SURVEILLANCE ET PRÉVISION AUTOMATIQUE DES RISQUES SANITAIRES DANS LES PLANS D'EAU EN MILIEU URBAIN

Yi Hong, Francesco Piccioni, Denis Plec, Bruno J. Lemaire, Brigitte Vinçon-Leite

▶ **To cite this version:**

Yi Hong, Francesco Piccioni, Denis Plec, Bruno J. Lemaire, Brigitte Vinçon-Leite. SURVEILLANCE ET PRÉVISION AUTOMATIQUE DES RISQUES SANITAIRES DANS LES PLANS D'EAU EN MILIEU URBAIN. JDHU2018 : 8èmes Journées Doctorales en Hydrologie Urbaine, Nov 2018, Paris, France. pp.6 - 9. hal-01955850

HAL Id: hal-01955850
https://enpc.hal.science/hal-01955850

Submitted on 14 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SURVEILLANCE ET PRÉVISION AUTOMATIQUE DES RISQUES SANITAIRES DANS LES PLANS D'EAU EN MILIEU URBAIN

Yi Hong[1*], Francesco Piccioni[1], Denis Plec[1], Bruno J. Lemaire[1], Brigitte Vinçon-Leite[1]

[1] LEESU, MA 102, Ecole des Ponts ParisTech, AgroParisTech, UPEC, UPE, 77420 Champs-sur-Marne, France

* yi.hong@enpc.fr, post-doctorant

MOTS CLES

Baignade ; Mesure en continu ; Modèle Delft3D ; Prévision en temps réel ; Plateforme web;

INTRODUCTION

La demande de loisirs aquatiques et de baignade en eau libre est actuellement en forte croissance, en particulier dans les centres urbains. En Île de France, la perspective des Jeux Olympiques de 2024 renforce la mobilisation des acteurs pour restaurer l'état écologique des milieux aquatiques. Il s'agit cependant d'une tendance mondiale, que l'on retrouve dans tous les territoires métropolitains où la possibilité de se baigner en eau libre constitue un symbole fort de la ville durable.

Toutefois, autoriser la baignade suppose de maîtriser les risques sanitaires et d'être en conformité avec la réglementation. Or les proliférations d'algues toxiques et les contaminations par des microorganismes pathogènes ont été de plus en plus fréquentes dans les plans d'eau durant les dernières décennies (Marsalek & Rochfort, 2004; Taranu et al., 2015). Il est donc indispensable de développer des systèmes de surveillance et d'alerte pour protéger la population.

Actuellement, la surveillance réglementaire des risques sanitaires liés à ces microorganismes dans les eaux de baignade s'appuie sur un protocole basé sur le prélèvement d'échantillons dans le milieu. Sa mise en œuvre, très consommatrice de temps, peut s'étendre sur plusieurs jours et demande des compétences très spécialisées et de plus en plus rares, comme les cultures de microorganismes ou l'identification du phytoplancton. Les résultats des analyses de laboratoire arrivent plusieurs jours après que l'interdiction de baignade aurait dû être donnée. Dans de nombreux cas, en application du principe de précaution, des interdictions de baignade sont décidées en l'absence risque avéré, avant l'arrivée des résultats de laboratoire, ce qui décrédibilise le système de surveillance et la pertinence de la réglementation.

Il est donc indispensable de développer des systèmes de mesures et de prévision à court terme, en temps réel, qui permettent de mieux anticiper et gérer les risques sanitaires. Ces informations doivent être facilement accessibles aux gestionnaires et aux usagers des plans d'eau, afin que le système d'alerte puisse pleinement jouer son rôle d'outil d'aide à la décision.

MATERIELS ET METHODES

Dans cette étude, nous nous intéressons aux risques associés aux proliférations de cyanobactéries et aux contaminations par des microorganismes pathogènes causées par les rejets d'eaux pluviales urbaines. Le système de suivi et d'alerte des risques pour la baignade est constitué d'une chaîne de plusieurs éléments (Figure 1) : (1) l'acquisition en continu de mesures par capteur immergé et de prévisions météorologiques ; (2) le transfert, le stockage et la validation automatique des données acquises ; (3) la modélisation et la prévision de la biomasse de cyanobactéries ou de microorganismes pathogènes à l'horizon de quelques jours; (4) l'affichage ergonomique de ces résultats sur une plateforme web, accessible sur ordinateur ou smartphone.

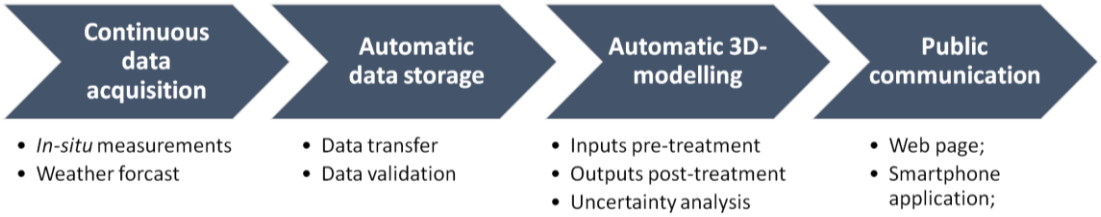

Figure 1 : Schéma de la chaîne du système automatique de suivi et d'alerte des risques pour la baignade.

Les systèmes de suivi et d'alerte ont été développés et testés sur deux plans d'eau urbains, le lac de Champs-sur-Marne pour les risques liés aux cyanobactéries, le lac de Créteil pour les risques de contamination par les microorganismes pathogènes. Ces deux petits lacs urbains, situés dans l'Est parisien, sont d'anciennes gravières. Le lac de Champs (0,12 km² de surface, 2,3 m de profondeur moyenne) est principalement alimenté par la nappe d'accompagnement de la Marne. La baignade y est régulièrement interdite en été en raison des proliférations de cyanobactéries. Le lac de Créteil (0,42 km² de surface, 4,5 m de profondeur moyenne) est alimenté, d'une part, par la nappe s'écoulant de la Marne à la Seine, et d'autre part, par les eaux pluviales d'un petit bassin versant urbain (0,95 km²), contaminées par des microorganismes pathogènes. Les collectivités territoriales gestionnaires souhaiteraient que la baignade y soit possible.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les mesures en continu sont acquises et transmises par des capteurs immergés dans les lacs. Des programmes en Python et Matlab ont été développés pour traiter et sauvegarder les données dans une base de données MySQL. Pour la prévision de la concentration de cyanobactéries, nous utilisons le modèle tridimensionnel, hydrodynamique et écologique, Delft3D-FLOW-BLOOM (Deltares, 2016). Pour la contamination par les micororganismes pathogènes, nous prévoyons la concentration d'*Escherichia Coli*, une bactérie indicatrice de contamination fécale. Les concentrations à l'exutoire du bassin versant et dans le lac ont été modélisées en couplant le modèle SWMM (Rossman, 2010) et le modèle Delft3D-FLOW-WAQ.

Deux exemples de résultats de simulations de calage sont présentés en figure 2. En tenant compte des grandes incertitudes liées aux mesures, ces résultats laissent présager d'une bonne performance des prévisions du système automatique.

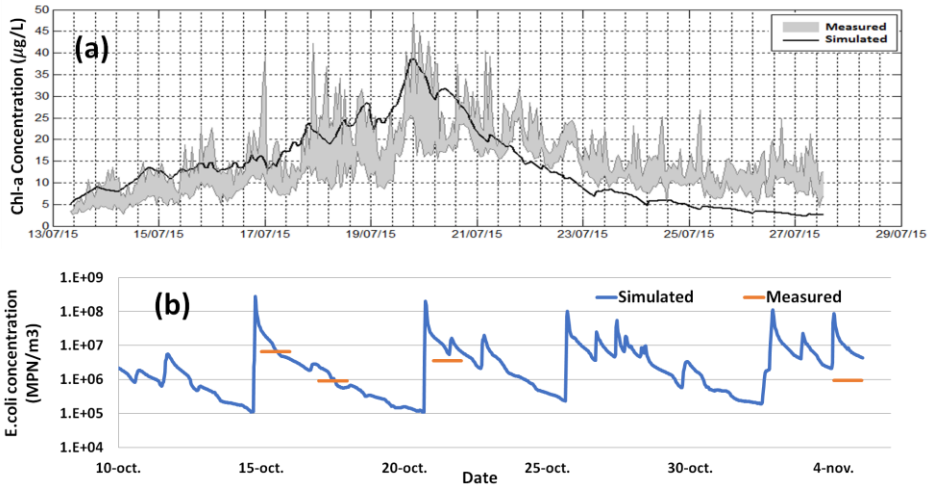

Figure 2 : Exemple de résultats de modélisation. (a) Simulation et gamme de variation horaire des mesures de concentration du phytoplancton total (en équivalent chlorophylle a) à mi-profondeur dans le lac de Champs-sur-Marne; (b) Simulation et mesures de la concentration d'*Eschirichia coli* sous la surface du lac Créteil.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cette étude, nous avons développé un système de surveillance et de prévision automatique, consultable sur ordinateur ou smartphone, qui renseigne les gestionnaires et les usagers de sites de baignade en eau douce sur les risques sanitaires dans leur plan d'eau. Le système a été appliqué sur deux lacs urbains, afin d'évaluer (i) les proliférations de cyanobactéries, et (ii) les concentrations d'*Escherichia coli* causées par les rejets d'eaux pluviales. Les résultats de simulation sont prometteurs. Le travail en cours porte sur l'analyse des incertitudes liées aux différents éléments du système (par exemple, les mesures en continu, la validation des mesures, les processus simulés, le couplage des modèles, la valeur des paramètres). Un tel système de surveillance et d'alerte devrait faciliter la prise de décision d'autorisation ou d'interdiction de la baignade.

BIBLIOGRAPHIE

Deltares. (2016). 3D/2D modelling suite for integral water solutions - Delft3D. Consulté à l'adresse www.deltares.nl

Marsalek, J., & Rochfort, Q. (2004). Urban Wet-Weather Flows: Sources Of Fecal Contamination Impacting On Recreational Waters And Threatening Dringking-Water Sources. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, *67*(20-22), 1765‑1777. https://doi.org/10.1080/15287390490492430

Rossman, lewis A. (2010). *Storm water management model user's manual version 5.0*. Cincinnati, OH 45268: National risk management research and development U.S. environmental protection agency.

Taranu, Z. E., Gregory-Eaves, I., Leavitt, P. R., Bunting, L., Buchaca, T., Catalan, J., … Vinebrooke, R. D. (2015). Acceleration of cyanobacterial dominance in north temperate-subarctic lakes during the Anthropocene. *Ecology Letters*, *18*(4), 375‑384. https://doi.org/10.1111/ele.12420