

## **Relation entre le régime thermique des cours d'eau et leur environnement à l'échelle régionale (Wallonie, Belgique)**

Relation between the thermal regime of rivers and their environment on a regional scale (Wallonia, Belgium)

Blandine Georges<sup>1</sup>, Hervé Piégay<sup>2</sup>, Léo Huylenbroeck<sup>1</sup>, Philippe Lejeune<sup>1</sup>, Yves Brostaux<sup>3</sup>, Adrien Michez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté Gembloux Agro-bio Tech (ULiège) (Unité de recherche Biose)  
Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

<sup>2</sup> Université de Lyon, UMR 5600 CNRS EVS, Site ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes, F- 69342 Lyon, France

<sup>3</sup> Faculté Gembloux Agro-bio Tech (ULiège) (Unité de recherche AgroBioChem)  
Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

### **RÉSUMÉ**

La température des cours d'eau est un facteur central pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. La Wallonie (Sud de la Belgique) dispose d'un réseau permanent de monitoring de hauteur d'eau d'environ 113 stations mesurant également la température de l'eau à intervalles de 10 minutes. L'objectif de cette communication est d'une part de réaliser un tableau synthétique du régime thermique des cours d'eau non-navigables de Wallonie pour la période 2012-2016 ainsi que d'autre part, de mettre en évidence les principaux facteurs environnementaux associés à celui-ci. Cette mise en évidence sera réalisée sur base de différentes variables environnementales (hydromorphologiques, topographiques, occupation du sol et climatiques) issues pour certaines d'entre elles d'une couverture LiDAR du territoire étudié ( $\approx 16000$  km<sup>2</sup>). Cette donnée sera entre autre utilisée pour réaliser une modélisation fine de la végétation riveraine et de l'ombrage du lit mineur qui y est associé.

### **ABSTRACT**

Stream water temperature is recognized as a primary factor for the aquatic ecosystem. This factor is influenced by many environmental variables. Wallonia (Southern Belgium) has a water level monitoring network of about 113 stations that also measure continuous water temperature data taken at intervals of 10 minutes. The aim of this presentation is firstly to better understand the thermal phenomenon of Wallonia's rivers between 2012 and 2016, and secondly to highlight the main environmental factors influencing stream water temperature. The analysis uses a data set with hydromorphological, topographical, land cover and seasonal variables which come from a LiDAR cover of the study area (16000 km<sup>2</sup>) for some of them. This data will be used in particular to carry out a model of the riparian vegetation as well as the shadow on Walloon rivers.

### **MOTS CLES**

Cours d'eau, forêt riveraine, ombre, régional, température, LiDAR

## 1 INTRODUCTION

La température des cours d'eau est un paramètre majeur dans l'écosystème aquatique. Il influence de multiples propriétés de nos cours d'eau ainsi que le métabolisme des espèces inféodées au milieu (Caissie, 2006). De nombreux facteurs environnementaux ont un impact sur la dynamique de la température des cours d'eau. Malgré les nombreuses recherches dans le domaine, très peu d'entre elles ont travaillé sur un grand réseau de monitoring couvrant une large échelle spatiale (Jackson et al, 2016). De plus, les avancées récentes de la télédétection permettent de caractériser les zones riveraines et les bassins versants des cours d'eau étudiés à l'échelle de territoires entiers.

Au sein de la zone d'étude, le monitoring des cours d'eau est réalisé dans le cadre de la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) qui vise le bon état écologique et chimique des eaux. En ce qui concerne la température, des relevés ponctuels ont lieu tous les trois mois. Un échantillon d'eau est prélevé au cœur de la rivière et la température est mesurée. La méthodologie de mesure de la température est très précise mais ponctuelle dans le temps ce qui ne permet pas de décrire l'évolution temporelle fine de ce paramètre.

Dans la zone d'intérêt, la valorisation d'un second réseau permettant un suivi continu dans le temps de la température de l'eau est envisagé : le réseau Aqualim. Ce réseau est initialement dédié au suivi des débits des cours d'eau afin de prévenir des risques d'inondations. L'objectif de cette étude est à la fois d'évaluer la qualité de cette nouvelle source de données thermiques ainsi que de mettre en relation des paramètres caractéristiques du régime thermique avec des données environnementales. De manière plus spécifique, nous distinguons quatre objectifs :

- Premièrement, valider les données de température mesurées par le réseau de stations de mesures en continu (Aqualim) au moyen d'un réseau de référence ;
- Deuxièmement, caractériser le régime thermique pour améliorer nos connaissances sur la zone d'étude à l'aide de différentes analyses statistiques descriptives ;
- Troisièmement, comprendre le régime thermique dans sa globalité c'est-à-dire des épisodes thermiques chauds, froids et médians, en relation avec des variables environnementales ;
- Quatrièmement, porter un regard particulier sur l'effet d'ombrage de la végétation rivulaire sur la température des cours d'eau (Broadmeadow et Nisbet, 2004).

## 2 MATERIELS ET METHODES

### 2.1 Zone d'étude

L'étude porte sur le réseau hydrographique d'un territoire de plus de 16.000km<sup>2</sup> : la Wallonie. La Wallonie se situe dans la partie sud de la Belgique et présente des conditions environnementales variables. Le climat est de type tempéré et est caractérisé par des étés frais et humides et des hivers doux et pluvieux, le gradient altitudinal est bien marqué (0-694m). En ce qui concerne son réseau hydrographique, elle est parcourue par plus de 12.000 km de cours d'eau classés (i.e. bassin versant > 1 km<sup>2</sup>) en cours d'eau navigables et non-navigables. Le réseau hydrographique non navigable étudié est d'une ampleur relativement faible (largeur moyenne = 8.4 m; aire moyenne des bassins versants = 136 km<sup>2</sup>).

### 2.2 Données

Les données de températures des cours d'eau ont été collectées à une fréquence de 10 minutes entre 2012 et 2016 sur un peu plus d'une centaine de stations couvrant l'ensemble de la région. Afin de simplifier le jeu de données et pour appréhender les différents aspects du régime thermique, trois semaines ont été sélectionnées annuellement (semaine la plus froide, la plus chaude et médiane) sur base de la température de l'air. Les données pour chacune de ces trois semaines ont ensuite été agrégées de sorte à obtenir une donnée de température par station et par semaine.

Afin de caractériser l'environnement des stations du réseau, des analyses ont été réalisées à différentes échelles spatiales allant de la station elle-même, des bandes riveraines et du réseau hydrographique amont, jusqu'aux bassins versants entiers. Ces données environnementales peuvent être regroupées la plupart en groupes thématiques : occupation du sol, ombrage, variables hydromorphologiques (largeur du chenal, aire du bassin versant et sinuosité), variables topographiques (pente et altitude) et variables saisonnières (climat et température de l'air).

## 2.3 Analyses

Afin de valider les données de température issues du réseau de surveillance des hauteurs d'eau, une correspondance spatiale et temporelle a d'abord dû être réalisée entre les deux réseaux étudiés. Ensuite, la méthode de Bland-Altman a été utilisée pour vérifier la concordance de la donnée thermique des deux réseaux.

Dans l'objectif de caractériser le régime thermique des cours d'eau de la zone d'étude, l'information thermique acquise toutes les 10 minutes entre 2012 et 2016 a été agrégée selon différentes modalités. Ensuite, des représentations graphiques ont permis de mettre en évidence le régime thermique à l'échelle de l'ensemble de la série de données.

Des analyses de redondance ont été réalisées (RDA) afin de quantifier la proportion de variabilité de la température des cours d'eau expliquée par les variables environnementales. Différentes RDA ont été construites afin d'appréhender l'importance relative des différents types de variables environnementales sur le régime thermique des cours d'eau.

Une analyse plus approfondie a été réalisée sur les variables d'occupation du sol et d'ombrage. Une sélection de variables suivie d'une partition de variance ont permis de mettre en évidence les variables ayant le plus d'influence sur la température et de quantifier la part de variabilité thermique expliquée par ces dernières.

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Nos résultats valident l'usage de la donnée de température mesurée à l'aide des stations du monitoring de hauteur d'eau. L'évolution des températures médianes journalières suit une allure sinusoïdale annuelle attendue. Les températures minimales et maximales sont respectivement enregistrées en été et en hiver.

L'ensemble des variables environnementales étudiées expliquent environ 50% de la variabilité thermique. Autrement dit, d'autres variables doivent être considérées pour mieux comprendre le régime thermique de nos cours d'eau (activités humaines, apports d'eau froide par les nappes phréatiques,...). Parmi l'ensemble des variables, les variables d'occupation du sol sont ressorties comme celles étant les plus corrélées à la température des cours d'eau. Ensuite, l'analyse plus approfondie de ces dernières a mis en évidence le rôle plus particulier de l'ombrage sur la température de l'eau.

## 4 CONCLUSION

A travers cette étude, il a été démontré que les données de température relevées par un réseau de mesures de hauteur d'eau étaient suffisamment robustes pour étudier le régime thermique des cours d'eau wallons. A l'aide de l'importante base de données dont nous disposons, nos connaissances sur le régime thermique ont pu être améliorées. L'ombrage du lit des cours d'eau s'avère être une variable très importante quant à l'explication de la variabilité de la température des cours d'eau. Cet argument fournit des bases objectives à une gestion conservatoire des boisements rivulaires. Toutefois, celle-ci doit se faire en bonne connaissance de ce paramètre complexe. L'importance de l'ombrage fournit par les forêts riveraines va varier en fonction de la taille des cours d'eau, de leur orientation, de la structure des arbres,...

## BIBLIOGRAPHIE

- Broadmeadow S., Nisbet T. R. (2004). *The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice*. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 2004, 8 (3), pp.286-305.
- Caissie D. (2006). *The Thermal Regime of Rivers: a review*. Freshwater Biology 51 (8): 1389-1406. doi:10.1111/j.1365-2427.2006.01597.x.
- Jackson F.L., Malcolm I.A., Hannah D.M. (2016). *A novel approach for designing large-scale river temperature monitoring networks*. Hydrology Research. DOI: 10.2166/nh.2015.106.