

Outil d'aide à la décision pour la gestion des eaux pluviales sur un territoire urbain

Decision support tool for stormwater management in an urban environment

Jolanda Boisson¹, Julie Savignac², Frédéric Cuny², Cédric Fagot³, Gilles Isenmann⁴, Martin Fisher^{4,5}, Matthieu Dufresne^{4,5}, José Vazquez^{4,5}, Xavier Humbel²

¹IRH Ingénieur Conseil, 197 Avenue de Fronton, 31200 Toulouse (jolanda.boisson@irh.fr)

²IRH Ingénieur Conseil, 427 rue Lavoisier, 54514 Ludres Cedex (julie.savignac@irh.fr, frederic.cuny@irh.fr, xavier.humbel@irh.fr)

³ACO sas, Le Quai à Bois, 27940 Notre Dame de l'Isle (cfagot@aco.fr)

⁴ICube, Département Mécanique, Equipe Mécanique des Fluides, 2 rue Bousingault, 67000 Strasbourg (gilles.isenmann@engees.eu, matthieu.dufresne@engees.unistra.fr, jose.vazquez@engees.unistra.fr)

⁵Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES), 1 quai Koch, 67070 Strasbourg

RÉSUMÉ

Un outil évolutif d'aide à la décision territoriale pour la gestion des eaux pluviales a été développé. L'outil consiste en un module de hiérarchisation des bassins versant (BV) d'un territoire urbain couplé à une base de données des moyens de gestion. La hiérarchisation des BV se base principalement sur trois types de pression : polluante, hydraulique et physique (érosion). Pour les pressions polluante et hydraulique, un indice de pression générée par le BV est comparé à un indice de pression acceptable par le milieu récepteur. La pression physique se base sur des observations sur le terrain. Après ce premier screening, l'outil aidera à cibler et optimiser des investigations et à choisir un moyen de gestion ainsi que son emplacement optimal dans le but de protéger efficacement le milieu aquatique.

ABSTRACT

A territorial and evolutionary decision support system for the management of stormwater has been developed. The system contains a module allowing the prioritization of urban watersheds coupled to a database containing management practices. The prioritization takes place on the base of three pressure types: pollution, hydraulic and physical (erosion). For pollution and hydraulic pressure, an index of pressure generated by the watershed is compared to an index of pressure acceptable by the receiving water body. Physical pressure is estimated based on field observations. After this first screening, the decision support system will help target and optimize further investigations, and choose the optimal management solution and its implementation in order to protect the receiving water body.

MOTS CLÉS

Eaux pluviales, hiérarchisation, milieu récepteur, outil d'aide à la décision, pression polluante

1 INTRODUCTION

Les politiques de l'eau en faveur de la reconquête de la qualité des masses d'eau se heurtent à la difficulté de la réduction des pollutions diffuses. Une partie de cette pollution diffuse provient des eaux pluviales qui, à l'approche et après leur contact avec les sols ou d'autres surfaces, se chargent en différents polluants. Ces polluants sont ensuite entraînés vers les milieux récepteurs à l'aval (ruisseau, plan d'eau,...) ou infiltrés localement (noue, zone engazonnée,...). Les résultats de diverses études (Bressy *et al.*, 2011 ; Chebbo, 1992) montrent que les eaux de ruissellement véhiculent des concentrations parfois importantes de substances qui peuvent provoquer des altérations mécaniques, trophiques, toxiques et microbiologiques des milieux aquatiques.

De nombreuses possibilités de maîtrise de cette pollution existent, allant des outils de gestion à la source au traitement des eaux interceptées et transportées via le réseau d'assainissement. Faire le bon choix parmi ces nombreux moyens de gestion n'est pas aisé car il dépend fortement des conditions locales (niveau de pollution, espace disponible, sensibilité du milieu récepteur, ...).

Il est préconisé d'approfondir la réflexion en amont des projets de gestion des eaux pluviales sur la base de la pollution en sortie des bassins versants couplé à la sensibilité des milieux. Ce dernier point est important car même si les techniques alternatives comme l'infiltration ont leur intérêt en termes d'environnement et de coût, elles doivent parfois être associées à un moyen de traitement lorsque la pollution s'est avérée importante et/ou le milieu sensible.

Pour assister les maîtres d'ouvrage, IRH IC développe un outil d'aide à la décision innovant pour l'élaboration d'un plan d'actions de réduction des flux de polluants à l'échelle d'un territoire urbain. L'outil d'aide à la décision se base sur une approche territoriale à deux niveaux différents. Dans un premier temps, l'outil permet de hiérarchiser les différents bassins versants (BV) d'un territoire urbain sur la base de leur pression (polluante, hydraulique et physique) et la sensibilité du milieu récepteur. Après ce premier screening, l'outil aidera à cibler et optimiser des investigations et à choisir la solution ainsi que son emplacement optimal dans le but de protéger au mieux le milieu aquatique. L'outil ainsi développé est appliqué sur la ville de Lorient.

2 HIÉRARCHISATION DES BV

Dans cette première étape, les différents BV sont hiérarchisés sur la base de trois types de pression : polluante, hydraulique et physique (érosion). On y ajoute des points de vigilance qui sont des activités potentiellement polluantes (par exemple les ICPE) et les déversoirs d'orage. Selon les enjeux du contexte local, on peut pondérer chacun de ces types de pression.

2.1 Pression polluante

Dans un premier temps, nous avons essayé de définir un coefficient d'émission pour un polluant donné par type d'occupation de sol (résidentiel, commercial,...). L'analyse des données du 'National Stormwater Quality Database' et de celles obtenus sur la ville de Lorient montrent qu'il est difficile de trouver une corrélation significative entre le flux de polluants et le type d'occupation du sol dans une zone urbaine. Ceci est confirmé par certaines études scientifiques (Brezonik et Stadelmann, 2002). La variabilité des concentrations pour un polluant donné est grande et le flux d'un polluant donné est souvent plus fortement corrélé aux caractéristiques d'un événement pluvial qu'au type d'occupation du sol en zone urbaine.

Une approche plus globale et qualitative a été retenue. Cette approche, partiellement inspirée par les recommandations relatives au traitement des eaux pluviales en Allemagne (DWA, 2007), est présentée dans la figure 1. Elle a été enrichie par l'étude bibliographique et le retour d'expérience de la conduite de projet de gestion des eaux pluviales.

La pression polluante PP est calculée en comparant l'indice de pollution acceptable par le milieu récepteur (M) avec l'indice de pollution apportée par le Bassin Versant (BV).

L'indice de pollution acceptable par le milieu récepteur M est obtenu à l'aide d'une table de correspondance. Les milieux récepteurs sont caractérisés soit par leurs caractéristiques physiques et hydrauliques (largeur de lignes d'eau, vitesse,...) soit par leurs usages (baignade, captage d'eau potable,...). Par exemple, une grande rivière aura un indice de pollution acceptable M de 27, tandis qu'un cours d'eau pour la baignade aura un indice de pollution acceptable M de 11.

L'indice de pollution apportée par le BV est la somme de l'indice de pollution apportée par l'air (P_{air}) et

celle apportée par les surfaces (P_{surf}). En effet, la pluie se charge en polluants en traversant l'atmosphère. L'apport de cette pollution peut être important. Tasson et Chebbo (2000) reportent qu'on estime que 15 à 25% de la pollution contenue dans les eaux pluviales est directement imputable à la pollution de l'eau de pluie. Davis *et al.* (2001) montrent que cet apport dépend du polluant considéré mais peut monter jusqu'à 41 % pour le cadmium. Dans l'approche retenue, P_{air} est calculée à partir de la fraction des différents types de zone urbaine (f_{zu}) et leurs indices de pollution (IP_{air}) associés (données renseignées dans une table de correspondance (figure 1)). Les différents types de zone urbaine sont définis à travers l'analyse de bases de données géoréférencées (BD topo, comptage de véhicules, ...). Par exemple, un BV x ayant 79% de sa surface couverte par une zone urbaine à faible densité de circulation ($IP_{air} = 1$) et 21% de sa surface couverte par un espace urbain avec un fort trafic ($IP_{air} = 3$) aura un P_{air} de 1,42.

La pression liée au ruissellement sur les différents types de surfaces (P_{surf}) est calculée à partir de la fraction des différents types de surface (f_{ts}) et leurs indices de pollution (IP_{ts}) associés (données renseignées dans une table de correspondance, figure 1). Les différents types de surface sont définis à travers l'analyse de bases de données géoréférencées (BD topo) et de l'analyse spectrale d'une orthophoto. De la même manière que pour P_{air} , ce BV x dont la surface sera couverte à 56% par des jardins ($IP_{ts} = 5$) et à 44% par des stationnements avec changement fréquent ($IP_{ts} = 45$) aura un P_{surf} de 22,6.

L'indice de pollution apportée par ce BV x sera donc de 24,02. Si le milieu récepteur est une grande rivière ($M = 27$), la pression polluante sera donc inférieure à 1 (0,89), alors que si celui-ci est un cours d'eau pour la baignade ($M = 11$), elle sera supérieure à 1 (2,18).

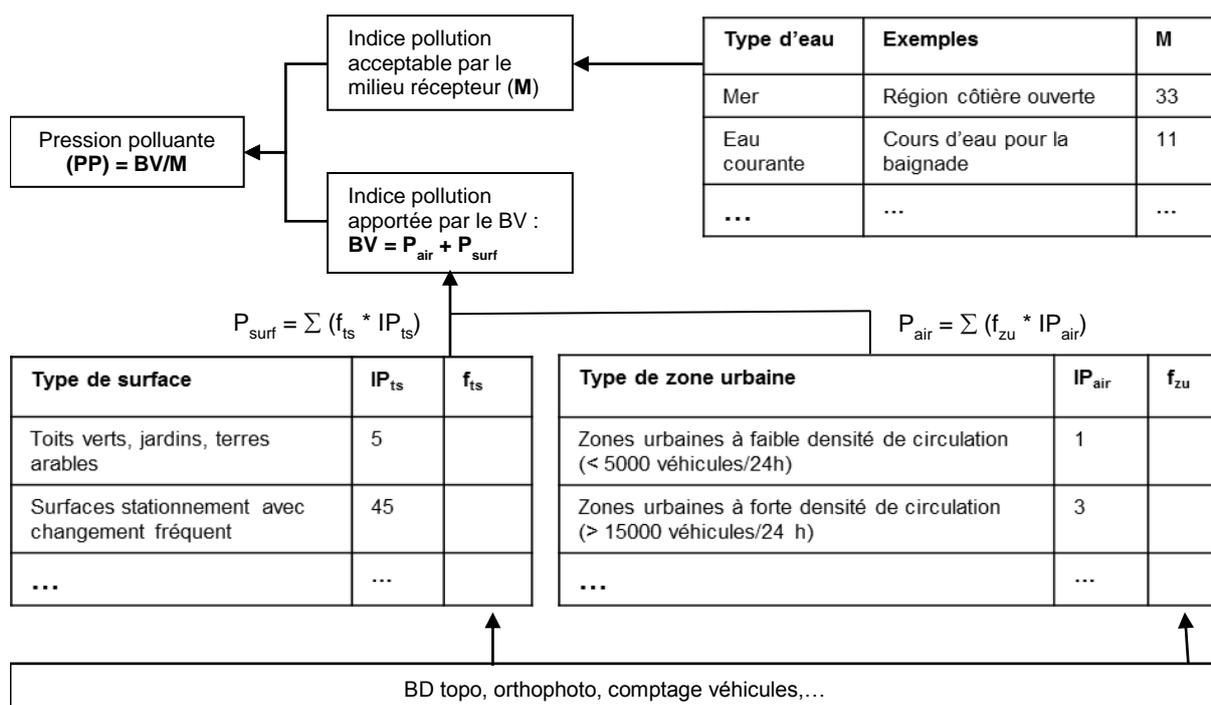


Figure 1 : Synoptique pour la détermination de la pression polluante de chaque BV

2.2 Pression hydraulique

Pour une pluie de référence choisie, on calcule la pression hydraulique (PH) qui est égale au débit maximum à l'exutoire du BV divisé par le débit moyen du milieu récepteur.

2.3 Pression physique / Points de vigilance

L'évaluation de la pression physique se base sur des observations sur le terrain (incision du cours d'eau). Les points de vigilance sont renseignés à partir des données concernant les activités industrielles sur la communauté urbaine.

2.4 Note globale

Une note globale sur chaque BV est calculée par addition pondérée des trois types de pressions calculées. Cette note permet de hiérarchiser les BV et de déterminer les BV prioritaires.

3 L'APPROCHE GLOBALE

L'approche globale est schématisée dans la figure 2.

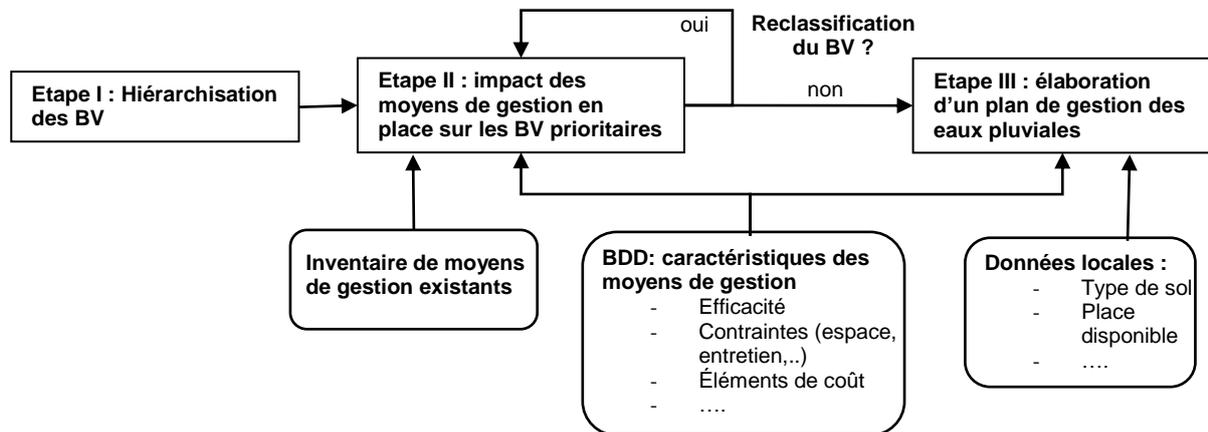


Figure 2 : Approche globale de l'outil d'aide à la décision

Pour les BV prioritaires issus de l'étape I, l'impact de moyens de gestion déjà mis en place est pris en compte dans l'étape II. Cet impact est calculé à partir d'une base de données (BDD) établie dans le cadre de ce travail qui contient les différentes caractéristiques de l'ensemble des moyens de gestion (impact sur les concentrations en polluants, sur les paramètres hydrauliques (débit et volume déversé),...). La prise en compte de l'existant permet de modifier les pressions calculées dans l'étape I et d'éventuellement reclasser le BV. Ainsi, si un BV a une note globale très élevée mais qu'il est déjà équipé d'un ou plusieurs moyens de gestion fonctionnant de façon optimale, cette note sera diminuée et le BV sera reclassé.

Une fois les BV prioritaires retenus, après d'éventuelles itérations, l'élaboration d'un plan de gestion des eaux pluviales est réalisée dans l'étape III. Selon les enjeux locaux comme le type de sol ou encore la place disponible, un (ou des) moyen(s) de gestion est (sont) sélectionné(s) dans la BDD des moyens de gestion. Pour chaque moyen de gestion retenu sont renseignés dans la mesure du possible : son efficacité (calculée éventuellement en fonction des paramètres locaux comme les flux, le type de sol,...), des éléments de coût (investissement et entretien), des consignes d'entretien,.... afin de permettre un choix judicieux et une gestion optimale des eaux pluviales sur le BV concerné.

Un point important à mentionner est le caractère évolutif de l'outil :

- les connaissances techniques et économiques concernant les moyens de gestion évoluent et peuvent être intégrées dans l'outil ;
- au fur et à mesure de la mise en œuvre du plan de gestion, l'outil permet d'adapter son plan de gestion en faisant une nouvelle hiérarchisation.

4 CONCLUSION

Cet outil d'aide à la décision évolutif pour la gestion des eaux pluviales sur un territoire urbain a été développé et son application a été effectuée sur la commune de Lorient. Les données d'entrée de l'outil sont facilement accessibles. L'outil permet d'assister les maîtres d'ouvrage dans l'élaboration d'un plan d'action de réduction des flux de polluants à l'échelle d'un territoire urbain notamment dans le cadre d'un schéma directeur d'assainissement.

REMERCIEMENTS

Ce travail est effectué dans la cadre du projet SIMPLUV, retenue lors du 5^{ème} appel à projets ECO-Industries par Bpifrance, l'ADEME, la DGCIS et le CGDD. Le projet, est labellisé par le pôle de compétitivité Hydreos.

BIBLIOGRAPHIE

- Bressy, A., Grommaire M.C., Lorgeoux, C., Saad, M., Leroy, F. and Chebbo, G. (2011). *Contamination des eaux pluviales d'un bassin versant résidentiel dense amont*. Techniques - Sciences - Méthodes, 4, 28-36.
- Brezonik, P.L. and Stadelmann, T.H. (2002). *Analysis and predictive models of stormwater runoff volumes, loads, and pollutant concentrations from watersheds in the Twin Cities metropolitan area, Minnesota, USA*. Water Res., 36, 1743–1757.
- Chebbo, G. (1992). *Solides des rejets urbains de temps de pluie : caractérisation et traitabilité*. Thèse de doctorat. ENPC, Paris, Mars 1992, 450 p.
- Davis, A.P., Shokouhian, M. and Ni S. (2001). *Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources*. Chemosphere 44, 997-1009.
- DWA (2007). *Recommandations relatives au traitement des eaux pluviales*. Association allemande de gestion des eaux, des eaux usées et des déchets, Notice DWA-M 153 F, 37 pp.
- Tassin, B. and Chebbo, G. (2000). *Qualité des rejets urbains de temps de pluie*. Cours d'hydrologie urbaine. CERREVE, ENPC, PP. 38.