

Des trajectoires d'adaptation au changement climatique pour le système Neste (Pyrénées, France)

Dynamic adaptive policy pathways under climate change for the Neste system (Pyrenees, France)

Eric Sauquet¹, Philippe Le Coënt², Peng Huang¹, Clotaire Catalogne³, Jean-Philippe Vidal¹, Ludovic Lhuissier⁴, Natacha Dariba⁵, Françoise Goulard⁶

¹ INRAE, UR RiverLy, ² BRGM, UMR G-Eau, ³ Icare², ⁴ CACG, DOP et INNOVATION, ⁴ ENGIE, GEM, ⁵ Agence de l'Eau Adour Garonne

RÉSUMÉ

Le système Neste, mis en place au XIXe siècle, a été conçu pour alimenter en eau des rivières de Gascogne et ainsi répondre aux besoins en eau des milieux et des activités économiques sur les territoires desservis. De l'eau issue d'une vallée adjacente – la haute vallée de la Neste - déstockée de réservoirs multi-usage de montagne vient compléter des ressources en eau locales limitées. La question du devenir des modes de gestion sous changement climatique se pose sur ce système fortement anthropisé et déjà en tension. Un projet réunissant chercheurs et acteurs de l'eau a été engagé avec l'objectif de proposer des trajectoires possibles d'adaptation pour le territoire. L'analyse repose sur une chaîne de modélisation simulant la ressource en eau et les actions humaines sur cette ressource. A l'instar d'autres bassins pyrénéens, l'effet du changement climatique se traduirait en effet par des précipitations moindres dans le futur, une diminution des débits entrant dans les réservoirs et une onde de fonte diminuée et avancée dans l'année. Ainsi, sans adaptation, le potentiel de production électrique pourrait être fortement diminué du fait d'un engagement prioritaire à soutenir les débits environnementaux des rivières réalimentées et à satisfaire les besoins en eau potable et en eau d'irrigation. Une première analyse a montré que le seuil de rentabilité de la production électrique pourrait être atteint très rapidement, remettant ainsi en cause la gestion globale du système. Différentes options d'adaptation ont été suggérées avec les acteurs, et certaines seront modélisées, puis évaluées sur la base d'une analyse multi-critère.

ABSTRACT

The Neste system, set up in the 19th century, was designed to supply water to rivers in the Gascony region and meet water needs for the environment as well as for economic activities. Water from an adjacent valley - the upper Neste valley - released from multi-purpose mountain reservoirs completes the limited local water resources. The question of the future of management rules under climate change arises in this highly anthropogenized system, which is already under pressure. A project bringing together researchers and water stakeholders has been launched with the aim of proposing possible adaptation trajectories for the territory. The analysis is based on a modelling chain that simulates the water resource and human interventions on this resource. As in other Pyrenean basins, the effect of climate change would result in less precipitation in the future, a decrease in inflows to the upstream reservoirs, and an earlier and reduced snowmelt contribution to river flows. Without adaptation, the potential for power generation could therefore be significantly reduced due to a priority commitment to sustaining environmental flows in recharged rivers and to meeting drinking water and irrigation needs. A preliminary analysis showed that a tipping-point for power generation could be reached quite soon in the future, thus challenging the overall water management. Different adaptation options were discussed with stakeholders; some of them will be modelled and then evaluated based on a multi-criteria analysis.

MOTS CLES

Gestion de l'eau, hydroélectricité, irrigation, modélisation, réservoir multi-usage

1 INTRODUCTION

L'étude Garonne 2050 (Agence de l'Eau Adour Garonne, 2014) a mis en évidence les effets attendus du changement climatique sur le bassin de la Garonne qui révèlent l'accroissement des déséquilibres quantitatifs entre besoins et ressources et la nécessité de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation à une ressource diminuée. Dans le prolongement de Garonne 2050, un projet de recherche associant les acteurs du territoire a été engagé pour formuler des stratégies locales d'adaptation au changement climatique et les critères pour les évaluer, en s'attachant à un système emblématique du bassin de la Garonne : le système Neste.

Le système Neste est un système hydraulique complexe, permettant la réalimentation de dix-sept affluents rive gauche de la Garonne situés dans le Plateau de Lannemezan, et dont la gestion est confiée à la Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne (CACG). Il intègre des lacs-réservoirs des vallées de la haute vallée de la Neste. Chaque réservoir est géré par la Société Hydro-Électrique du Midi (SHEM), en coordination avec les autres. Les lacs-réservoirs stockent les eaux issues de la fonte des neiges au printemps pour les restituer au moment jugé opportun pour la production d'énergie et pour répondre aux besoins exprimés sur les bassins réalimentés. Un volume total de 48 Mm³ est ainsi réservé annuellement dans ces lacs-réservoirs pour garantir les usages liés à l'irrigation, l'alimentation en eau potable et le bon état écologique des cours d'eau réalimentés du système Neste, via le Canal de la Neste. En fin de campagne de soutien d'étiage, la SHEM valorise l'eau restante pour la turbiner en privilégiant les jours pendant lesquels les prix de l'énergie sont les plus élevés (principalement en hiver).

2 MÉTHODE

L'examen de l'effet du changement climatique et des performances de stratégies d'adaptation requiert le déploiement d'une chaîne de modélisation dédiée (Huang, 2022) intégrant les leviers mobilisés dans les stratégies et les variables sur lesquelles repose le diagnostic de performance. Les ressources naturelles sont simulées par un modèle hydrologique « classique » fonctionnant au pas de temps journalier. Des modèles d'usage de l'eau ont été développés pour prendre en compte les spécificités locales (modes de gestion, pratiques agricoles, capacité des stockages, etc.).

3 EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La Figure 1 illustre les résultats de modélisation pour un bassin versant alimentant le lac-réservoir de l'Oule. En fin de siècle, les débits annuels moyens sont diminués (~ -40%), conséquence d'une hausse de l'évapotranspiration annuelle moyenne (~ -30%) et d'une réduction des précipitations annuelles moyennes (~ -30%) (moyenne d'ensemble issues des six projections climatiques). Le caractère nival du bassin est atténué (onde diminuée et avancée dans l'année).

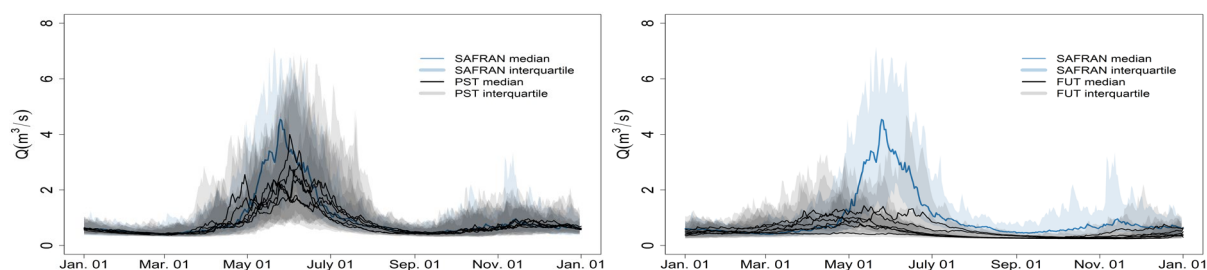


Figure 1. Évolution du régime hydrologique des apports au lac-réservoir de l'Oule en temps présent et en fin de siècle (en bleu : référence temps présent obtenue à partir de la réanalyse SAFRAN ; en noir : simulations obtenues à partir des projections de six GCMs régionalisées sur la période 1984-2014 (à gauche) et 2071-2100 (à droite) issues des projets CLIMPY et PIRAGUA (<https://www.opcc-ctp.org/en/projects>))

Outre ses effets sur l'hydrologie naturelle, le changement climatique aura vraisemblablement pour effet des chutes de neige à la baisse, modifiant la stratégie de remplissage des réservoirs (concomitant avec la période de fonte), conséquence d'une élévation des températures de l'air. La baisse des apports aux réservoirs et donc du potentiel de production semble quasi certaine au regard des projections régionalisées du climat examinées ici. À cette réduction s'ajoutent, pour le producteur d'hydroélectricité, des contraintes réglementaires (débits écologiques et volume contractuel dédié à d'autres besoins). Le respect de ces contraintes exprimées à l'aval des lacs-réservoirs induira moins

de flexibilité pour le turbinage de l'eau en période hivernale en réponse à la demande d'énergie.

4 STRATÉGIES D'ADAPTATION

Aucune planification de stratégies n'est envisagée à ce jour sur le système Neste. L'ambition était d'établir une liste des options d'adaptation avec les parties prenantes pour ancrer les stratégies régionalement et de tester leur efficacité individuellement ou l'efficacité d'une combinaison de ces options, au regard de vulnérabilités exprimées des usages.

Les vulnérabilités du système Neste ont été identifiées et exprimées au travers de variables et de valeurs numériques qui présentent des seuils de défaillance au-delà duquel le système est considéré comme non-fonctionnel. Les variables et indicateurs potentiels sont :

- La somme des débits à l'exutoire des rivières réalimentées par le système Neste (variable) et les débits de crise (indicateur),
- Le volume turbiné par les réservoirs de haute montagne au cours de l'année (variable) et les revenus minimaux nécessaires à la maintenance de ces réservoirs (indicateur),
- Le volume des réservoirs dans le système Neste (variable) et les volumes objectifs de remplissage (indicateur).

Des actions ont été regroupées en fonction de leurs impacts pressentis sur les risques de défaillance. Les types d'impacts sont :

- Modification de la fonction de demande en eau : atténuation du pic de demande en période d'étiage, baisse de la demande totale sans modification de la répartition (modifications des cultures, des variétés, etc.),
- Augmentation des ressources totales par l'augmentation de la capacité de stockage (création de nouveaux réservoirs ou valorisation de réservoirs non exploités), la modification des transferts interbassins (appel à des compléments de réservoirs gérés par d'autres producteurs) et/ou la modification de la capacité à remplir les réservoirs de piémont (débitance des rigoles),
- Modification de la répartition des ressources dédiées aux différents usages conduisant également à une modification de la fonction de demande en eau (modification des volumes prélevables, modification des prix de l'eau, levée temporaire de contraintes environnementales, etc.).

5 RESULTATS ET PERSPECTIVES

Sous hypothèse « business-as-usual », la chaîne de modélisation a déjà pu montrer que des seuils de défaillance comme le volume à turbiner requis pour la maintenance des réservoirs (interprété ici comme seuil de rentabilité de la production hydroélectrique) pourraient être atteints très rapidement, remettant ainsi en cause la gestion globale du système à court terme. Ce résultat confirme, s'il en était besoin, la nécessité d'une adaptation.

La pertinence des stratégies suggérées au cours du XXI^e siècle doivent être évaluées. Elles le seront en appliquant la méthode « des Trajectoires Dynamiques de Politiques Adaptatives » (Haasnoot *et al.*, 2013). Cette méthode veut appuyer les décideurs dans l'identification d'actions d'adaptation de court terme et des actions potentielles pour le long terme en caractérisant bien les seuils à partir desquels les actions ne sont plus efficaces.

BIBLIOGRAPHIE

- Agence de l'Eau Adour Garonne (2014). Garonne 2050 - Etude prospective sur les besoins et les ressources en eau, à l'échelle du bassin de la Garonne. Rapport final, 68 pages.
- Haasnoot, M., Kwakkel, J. H., Walker W. E. and ter Maat J. (2013). Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global Environmental Change*, 23(2): 485-498.
- Huang, P. (2022) Towards a general framework for assessing the vulnerability of reservoir water management under global change - Application to the Neste system (French Pyrenees). Thèse de doctorat, Université de Grenoble.