

## **Evolution temporelle et spatiale des communautés de macrophytes en lien avec les paramètres environnementaux dans deux grandes rivières françaises**

Temporal and spatial evolution of macrophyte communities related to environmental changes in two French large rivers

Géraldine Nogaro<sup>1</sup>, Annabelle Tollié<sup>2</sup>, Christian Chauvin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>EDF Research and Development, National Hydraulics and Environment Laboratory (LNHE), 6 Quai Watier, 78401 Chatou, France (contact: [geraldine.nogaro@edf.fr](mailto:geraldine.nogaro@edf.fr))

<sup>2</sup>EDF – DTG, Département Surveillance - Service Environnement Aquatique, 21 Avenue de l'Europe - BP 41, 38040 Grenoble Cedex 9, France

<sup>3</sup>Irstea - Centre of Bordeaux, CARMA Aquatic Ecosystems and Global Change, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas, France.

### **RÉSUMÉ**

Les grandes rivières françaises sont impactées par de nombreuses pressions d'origine anthropique (e.g., perturbations chimiques, régulation hydrologique, eutrophisation, changement climatique), ce qui peut influencer fortement la structure et l'évolution des communautés de macrophytes. La dynamique spatiale et interannuelle des communautés de macrophytes a été analysée en interaction avec les facteurs environnementaux (température, débit, nutriments, etc.) à partir des suivis floristiques et environnementaux effectués sur différentes stations situées sur le Rhône et la Garonne. L'objectif de cette étude est de déterminer les principaux facteurs environnementaux conditionnant la croissance annuelle, l'abondance et la diversité des communautés de macrophytes. Nos résultats ont montré que la température de l'eau au printemps pendant la phase végétative était positivement corrélée à l'abondance des macrophytes en été et notamment à l'abondance de certaines espèces exotiques envahissantes. Les variations de débit des rivières ont également affecté l'abondance des macrophytes, mais ont été modulées par l'intensité, la durée et la saisonnalité des événements de crues. Notre étude met en évidence la nécessité de collecter des données floristiques à long terme pour déterminer l'évolution spatiale et temporelle des communautés de macrophytes liées aux changements environnementaux tels que l'eutrophisation et le changement climatique.

### **ABSTRACT**

French large rivers are impacted by multiple stressors (e.g., chemical disturbance, hydrological regulation, eutrophication, and climate change), which can heavily influence the structure and evolution of macrophyte communities. Spatial and inter-annual dynamics of the macrophyte communities in interaction with abiotic factors (temperature, discharge, nutrients, etc.) were analyzed using the floristic and environmental monitoring performed on different stations of two large rivers in France (Rhône River and Garonne River). The goal of this study is to determine the main environmental factors conditioning the annual growth, abundance and diversity of the macrophyte community. Our results showed that during the early growing season (e.g., spring), water temperature was positively correlated with the macrophyte abundance, and especially the increasing abundance of some exotic species. Variations of river discharge also affected macrophyte abundance but was modulated by the intensity, duration, and seasonality of flood events. Our study highlights the need for long-term monitoring data to determine the spatial and temporal evolution of macrophyte communities related to environmental changes such as eutrophication and temperature rise.

### **MOTS CLES**

Changements globaux, communautés, espèces exotiques envahissantes, plantes aquatiques, paramètres environnementaux

## 1 INTRODUCTION

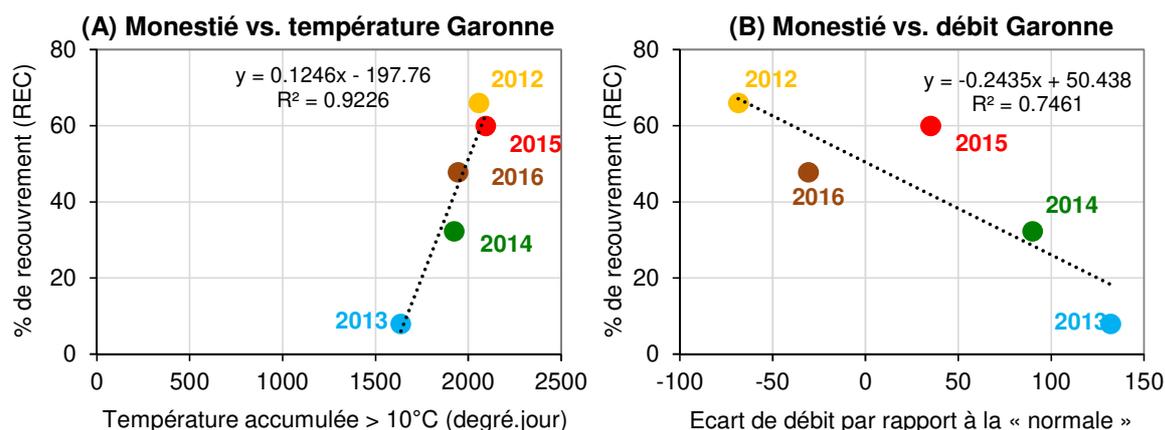
Les grandes rivières françaises sont impactées par de nombreuses pressions d'origine anthropique (e.g., perturbations chimiques, régulation hydrologique, eutrophisation, changement climatique), ce qui peut influencer fortement la structure et l'évolution des communautés de macrophytes. L'objectif de cette étude est de déterminer les principaux facteurs environnementaux conditionnant la croissance annuelle, l'abondance et la diversité des communautés de macrophytes dans 2 grandes rivières françaises : la Garonne et le Rhône.

## 2 MATERIELS & METHODES

L'évolution temporelle de la composition floristique des herbiers immergés a été analysée sur plusieurs stations de la Garonne et du Rhône. Sur chaque station, les recouvrements (REC) des herbiers aquatiques ont été étudiés à partir de relevés sur transects et les biomasses ont été mesurées à l'aide de placettes. Les paramètres environnementaux tels que la température de l'eau, le débit et la physico-chimie de l'eau ont également été analysés pour déterminer leur influence sur l'évolution des peuplements de macrophytes. Plusieurs métriques de température et de débit ont été calculées pour les comparer aux abondances des macrophytes en fin d'été comme par exemple, la température supérieure à 10°C, 12°C ou 15°C accumulée ou l'écart de débit (supérieur ou inférieur) par rapport à la valeur médiane « normale » pendant la période végétative correspondant à la période propice au développement des macrophytes.

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 Garonne

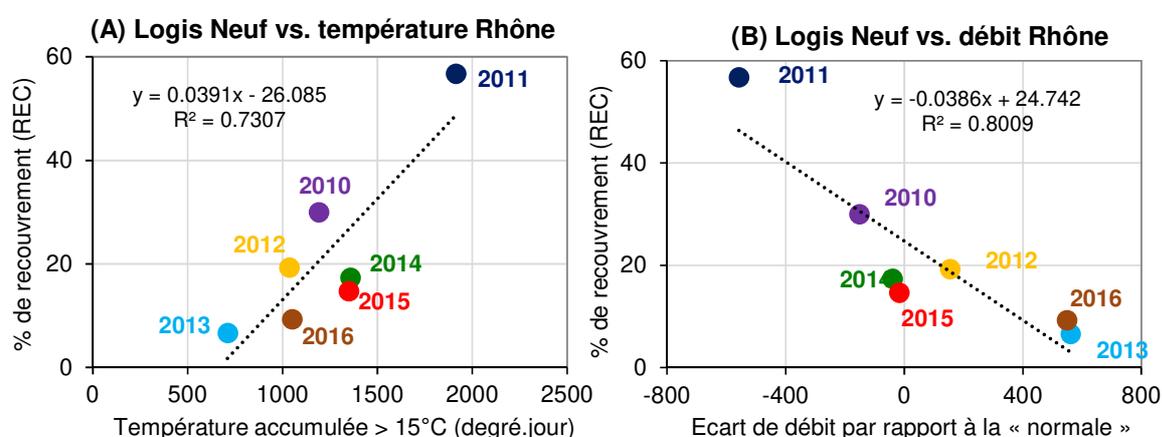


**Figure 1.** Corrélations entre données floristiques et métriques de température et débit pendant la période végétative entre 2012 et 2016 : (A) % de REC à Monestié en fonction de la température accumulée > 10 °C sur la Garonne et (B) % de REC à Monestié en fonction de l'écart de débit par rapport à la « normale » sur la Garonne.

Les stations de la Garonne présentent des recouvrements importants en 2012 (e.g., 66% de REC sur la station de Monestié) qui chutent fortement en 2013 (8%) et 2014 (32%) avant d'augmenter à nouveau en 2015 (60%) et 2016 (48%). Cette évolution pluriannuelle est à comparer avec les métriques de température calculées pendant la période végétative car malgré le nombre de points limité (i.e., 5 années seulement), les résultats montrent une tendance linéaire positive entre les % de REC mesurés à Monestié et la température accumulée > à 10°C dans l'eau de la Garonne (cf. pente = 0.1246, Figure 1A). La température printanière semble donc être un paramètre déterminant dans l'évolution annuelle des macrophytes. Le débit peut être également un facteur important car le % de REC à Monestié semble être inversement corrélé avec l'écart de débit par rapport à la « normale » sur la Garonne (cf. pente = -0.2435, Figure 1B). Les années 2012, 2015 et 2016 sont à la fois chaudes et sèches pendant la période végétative donc propices au développement des macrophytes. A l'inverse, l'année 2013 et dans une moindre mesure 2014 sont plutôt froides et humides donc relativement défavorables au développement des macrophytes. De nombreux épisodes de crues ont également été observés entre 2013 et 2014 ce qui a probablement favorisé l'arrachage de la végétation et la resuspension des sédiments fins. Ainsi, le transfert de lumière est limité par la forte turbidité de l'eau et réduit le substrat nécessaire au développement des macrophytes les années suivantes (Bornette & Puijalon, 2011).

### 3.2 Rhône

Les résultats du recouvrement des macrophytes sur le Rhône entre 2010 et 2016 révèlent que toutes les stations présentent un pic d'abondance en septembre 2011 (e.g., 57% de REC à la station de Logis Neuf (LG)). Ensuite, les recouvrements chutent en 2013 pour toutes les stations (7% à LG) puis augmentent légèrement en 2014 et 2015 (17 et 15% à LG, respectivement) avant de chuter à nouveau en 2016 (9% à LG). Les données semblent indiquer une corrélation linéaire positive entre le % de REC à LG et la température accumulée > 15°C dans l'eau du Rhône entre 2010 et 2016 (Figure 2A). L'année 2013 est la moins chaude avec un faible recouvrement, alors que l'année 2011 est caractérisée par un recouvrement maximum en fin d'été et de fortes températures accumulées au-dessus de 15°C pendant la période végétative. Comme pour la Garonne, le % de REC semble être inversement corrélé avec l'écart de débit par rapport à la « normale » sur le Rhône (Figure 2B). Par exemple, les plus forts écarts de débit par rapport à la « normale » ont été mesurés d'une part en 2011 (-558 m<sup>3</sup>/s), qui est une année chaude et sèche propice au développement des macrophytes et d'autre part en 2013 et 2016 (561 et 548 m<sup>3</sup>/s, respectivement) qui sont 2 années froides et humides associées à de faibles % de REC de macrophytes.



**Figure 2.** Corrélations entre données floristiques et métriques de température et débit pendant la période végétative entre 2010 et 2016 : (A) % de REC à Logis Neuf en fonction de la température accumulée > 15 °C et (B) % de REC à Logis Neuf en fonction de l'écart de débit par rapport à la « normale » sur le Rhône.

## 4 CONCLUSIONS

Nos résultats ont montré que le développement des macrophytes sur la Garonne et le Rhône était conditionné par les paramètres environnementaux comme la température de l'eau et le débit de la rivière. En effet, de fortes températures accumulées et de faibles débits pendant la période végétative favorisent le développement des herbiers, alors que des périodes de crues printanières ou l'augmentation du débit réservé limitent leur développement. La température accumulée au printemps était déterminante pour la prolifération des macrophytes et surtout celle des espèces exotiques envahissantes. Par exemple, *Elodea nuttallii* est présente sur les stations plutôt stagnantes à faiblement courant mais aussi les années les plus chaudes. Le débit pendant la saison végétative est également un facteur important, car de forts débits comme des épisodes de crues sur cette période sont capables de limiter et partiellement empêcher la croissance des macrophytes. Sur toutes les stations étudiées, la présence des macrophytes chute en 2013 qui a été démontré comme l'année la plus humide sur les bassins étudiés. En revanche, les crues tardives qui interviennent en automne/hiver risquent d'arracher les herbiers et retarder le développement des macrophytes au printemps suivant. Cette étude a permis de mettre en évidence l'influence de certains paramètres environnementaux sur la prolifération des macrophytes en milieu fluvial. Les résultats mettent également en lumière la nécessité de collecter des données floristiques à long terme pour mieux comprendre et prédire l'évolution spatiale et temporelle des communautés de macrophytes liées aux changements environnementaux tels que l'eutrophisation et le changement climatique.

## BIBLIOGRAPHIE

Bornette, G. and Puijalon, S., (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquat. Sci.*, 73, 1-14.