

Simulation des grandes échelles des rejets des polluants issus des déversoirs d'orage dans les rivières : vers une baignade en ville sans danger pour la santé

Porteur : Ivana Vinkovic et Nicolas Riviere

Laboratoire : LMFA

Partenaires : DEEP, INRAE, CNR

Nature du financement demandé : Stage M2

Montant de la demande de financement : 600 euros * 6 mois = 3600 euros

Résumé : (200 mots)

Les déversoirs d'orages représentent la plus grande source de pollution bactériologique des rivières en milieu urbain. A cause de cette pollution, pour des raisons de santé publique, la baignade dans les rivières traversant les grandes villes est interdite. Afin d'envisager la levée des interdictions, cette étude vise à prédire la dispersion de polluants issus de déversoirs d'orages dans le Rhône ou la Saône. Il s'agirait de décrire par simulation des grandes échelles en utilisant le code open source OpenFoam le transport de scalaires passifs dans une géométrie proche des sites réels visés pour la baignade. Nous nous intéresserons aux temps de résidence des polluants ainsi qu'aux statistiques de concentration à proximité des cavités ou des zones de recirculation aux temps longs. Ce projet s'inscrit dans une démarche générale visant à imaginer la ville du futur. L'augmentation des températures ambiantes et les surcouts en eau et énergie doivent être maîtrisés. La baignade urbaine est un moyen simple et énergétiquement sobre d'offrir un refroidissement au plus grand nombre d'habitants.

Sujet développé :

La baignade urbaine dans les rivières est disparue de nos usages pour des raisons de sécurité, de priorité accordée à la navigation mais aussi pour des raisons de santé publique. Les grandes villes sont souvent équipées de réseaux d'assainissement d'eau unitaires, mélangeant les eaux pluviales et les eaux usées. En cas de très fortes pluies, les déversoirs d'orages rejettent l'eau polluée directement dans les eaux vives [1,2,3]. La pollution, principalement bactériologique de ces rejets est un des principaux freins à la baignade urbaine. Les arrêtés municipaux interdisant la baignade en cas d'orages et déversement des eaux usées, s'étendent sur plusieurs jours après l'épisode orageux.

Pour envisager une baignade en ville sécurisée et sans danger pour la santé, nous voulons caractériser la dispersion des rejets polluants dans les rivières. En collaboration avec le laboratoire DEEP il s'agira d'obtenir les principales caractéristiques des différentes sources de pollution. Nous chercherons à connaître les concentrations et les débits des sources selon les différents épisodes pluvieux. Leur géométrie et emplacements au niveau des cours d'eau (près des berges ou près du fond, à ciel ouvert, enterrés ou immergés) seront à déterminer aussi. Ces données seront ensuite intégrées dans une simulation numérique à surface libre avec une géométrie proche des cas



Figure 1 : Baignade à Paris dans le bassin de la Villette. Photo prise à Seine Saint Denis Tourisme

réels. La simulation numérique sera menée par le code open source OpenFoam. Nous utiliserons une approche par simulation des grandes échelles (LES) couplée avec l'équation de transport d'un scalaire passif.

Ces simulations numériques auront pour objectif de prédire les temps de résidence ainsi que les niveaux de concentration en polluants suite à un épisode pluvieux. Il s'agira notamment de connaître l'impact de l'emplacement du site cible pour la baignade sur les niveaux de concentration moyenne mais aussi sur les moments d'ordre plus élevés. L'existence de cavités ou de zones de recirculation sera aussi examinée avec leur influence sur le temps de résidence et les niveaux de concentration.

Références :

- (1) Soyeux, E., Blanchet, F., & Tisserand, B. (2007). Stormwater overflow impacts on the sanitary quality of bathing waters. *Water Science and Technology*, 56(11), 43-50.
- (2) Björklund, K., Bondelind, M., Karlsson, A., Karlsson, D., & Sokolova, E. (2018). Hydrodynamic modelling of the influence of stormwater and combined sewer overflows on receiving water quality: Benzo (a) pyrene and copper risks to recreational water. *Journal of environmental management*, 207, 32-42.
- (3) Thorndahl, S., Nielsen, J. M., & Rasmussen, M. R. (2024). Model-based prediction of bathing water quality in a lake polluted by fecal coliform bacteria from combined sewer overflows. *Journal of Environmental Management*, 349, 119483.