C3PO pour réaliser une première simulation dont l'objectif est d'instruire la question suivante : que se passerait-il si l'on avait aujourd'hui les conditions climatiques de 2050 et 2100 ?

2.1 Le choix des indicateurs

L'impact du changement climatique sur les usages a été caractérisé à travers l'évolution relative d'indicateurs d'évolution entre la période actuelle 1989-2018 et les périodes futures 2041-2070 et 2066-2095. Dans le modèle C3PO représentant à la fois l'hydrologie et la diversité des usages, les indicateurs possibles sont très nombreux : hydrologie générale ou saisonnière, remplissage et sollicitation des réserves des barrages, cote des retenues pour le tourisme, production hydroélectrique, consommation pour l'irrigation, activation des protocoles de gestion de chaque acteur en cas de sécheresse, etc. Les effets du réchauffement climatique sur les usages socio-économiques actuels et les débits réservés sont présentés sur la base d'indicateurs sélectionnés et validés avec les acteurs concernés.

Dans un but de vulgarisation des résultats, pour chaque indicateur, l'ensemble des 8 évolutions projetées a ensuite été synthétisé à travers ses valeurs min, max et médiane. On considère que l'évolution projetée d'un indicateur est robuste lorsque le signe de chacune des 8 évolutions projetées est le même.

A noter que l'approche est globale, à l'échelle bassin versant, et ne traite pas des enjeux locaux. Les enjeux de biodiversité et de qualité de l'eau ne sont pas traités à ce stade de la démarche.

2.2 Les premiers résultats de C3PO sur le bassin de la Durance

Les projections hydrologiques d'Explore2 s'accordent sur : une baisse globale de la ressource de -10% (RM) et -30% (RF) accentuée en été : -30% (RM) et -60% (RF) ; un glissement progressif vers un régime à dominance pluviale pour les territoires de montagne avec une hausse probable des débits l'hiver et une diminution des débits estivaux. Les résultats de la simulation avec C3PO montre que tous les usages seraient impactés par le réchauffement, avec une mise en tension probable de la gestion multi-usages : augmentation de la durée et de la fréquence de déclenchements des restrictions sur les usages ; diminution de la valorisation énergétique des aménagements hydro-électriques ; diminution du taux remplissage estival des grandes retenues pour le tourisme ; apparition de succession d'années avec défaut de remplissage des retenues ; augmentation du besoin de soutien d'étiage. Le tableau 1 illustre ces résultats sur un échantillon d'indicateurs clés.

Tableau 1: indicateurs d'évolutions issus de la modélisation C3PO (usages constants)
Pour les 8 hydrologies futures : valeur médiane et [min ; max], **en gras** si consensus sur le signe (évolution robuste).

	Actuel	Réchauffement modéré (+2-3°C)	Réchauffement fort (+4-5°C)
Restriction des usages	2 années sur 10	+3 années sur 10 [+1 ; +5]	+7 années sur 10 [+3 ; +8]
Durée maximale de restriction	4 mois par an	+0 mois par an [-2 ; +2]	+2 mois par an [+1 ; +2]
Prélèvement moyen pour l'irrigation dans Serre-Ponçon	100 Mm3/an	+60 % [+30 ; +110]	+ 160 % [+130 ; +200]
Défaut de remplissage estival de la retenue de Serre-Ponçon	1 année sur 10	+2 années sur 10 [+1 ; +3]	+5 années sur 10 [+4 ; +6]
Production hydroélectrique à Serre-Ponçon	600 GWh/an	-15% [-20 ; +3]	-35% [-39 ; -27]

Cette première simulation a une vocation pédagogique d'alerte. Les résultats sont présentés en Commission du SAGE Durance et doivent permettre aux acteurs de réfléchir collectivement aux leviers d'adaptation pertinents à mettre en œuvre. Des scénarios d'adaptation combinant ces différents leviers seront ensuite définis avec les acteurs et testés grâce à l'outil C3PO. L'objectif du travail de C3PO est d'accompagner la Commission Locale de l'Eau dans la définition des orientations stratégiques du futur SAGE Durance.