

Intérêt des longues séries chronologiques de débit pour comprendre la variabilité du passé et interpréter les projections d'avenir dans une perspective de changement climatique

Interest of historical streamflow time-series to understand past and future variability in a global warming context.

Christian Perret; Joel Gailhard; Anna Kuentz; Thibault Mathevet

Électricité de France DTG 21 Avenue de l'Europe 38040 Grenoble

RÉSUMÉ

Les bassins versants de grande superficie constituent des intégrateurs des variables climatiques et hydrologiques. Pour EDF, producteur d'électricité, la compréhension de la variabilité temporelle des écoulements est devenue une des clefs de la maîtrise d'enjeux fondamentaux pour l'Entreprise : la sûreté des installations, le respect des obligations réglementaires et l'optimisation des moyens de production. C'est ainsi qu'EDF a été conduite à utiliser les longues séries hydrologiques disponibles sur un bon nombre de bassins français.

On montre ici de manière très résumée, quelques constats faits sur les évolutions observées des régimes hydrologiques sur les grands bassins - Rhin, Seine, Loire, Garonne, Rhône et Durance. L'analyse annuelle ne fait pas apparaître de tendance nette, sauf peut être sur la Durance où une baisse des apports de 10% est observée entre les périodes 1920-1963 et 1964-2007. Ce constat ne permet toutefois pas de conclure sur un effet éventuel du changement climatique dans la mesure où l'on cerne mal les prélèvements sur une partie du bassin. L'analyse des débits d'étiage est conduite à partir des débits minimum mensuels de chaque année (QMNA). Elle permet de conclure que l'intensité et la durée des étiages sont aujourd'hui atténuées sur les bassins de la Loire, de la Seine, de la Durance et du Rhône grâce aux systèmes de soutien qui ont été mis en place ou aux apports de l'hydroélectricité (Rhône). Sur la Garonne en revanche, le soutien organisé au début des années 90 ne permet pas de revenir aux niveaux des étiages observés au début du XXI^{ème} siècle. On montre enfin que la modélisation hydrologique réalisée à partir d'archives de données météorologiques permettrait de compléter des chroniques manquantes ou insuffisantes et d'apprécier plus largement la variabilité climatique.

ABSTRACT

Large watersheds can be considered as integrators of climatological and hydrological processes variability. For EDF, the understanding of the temporal variability of streamflows is of major concern to ensure safety and security of installations, meet environmental standards and improve water resources management and decision making. To this end, EDF have been interested and using available historical streamflow time-series.

This short communication exhibits long term analyses, based on observations of major watersheds, such as Rhin, Seine, Loire, Garonne, Rhône and Durance. Analyses at an annual time-step only exhibit a trend on the Durance watershed, where mean annual streamflow has noticeably decreased since mid 60's (-10%). This conclusion can't be attributed to climate variability only, since human influences are roughly estimated on this watershed. Analyses on low-flows show that drought intensity has decreased on Loire, Seine, Durance and Rhône watershed, thanks to drought mitigation or hydropower. On the contrary, drought intensity has increased on the Garonne watershed, despite mitigation. To improve these analyses, rainfall-runoff models and climate reanalyses allow us to complete and extend the temporal length of streamflow time-series.

MOTS CLES

Étiages, Hydrologie, Modélisation, Observations.

1 INTRODUCTION

L'évolution du climat au cours du siècle en cours interroge la communauté des hydrologues sur la stationnarité des apports en eau. Deux questions scientifiques restent aujourd'hui posées : Quel sera l'impact sur les écoulements de l'évolution de la température de l'air selon les scénarios du GIEC à l'horizon de la fin seconde moitié du XXI^{ème} siècle et a-t-on déjà détecté des tendances sur la base des observations disponibles ? S'agissant de comprendre les interactions entre les variables climatiques et hydrologiques, le choix des scientifiques s'est d'abord porté sur des observations de débit qui n'étaient pas influencées par les activités humaines (Lang et Renard 2007) limitant ainsi la portée des analyses à des périodes assez courtes (moins de 50 ans) et à des petits bassins (en général inférieurs à 1000 km²). Les réseaux d'observations hydrologiques ont vu le jour au milieu du XIX^{ème} siècle et se sont d'abord intéressés à des bassins versants assez grands. Les grandes séries qui sont parvenues jusqu'à nous concernent souvent les fleuves et les rivières les plus importantes pour des bassins versants supérieurs à 10000 km². Si elles présentent l'inconvénient d'agréger un grand nombre d'influences rendant difficile la perception de la variabilité climatique, ces séries ont l'avantage d'être souvent continues sur plus d'un siècle. On propose ici d'effectuer une analyse de la variabilité de 6 séries emblématiques. 5 d'entre elles, ont pu faire l'objet d'un désinfluencement mais cet exercice est encore très perfectible. La période d'analyse est finalement réduite à partir de 1920 date de la série la plus récente.

2 LES TENDANCES

2.1 Analyse des débits moyens mensuels et annuels observés

Les séries chronologiques sont scindées en deux sous échantillons de taille équivalente et on analyse l'évolution de l'écart entre les moyennes mensuelles (Figure 1)

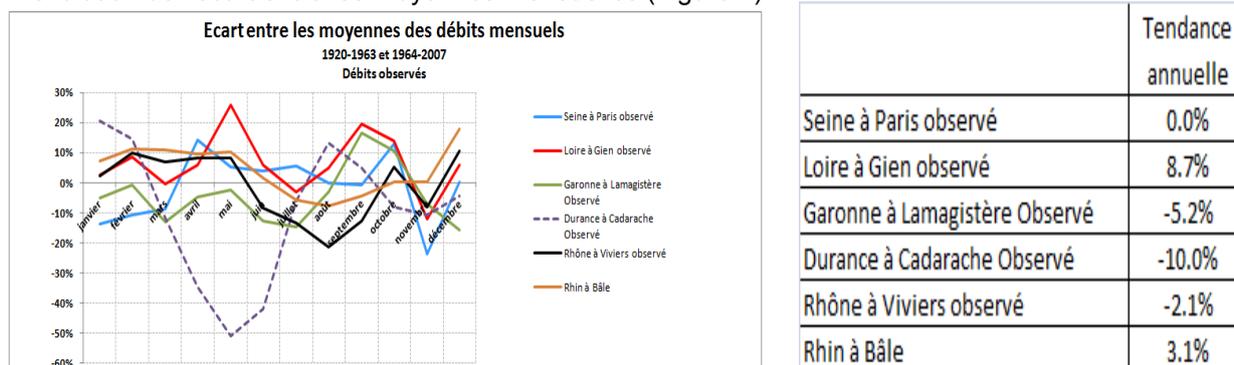


Figure 1 : Analyses mensuelle et annuelle

Sur la Seine à Paris, on observe que la mise en place du soutien d'étiage influence la période d'hiver dans la phase de stockage avec un déficit de l'ordre de 10 à 20% (nov. à mars). Pour le Rhône, les apports d'hiver (déc. à mai) sont plus importants depuis 1964, conséquence évidente de la mise en place des programmes hydroélectriques et ils sont plus faibles de juin à septembre. La Garonne présente des débits observés en baisse de l'ordre de 10% (janvier à juillet). L'effet de la mise en place des grandes retenues de la Durance et du Verdon est bien visible à Cadarache où les apports d'avril, mai et juin sont en très net repli du fait de la phase de stockage. L'effet des périodes de stockage et de déstockage des retenues hydroélectriques est également identifiable sur le Rhin à Bâle. On remarquera enfin que les apports sur la Loire sont plutôt à la hausse sur l'ensemble de l'année.

L'analyse peut également être effectuée sur les débits désinfluencés pour mieux apprécier la part de la variabilité climatique. Que ce soit pour les données observées ou pour les données désinfluencées, des tests statistiques (Pettit,...) permettraient de donner un niveau de signification aux écarts observés.

2.2 Les étiages

Pour approfondir l'analyse, on propose d'étudier l'évolution des étiages en prenant comme paramètre témoin le QMNA (Débit minimum de chaque année). La figure 2 présente l'évolution des écarts entre les QMNA observés et les QMNA désinfluencés. Pour bien identifier les tendances, ces écarts sont sommés.

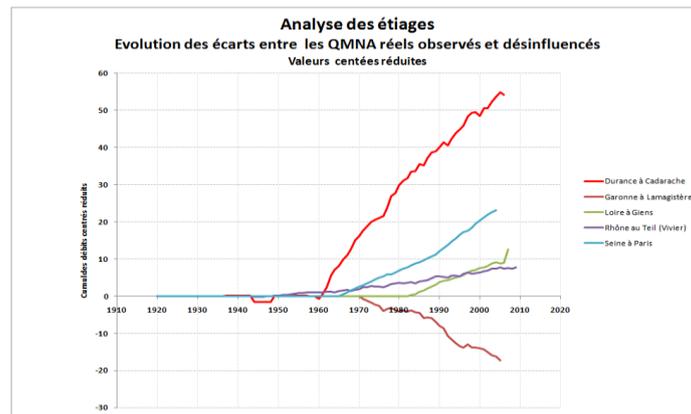


Figure 2 : Détection de l'effet du soutien

On observe ainsi que sur la Durance (Barrage de Serre Ponçon 1960), la Loire (Barrages de Naussac et de Villerest en 1983) et la Seine (Barrages Seine et Aube en 1966 et 1990), le QMNA réel est quasiment toujours plus élevé que le QMNA désinfluencé. Sur le Rhône, on observe aussi un écart positif entre le QMNA réel et le QMNA désinfluencé sans que cela soit dû au soutien d'étiage puisque cette fonction n'existe pas sur ce bassin. La fonction de production hydroélectrique explique probablement ce constat. Pour les trois bassins, Durance, Loire et Seine, ces éléments permettent de conclure que les étiages qui sont observés sont moins prononcés qu'ils ne seraient sans la fonction de soutien. La Garonne est le seul bassin où l'écart entre le QMNA réel et le QMNA désinfluencé est négatif, ce qui met clairement en évidence le déficit observé en étiage même si une fonction de soutien a pourtant été organisée depuis le début des années quatre vingt dix.

3 FAISABILITÉ D'UNE MÉTHODE DE RECONSTITUTION DE DÉBIT

La méthode des analogues a été conçue pour prévoir des précipitations à partir des prévisions de géopotentiels. Comme les observations de champs de pression sont anciennes, il est possible de reconstituer les précipitations du passé et de modéliser ensuite les débits avec un modèle hydrologique. Un exemple est donné Figure 3 pour la Loire à Gien. Les séries ainsi constituées à partir d'une approche climatologique pourront être confrontée aux tests statistiques et les résultats comparés à ceux produits à partir des observations. Cette approche pourrait ainsi alimenter la réflexion sur la part de l'anthropisation sur la variabilité observée et celle due à la climatologie.

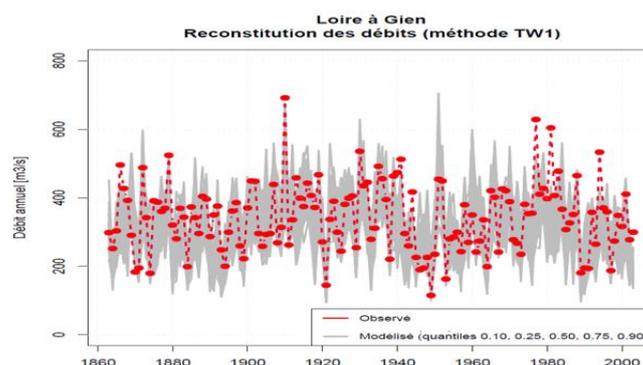


Figure 3

BIBLIOGRAPHIE

- Duband. (2009). *Rétrospective hydro-pluviométrique des étiages rares depuis 140 ans dans l'ouest de l'Europe* - Congrès SHF Lyon 7 et 8 octobre 2009
- Lang Renard. (2007). *Analyse régionale sur les extrêmes hydrométriques en France : Détection de changements cohérents et recherche de causalité hydrologique*, Congrès SHF Variations climatiques et hydrologie 27 28 mars 2007.
- Sauquet et al. (2009) Impacts anthropiques et étiages de la Garonne à l'horizon 2030 - Congrès SHF Etiages, Sécheresses, canicules rares et leurs impacts sur les usages de l'eau Lyon 7 et 8 octobre 2009.