

## Propositions de métriques hydrologiques pertinentes pour les suivis écologiques des cours d'eau

Proposals of relevant hydrological metrics for ecological monitoring in rivers

Cernesson Flavie<sup>1</sup>, Dolques Xavier<sup>2a</sup>, Thomas Adrien<sup>4</sup>, Martin Blaizot<sup>4</sup>, Le Ber Florence<sup>2b</sup>, Braud Agnès<sup>2c</sup>, Teisseire Maguelonne<sup>5</sup>, Grac Corinne<sup>3,4</sup>

- 1- AgroParisTech, CIRAD, CNRS, INRAE, Université de Montpellier, TETIS UMR 9000, F-34093 Montpellier, France <flavie.cernesson@agroparistech.fr>
- 2- Université de Strasbourg, CNRS, ENGEES, ICube UMR 7357, F-67000 Strasbourg, France; a- [xavier.dolques@engees.unistra.fr](mailto:xavier.dolques@engees.unistra.fr); b- [florence.leber@engees.unistra.fr](mailto:florence.leber@engees.unistra.fr) c- [agnes.braud@unistra.fr](mailto:agnes.braud@unistra.fr)
- 3- Université de Strasbourg, CNRS, LIVE UMR 7362, F-67000 Strasbourg, France, [corinne.grac@engees.unistra.fr](mailto:corinne.grac@engees.unistra.fr)
- 4- ENGEES, Strasbourg, F-67000 Strasbourg, France
- 5- INRAE, AgroParisTech, CIRAD, CNRS, Université de Montpellier, TETIS UMR 9000, F-34093 Montpellier, France <maguelonne.teisseire@inrae.fr>

### RÉSUMÉ

La Directive Cadre Européenne sur l'eau (2000) fixe l'atteinte du bon état écologique dans toutes les masses d'eau, à court et moyen termes. Ce bon état est établi par des indices biologiques basés sur les êtres vivants aquatiques. Les conditions hydrologiques sont l'une des caractéristiques physiques importantes de ces écosystèmes, d'autant plus dans le contexte actuel de changement climatique qui pourrait provoquer des phénomènes extrêmes plus marqués. Si l'influence de l'hydrologie est connue sur les êtres vivants des rivières, la recherche d'indicateurs spécifiques est limitée. Notre objectif est de proposer des métriques caractérisant les conditions de basses-eaux et de hautes-eaux, ainsi que la variabilité hydrologique. Nous avons ainsi retenu 6 métriques caractérisant le régime hydrologique d'une station hydrométrique donnée ou de préciser la situation hydrologique lors des prélèvements biologiques. Nous nous sommes heurtés à la non concordance des réseaux publics français de suivis qualitatifs (Réseau de Contrôle de Surveillance) et quantitatifs (BD hydro). Toutefois, nous pourrions confronter les métriques retenues aux résultats des indices biologiques, en les introduisant dans les motifs d'altérations physico-chimiques que nous avons déjà développés par ailleurs.

### ABSTRACT

The European Water Framework Directive (2000) sets the achievement of good ecological status in all water bodies in the short and medium terms. This good status is established by biological indices based on aquatic living beings. Hydrological conditions are one of the important physical characteristics of these ecosystems, especially in the current actual context of global change, which could induce more extreme phenomena. Although the influence of hydrology on river living beings is known, the search for specific indicators is limited. Our goal is to propose metrics that are characteristic of low-water and high-water conditions, as well as hydrological variability. We have thus selected 6 metrics to characterize the hydrological regime of a given hydrometric station or to specify the hydrological situation during biological sampling. We had to manage the non-concordance of the French public water quality and hydrological monitoring networks. However, we are able to compare the chosen metrics with the results of the biological indices by introducing them into sequential patterns of physico-chemical pressure categories that we have already implemented.

### MOTS CLES

Biological indices, data quality, hydrological metrics, monitoring networks, WFD

## 1 INTRODUCTION

Les données de surveillance des rivières sont multiples, massives et complexes à interpréter, c'est pourquoi les méthodes de fouilles de données offrent des alternatives intéressantes à leurs traitements (Fabrègue et al., 2014). Ici la méthode choisie est la recherche de motifs. Les motifs sont des successions temporelles d'évènements (ici, des altérations physico-chimiques et des conditions hydrologiques) communes à un ensemble de stations partageant une même évolution d'état biologique. Pour pouvoir mettre en œuvre cette méthode, il est nécessaire de travailler avec des métriques semi-quantitatives. L'objectif de ce travail est d'attribuer des métriques hydrologiques pertinentes pour caractériser les conditions hydrologiques précédant ou pendant un prélèvement biologique et pouvant être intégrées aux motifs, au même titre que les altérations physico-chimiques.

## 2 METHODE

Le travail s'organise en 4 parties : (1) identification de métriques hydrologiques grâce à la bibliographie (2) analyse de la proximité des stations hydrologiques et des stations biologiques et de la disponibilité des séries hydrologiques (3) calcul des métriques pour chaque prélèvement (4) première analyse des métriques.

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 Identification de métriques hydrologiques grâce à la bibliographie

La littérature met en avant des relations entre hydrobiologie et hydrologie, permettant de caractériser le régime hydrologique précédant le prélèvement, ainsi que les conditions hydrologiques du prélèvement. On distingue ainsi trois situations : les moyennes et hautes eaux, les basses eaux et les variations de débit. Au final, sont retenues les 6 métriques suivantes :

	Caractérisation du régime hydrologique durant l'année qui précède le prélèvement	Conditions du prélèvement
Moyennes et hautes eaux	NBC_p : nombre de fois où le débit journalier est supérieur au débit journalier maximal biennal	rQ_QJX2 : rapport entre le débit journalier du jour du prélèvement biologique et le débit journalier maximal biennal
Basses eaux	VCN30_sp (L/s/km <sup>2</sup> ): valeur minimale annuelle du débit moyen calculée sur une période de 30 jours consécutifs divisée par la superficie du bassin versant associé	rQ_VCN : rapport entre le débit journalier du jour du prélèvement biologique et le VCN30 de la station d'hydrométrie
Variabilité des débits	VARJ_p : rapport entre l'écart des déciles et la médiane des débits journaliers	rQ_QN20 : rapport entre le débit journalier du jour du prélèvement biologique et le débit minimum dans les 20 jours précédant

### 3.2 Analyse de la proximité des stations hydrologiques et des stations biologiques et de la disponibilité des données

Nous disposons de l'ensemble des débits journaliers moyens (QJM) de la banque HYDRO (<http://hydro.eaufrance.fr/>) pour les stations hydrométriques à moins de 10 km des stations hydrobiologiques du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) en France métropolitaine ayant été le lieu de prélèvements biologiques sur la période 2007-2013. Les stations hydrométriques n'ayant pas la même localisation que les stations du RCS, nous avons défini 6 catégories d'éloignement. Au final, en tenant compte des données manquantes dans les chroniques de débits seules 53 % (953/1 781) des stations du RCS peuvent être associées à au moins une station hydrométrique ; cela

représente environ 57 % (13 202/22 917) des prélèvements biologiques tous indices biologiques confondus. Dans certains cas, une station du RCS peut être associée à plusieurs stations hydrométriques en fonction des différentes dates des prélèvements hydrobiologiques.

### 3.3 Calcul des métriques pour chaque prélèvement

Le calcul des métriques s'est déroulé en plusieurs étapes :

- à partir d'analyses statistiques multivariées des chroniques de débits pour toutes les stations hydrométriques ayant au moins vingt ans de données, il a été possible de proposer des seuils pour discrétiser les métriques en trois classes : faible, moyenne et forte valeurs ;
- aucune corrélation géographique, géologique ou avec les Hydro-écorégions (HER) n'ayant pu être établie avec les différentes classes, les seuils ont été utilisés tels quels pour standardiser les métriques caractérisant le régime hydrologique précédent les prélèvements ;
- les métriques traduisant les conditions de prélèvements ont fait aussi l'objet d'une analyse statistique pour identifier des seuils correspondant à trois classes.

### 3.4 Première analyse des métriques

Ces métriques discrétisées n'ont montré aucune corrélation avec des critères géographique, géologique, ni avec les HER, ou encore avec les catégories d'éloignement entre stations du RCS et stations hydrométriques. En revanche, la confrontation de ces métriques aux synthèses de MétéoFrance (<http://www.meteofrance.fr/>) a montré que les résultats obtenus de 2007 à 2013 traduisent bien les contextes climatiques.

## 4 CONCLUSION

La préparation de métriques hydrologiques dans un format compatible avec l'usage de méthode de recherche de motifs, nous a amené à réviser la façon d'appréhender l'analyse hydrologique descriptive en lien avec les problématiques hydro-écologiques et à constater la perte d'information inhérente à cette analyse. Toutefois, les métriques retenues semblent robustes. L'étape suivante est l'intégration de ces métriques et l'extraction des connaissances qui s'annoncent prometteuses d'utilisation par des gestionnaires pour anticiper les réponses des écosystèmes et orienter des décisions de restauration ou préservation.

## REMERCIEMENTS

L'Office Français de la Biodiversité finance ce projet de recherche et développement « Élaboration d'un dispositif d'extraction de motifs temporels d'altérations lors d'un changement d'état biologique 2019-2021 ». Les auteurs remercient les experts du groupe de pilotage du projet : Nicolas Hette-Tronquart, Eric Bréjoux, Philippe Usseglio-Polatera, Sébastien Manné et Florantina Moatar, Cédric Mondy et Samuel Dembski ainsi qu'Olivier Delaigue, Benoît Génot et Charles Perrin, de UR HYCAR – Inrae qui ont transmis les chroniques de débits nécessaires à ce projet.

## BIBLIOGRAPHIE

- Delaigue, O., Génot, B., Lebecherel, L., Brigode, P., Bourgin, P.Y. (2020). *Base de données hydroclimatiques observées à l'échelle de la France*. Inrae, UR-Hycar, Antony. <https://webgr.inrae.fr/activites/base-de-donnees/>
- Fabrègue, M., Braud, A., Bringay, S., Grac, C., Le Ber, F., Levet, D., Teisseire, M. (2014). Discriminant temporal patterns for linking physico-chemistry and biology in hydro-ecosystem assessment. *Ecol. Inform.* 24, 210–221.
- Leleu, I., Tonnelier, I., Puechberty, R., Gouin P., Viquendi I., Cobos L., Foray A., Baillon M., Ndima P.O. (2014). La refonte du système d'information national pour la gestion et la mise à disposition des données hydrométriques. *La Houille Blanche*, (1), 25-32.