

Actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône et révisions méthodologiques

Updating flood assessment of the Rhône river, a new methodology

Pascal BILLY, Antoine BARD, Michel LANG, Robin NAULET, Thibaut MALLET,

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes pascal.billy@developpement-durable.gouv.fr

Hydro-Consultant antoine.bard@hydro-consultant.com

Irstea, Unité de recherche RIVERLY, centre de Lyon-Villeurbanne

michel.lang@irstea.fr

Compagnie Nationale du Rhône R.Naulet@cnr.tm.fr

SYMADREM Thibaut.MALLET@symadrem.fr

RÉSUMÉ

Les données hydrologiques et notamment les débits caractéristiques de crue constituent des données importantes pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques et pour la gestion des risques inondation. Sur le Rhône, les références hydrologiques ont fait l'objet d'estimations à différentes époques et par différents acteurs, en premier lieu pour les études de dimensionnement des aménagements hydroélectriques puis lors de l'étude globale sur le Rhône en 2000. Les débits caractéristiques sont également mobilisés pour des questions de sûreté des ouvrages de protection et pour l'analyse des impacts des projets au voisinage des cours d'eau. Dans ces travaux, les données anciennes n'ont pas toujours été mobilisées alors que les chroniques sont particulièrement anciennes et riches sur le Rhône. La démarche d'actualisation de l'hydrologie du Rhône lancée par la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes a pour ambition d'utiliser la chronique de données collectées depuis les dernières études en 2000 et d'exploiter les avancées méthodologiques importantes intervenues ces dernières années. La démarche présentée associe donc dans le pilotage de ces travaux le réseau scientifique avec Irstea, le bureau d'étude Hydro-Consultant et les principaux partenaires de la gestion du Rhône avec la Compagnie Nationale du Rhône et le SYMADREM. Les travaux présentés sur la détermination des débits caractéristiques à l'entrée de la Camargue illustrent particulièrement les apports de la méthodologie en matière de critique des données et de robustesse des résultats.

ABSTRACT

Hydrological data and design floods are useful for the design of flood protection infrastructures and flood risk management. Hydrological studies of the flow regime of the Rhône River have been updated according to the available data. The last study dates from 2000 but old data has not been fully used despite the fact that long hydrological series can be extracted from archive sources. DREAL Auvergne-Rhône-Alpes decided to launch a new hydrological study, adding the data from 2000 and taking into account recent advances in flood frequency analysis. The present study is issued from a steering group composed of scientists of Irstea, the Hydro-Consultant engineering office and the main partners of Rhône management with the Compagnie Nationale du Rhône and SYMADREM. The main results of this work on the design floods at the entrance of the Camargue particularly illustrate the contributions of the methodology in terms of data criticism and robustness of results.

MOTS CLES

Analyse, crues, hydrologie, incertitudes, quantiles, Rhône, Gemapi

1 INTRODUCTION

Le régime hydrologique du Rhône a commencé à faire l'objet d'études à partir du XIX^{ème} siècle avec les ingénieurs du Service Spécial du Rhône, puis dans la première moitié du XX^{ème} siècle avec les travaux de Maurice Pardé notamment. La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) s'est ensuite investie dans la détermination des débits de référence du Rhône dans le cadre des études de dimensionnement des aménagements hydroélectriques du Rhône. Par la suite, elle a continué à exploiter le réseau de mesure pour ses besoins propres et a produit des bilans hydrologiques réguliers qui constituaient la ressource en données sur le Rhône. Initiée à la suite au réveil hydrologique du Rhône de 1993 et 1994, une approche collective a été conduite dans le cadre de l'Etude Globale sur le Rhône (1998-2002) pilotée par l'établissement Territoire Rhône accompagné par l'Etat et par la CNR, comprenant un volet hydrologique complet et la production de nouvelles données, qui ont fait référence dans les années suivantes. Pour autant, les données d'étapes de cette étude ont été perdues avec la disparition de l'établissement Territoire Rhône. Suite à la crue de décembre 2003, une conférence de consensus constituée d'experts internationaux a revu à la baisse le débit annoncé lors de cette crue et établi une liste de recommandations. Une nouvelle actualisation de l'hydrologie des crues du Rhône a été initiée en 2016 pour intégrer les quelques 18 années de données nouvelles. Cette action, pilotée par la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre du volet inondations du Plan Rhône, est une démarche partenariale visant à produire des références hydrologiques partagées par les principaux acteurs sur le Rhône et à intégrer les dernières réflexions méthodologiques.

2 LES BESOINS ET LES ATTENTES DES PARTENAIRES DE LA DEMARCHE

Les valeurs de crues caractéristiques n'ont pas un sens physique immédiat et sont affectées d'incertitudes importantes souvent mises au second plan, en particulier quand elles sont utilisées pour qualifier les crues via la notion de période de retour. Elles sont évolutives par nature avec l'allongement des chroniques d'événements et elles sont liées aux méthodes de calculs utilisées. L'Etat a pris en charge la production de données hydrologiques actualisées sur le Rhône qui répond aux objectifs du volet inondations du Plan Rhône, piloté par le pôle Plan Rhône de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, de développement de la connaissance et de production de données utiles à la gestion des risques inondation. Ces objectifs sont repris à la fois par le contrat de projet interrégional Plan Rhône et par le programme opérationnel interrégional (FEDER) Rhône-Saône.

Le code de l'environnement demande de son côté d'évaluer et de maîtriser les impacts des projets d'aménagements situés dans le lit majeur des cours d'eau. La production de références partagées et consensuelles vise donc à homogénéiser les données utilisées pour prendre en compte le fonctionnement des cours d'eau et les risques inondations par les différents acteurs. Au-delà d'une évidente économie d'échelle, la disponibilité de ces références assure une qualité constante dans l'analyse et l'exploitation des caractéristiques hydrologiques. Dans le cadre de la gestion des risques inondation, les crues caractéristiques sont mobilisées pour l'élaboration des documents des plans de prévention des risques inondation (PPRI) en dimensionnant l'événement de référence, assurant ainsi l'homogénéité des niveaux de prévention appliqués. Enfin, le décret digues de 2015 pris en application de la loi MAPTAM, ayant instauré une nouvelle compétence obligatoire au profit des EPCI-FP à compter du 1^{er} janvier 2018 : la GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations), va occasionner des démarches, de définition formelle et de ré-autorisation des systèmes d'endiguement existants avec affichage des niveaux de protection pour les zones protégées associées à ces systèmes, qui mobiliseront également fortement les données hydrologiques.

La Compagnie Nationale du Rhône est un partenaire essentiel de la démarche, à la fois en tant que productrice de données hydrométriques et en tant que gestionnaire d'aménagements. Les données hydrologiques interviennent dans le suivi des obligations liées à la concession et dans la connaissance du fonctionnement du fleuve. Le SYMADREM (syndicat mixte interrégional des digues du delta du Rhône et de la mer) est gestionnaire d'un parc de 210 km de digues fluviales et 25 km de digues maritimes qui protègent plus de 115 000 personnes. Il est également un acteur majeur du volet inondations du Plan Rhône en mettant en œuvre un programme de sécurisation des digues du delta (400 millions d'€ sur 20 ans). L'utilisation de données hydrologiques partagées entre acteurs (Préfets, Maires, services de secours, gestionnaires de digues) est un point fondamental de la gestion de crise ; renforcé par la nouvelle réglementation digues de 2015, qui encadre désormais la responsabilité des gestionnaires.

3 L'ETAT DE LA METHODOLOGIE

Un travail méthodologique a été conduit de 2009 à 2013 sur la comparaison des méthodes de détermination des valeurs extrêmes de pluie et de débit. Le projet Extraflo (<http://extraflo.irstea.fr/>), financé par l'Agence Nationale de la Recherche, a exploité un jeu conséquent de données, avec près de 40 000 années-stations pluviométriques et 47 000 années-stations hydrométriques. Le jeu de données a été divisé en jeu de calage sur lequel toutes les méthodes testées ont été calées, et un jeu de validation pour évaluer les performances des méthodes d'estimation. Deux familles de critère ont été retenues : la justesse qui permet d'évaluer la conformité de l'aléa de référence avec sa probabilité théorique, et la stabilité qui renseigne sur la sensibilité des estimations à l'échantillon de calage. Le choix entre les différentes méthodes s'est porté en priorité sur les méthodes « justes » avec un biais systématique faible, puis parmi ces méthodes celles dont l'estimation reste stable vis-à-vis de la période de calage considérée.

Les principales recommandations pour l'estimation des quantiles de crues extrêmes sont de ne pas extrapoler l'ajustement d'une distribution calée sur quelques dizaines d'années seulement, mais de conforter l'ajustement en exploitant des informations complémentaires aux séries de débit sur la période récente. Trois approches sont recommandées, selon la disponibilité des données, basées sur respectivement : 1/ l'information pluviométrique (méthodes SHYREG-Débit et SCHADDEX), 2/ l'information régionale (approche locale-régionale de l'index-flood avec une loi GEV) ou 3/ l'information historique quand elle est disponible.

4 LA PRODUCTION SUR BEUCAIRE-TARASCON

L'objet principal de cette opération, confiée à Hydro-Consultant et Irstea, est l'actualisation des débits caractéristiques de crue pour 12 stations hydrométriques du Rhône, en visant à étendre les chroniques d'observations sur les dernières années, mais également les périodes historiques non exploitées lors de l'Etude Globale sur le Rhône dont les données d'entrée se sont cantonnées aux valeurs d'annuaire de crue disponibles. La station de Beaucaire-Tarascon est la plus ancienne station hydrométrique du Rhône avant sa diffluence et son exutoire en Méditerranée. Les observations régulières et les mesures de débits représentent des chroniques particulièrement longues constituées par le Service spécial du Rhône depuis le début du XIX^{ème} siècle, puis par la CNR à partir de 1961. L'originalité du travail a consisté à reprendre les données d'archives et de réestimer les débits à partir des hauteurs observées. Compte-tenu de changements morphologiques du lit du Rhône, de la fréquence variable des relevés et des travaux sur le cours du Rhône, on peut considérer quatre grandes périodes homogènes : 1816-1839, 1940-1942, 1943-1969 et 1971-2016. Une analyse d'incertitude menée avec la méthode BaRatin a permis d'évaluer une incertitude spécifique à chacune de ces périodes, respectivement. ± 23 , 20, 4.5 et 6.4%. Au final, il a ainsi été possible de reconstituer une longue série de débits sur la période 1816-2016 avec 192 valeurs (cf. présence de valeurs manquantes certaines années). Cette série a alors été exploitée pour estimer la distribution des crues.

Il ressort de l'analyse que si un ajustement avec loi de probabilité GEV reste très incertain lorsque les paramètres sont calés sur une série de moins de 100 valeurs, le fait d'exploiter une longue série sur près de deux siècles permet de conforter l'estimation des crues extrêmes. En particulier, il devient possible de départager deux lois de probabilité candidates (loi de Gumbel et loi GEV), ce qui n'était pas possible avec une série courte. Des analyses sont en cours pour recouper les estimations de quantiles de crue sur l'ensemble du cours du Rhône, en respectant la progression dans l'augmentation des quantiles de crue avec la superficie du bassin versant.

5 LES APPORTS DE CETTE DEMARCHE SUR LE RHONE

L'actualisation de l'étude hydrologique des crues du Rhône, postérieure à l'étude globale du Rhône (2000) a permis d'étendre la profondeur des chroniques utilisées en intégrant de façon systématique les données existantes depuis le XIX^{ème} siècle. Un travail original a été mené pour estimer l'ensemble des différentes sources d'incertitude hydrométrique (mesure de la hauteur, conversion hauteur-débit à l'aide de jaugeages) et statistique (échantillonnage, choix de la loi de probabilité). Il conduit à réévaluer les débits de crues rares et exceptionnelles (périodes de retour 100 et 1000 ans) sur une base plus solide, avec des incertitudes mieux définies. Ce travail devrait se poursuivre sur le Rhône à Beaucaire par une thèse qui exploitera les recensements d'événements de crue depuis 1300, à partir de sources documentaires (Pichard et Roucaute, 2014).

BIBLIOGRAPHIE

- Lang M., Arnaud P., 2017. La détermination des valeurs extrêmes de pluie et de crue en France., *Sciences Eaux & Territoires*, N°23, 42-47
- Pichard G., Roucaute E., 2014. *Sept siècles d'histoire hydroclimatique du Rhône d'Orange à la mer (1300-2000). Climat, crues, inondations*. N°Hors-série Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens, 192 p.
- Safege, 2000. Etude globale du Rhône-Volet hydrologie *Annexe 3 Hydrologie du corridor fluvial*, 131 p.