



UNIVERSITÉ
— PARIS-EST



Concevoir et optimiser la gestion hydrologique du ruissellement pour une maîtrise à la source de la contamination des eaux pluviales urbaines

Thèse de doctorat en sciences et techniques de l'environnement

Jérémie Sage

Encadrement : Marie-Christine Gromaire (LEESU) et Emmanuel Berthier (CEREMA)

Résumé

La maîtrise des flux de polluants générés par temps de pluie en milieu urbain constitue un enjeu important pour limiter la dégradation des milieux aquatiques superficiels. Face à l'insuffisance des systèmes d'assainissement traditionnels, la gestion à la source des eaux pluviales, dans des dispositifs de stockage à ciel ouvert intégrés au milieu urbain, s'est progressivement imposée comme une solution permettant de réduire de façon significative les flux de contaminants dirigés vers les réseaux ou les milieux récepteurs, en favorisant notamment l'infiltration ou l'évapotranspiration des volumes ruisselés. Bien qu'offrant des perspectives pour la maîtrise des flux de polluants, l'efficacité des solutions mises en œuvre n'est à ce jour pas suffisamment maîtrisée. Ce travail de thèse s'intéresse donc à l'incidence du fonctionnement hydrologique des « techniques alternatives » de gestion à la source du ruissellement et vise en particulier à orienter leur conception pour garantir une meilleure maîtrise de la contamination des eaux pluviales urbaines.

Les pratiques actuelles de gestion des eaux pluviales urbaines sont dans un premier temps analysées de manière à identifier les stratégies pouvant être préconisées en France ou à l'international pour la maîtrise à la source des flux de polluants. Ce travail permet alors de mettre en évidence l'hétérogénéité quant à la traduction de l'objectif de maîtrise des flux de polluants dans les préconisations à destination des aménageurs, qui ne garantissent pas nécessairement la mise en œuvre de solutions permettant de limiter efficacement les rejets de contaminants vers les milieux récepteurs.

Une chaîne de modélisation « surface urbaine + ouvrage », destinée à simuler le fonctionnement des dispositifs de gestion à la source des eaux pluviales pour des périodes longues de précipitations, et en considérant des dynamiques variées de production des flux d'eau et de contaminants au niveau des bassins versants d'apport, est par la suite développée afin de préciser l'incidence de différents scénarios de gestion du ruissellement ou de dimensionnement des techniques alternatives sur les flux rejetés vers l'aval. Certaines composantes de cette chaîne de

modélisation font l'objet d'un approfondissement, avec l'introduction (1) d'un schéma permettant de simuler l'évolution de l'état hydrique du sol pour mieux rendre compte de la variabilité temporelle des flux d'infiltration et (2) d'un modèle générique destiné à simuler des dynamiques contrastées d'émission des contaminants (matières en suspension lessivées au niveau des chaussées urbaines et zinc dissous au niveau d'éléments de toiture métalliques). Une analyse de sensibilité cette chaîne de modélisation est par la suite réalisée afin de préciser l'incidence de sa paramétrisation et d'évaluer l'importance de certaines hypothèses simplificatrices pour l'estimation de l'efficacité des techniques alternatives.

L'intérêt de la chaîne de modélisation développée dans le cadre de ce travail est finalement illustré par la construction d'abaques permettant de relier l'efficacité des techniques alternatives à quelques paramètres de dimensionnement et d'évaluer la pertinence de différents scénarios de gestion du ruissellement. Les résultats, correspondant ici aux conditions météorologiques de la région Ile-de-France, indiquent que l'abattement d'une fraction modeste du ruissellement, grâce à un simple volume mort, pourrait donner lieu à une réduction importante des rejets de contaminants pour les sols de conductivité hydraulique supérieure à 10^{-6} m.s⁻¹. Dans le cas sols présentant des capacités d'infiltration plus limitées, l'analyse met en revanche en évidence un risque de dysfonctionnement des dispositifs de gestion. Le recours à des solutions « plus diffuses », peu profondes et présentant des surfaces d'infiltration ou d'évapotranspiration importantes, apparaît alors préférable pour garantir des niveaux d'efficacité satisfaisants tout en évitant une sollicitation excessive de l'ouvrage.