

Gestion à l'amont des eaux pluviales

Incidence sur les flux hydrauliques et la contamination métallique

■ A. BRESSY¹, M.-C. GROMAIRE¹, P. ROBERT-SAINTE¹, M. SAAD¹, G. CHEBBO^{1,2}

Mots-clés : eaux pluviales, techniques alternatives, impact hydraulique, métaux lourds

Keywords: stormwater, best management practices BMPs, hydraulic efficiency, heavy metals

1. Contexte et objectifs

L'imperméabilisation du territoire a des impacts importants sur le cycle de l'eau. D'une part, les volumes d'eau ruisselés augmentent, induisant des risques d'inondation, et d'autre part, de nombreuses études menées depuis les années 1970 ont démontré l'importance de la contamination des rejets urbains par temps de pluie et leur impact néfaste sur le milieu naturel [GROMAIRE-MERTZ *et al.*, 1999 ; BROMBACH *et al.*, 2005]. Ces observations ont conduit à la prise en compte des eaux de ruissellement dans la surveillance et la gestion des milieux aquatiques. Pour satisfaire les objectifs de « bon état écologique et chimique » exigés par la directive cadre sur l'eau (2000/60/CE) d'ici 2015, il semble nécessaire d'améliorer les connaissances sur les flux de micropolluants des eaux pluviales, et cela dès l'amont, pour déterminer les sources primaires de la contamination lors du ruissellement. Cette échelle est d'autant plus intéressante qu'elle est celle de la mise en œuvre des gestions dites « alternatives » des eaux pluviales, qui sont de plus en plus utilisées dans les zones nouvellement urbanisées [AZZOUT *et al.*, 1994 ; DAYWATER, 2003 ; BOLLER, 2004 ; WEISS *et al.*, 2007]. Ces techniques alternatives consistent à stocker les eaux pluviales au niveau des parcelles ou des quartiers et à les évacuer dans le réseau avec des débits de fuite limités, ou à les infiltrer dans le sous-sol, ou encore à les utiliser pour satisfaire certains besoins en eau.

Ces nouveaux modes de gestion à l'amont des eaux pluviales sont en général proposés et conçus pour répondre à un objectif de gestion hydraulique. Et ils sont également susceptibles d'avoir un effet important sur les flux polluants véhiculés par les eaux pluviales et rejetés dans les milieux récepteurs [DAYWATER, 2003 ; WEISS *et al.*, 2007].

Bien que le recours aux techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales soit de plus en plus courant, il n'existe que très peu de retour d'expérience sur le fonctionnement des bassins versants (BV) munis de techniques alternatives. Les connaissances sur leur fonctionnement hydraulique, en particulier lorsqu'il s'agit d'association de plusieurs techniques alternatives intégrées à l'urbanisme, et leur comportement en termes d'émission ou de rétention de flux polluants sont très lacunaires.

Cette recherche vise donc d'une part, à caractériser et à quantifier les flux de micropolluants présents dans les eaux de ruissellement d'une zone résidentielle dense et d'autre part, à estimer les effets de la gestion amont des eaux pluviales sur les flux d'eau et de polluants. Elle s'appuie, pour cela, sur une comparaison entre un site de référence assaini classiquement par tuyau et plusieurs sites régulés par des techniques alternatives. Dans cet article, nous présenterons les premiers résultats sur les flux d'eau et les émissions de métaux.

2. Matériel et méthodes

2.1. Description des sites d'étude

Le site d'étude est un quartier de Noisy-le-Grand (93) : le Clos Saint-Vincent. Il a été équipé dans le cadre du programme de recherche OPUR qui étend

¹ Université Paris-Est – Cereve, UMR-MA 102 – AgroParisTech – France.
E-mail : adele.bressy@cereve.enpc.fr

² Faculté de génie – Université libanaise – Liban.

ses domaines de recherche aux zones périurbaines en collaboration avec les conseils généraux de la « petite couronne » parisienne. Il a été choisi pour son type d'occupation du sol homogène, en zone périurbaine, et la présence d'ouvrages de gestion par diverses techniques alternatives à l'amont des eaux pluviales, avec un site assaini classiquement pouvant servir de référence.

Cette zone a été construite entre 1986 et 2006 et s'étend sur environ 18 ha en zone urbaine résidentielle dense. Elle est constituée de 3 000 logements, d'équipements publics, d'un équipement culturel, d'un jardin public et de parkings. C'est une zone en réseau séparatif, et dont le mode d'assainissement a évolué au cours de son urbanisation à la suite de la volonté de la direction de l'eau et de l'assainissement de la Seine-Saint-Denis (DEA93) de limiter les apports d'eau au réseau pour éviter sa surcharge, en imposant des débits de fuite limités (10 l/s et par ha).

Sur ce site, quatre bassins versants vont être étudiés : un site en séparatif classique réalisé antérieurement à la décision de la DEA93 et qui servira de référence pour notre étude, et trois bassins

versants avec un débit de fuite limité, équipés d'ouvrages divers. Le site appelé « Atac » possède un important stockage enterré qui peut déborder dans une noue, puis un parking. Le « Jardin des artistes » stocke les eaux pluviales du bassin versant dans un jardin public temporairement inondable. Et la « Place sud » associe une cuve de bâtiment enterrée, des noues de stockage et un stockage sur une placette inondable. En parallèle à l'étude de ces bassins versants, un suivi est effectué sur les apports atmosphériques, le ruissellement de voirie et le ruissellement d'une parcelle bâtie afin de caractériser les émissions par les bassins versants. Les caractéristiques des bassins versants et leurs ouvrages de gestion des eaux pluviales sont résumés dans le *tableau I*.

2.2. Dispositif expérimental

2.2.1. Équipement des sites

Le *tableau I* présente les équipements de mesure de débit et de prélèvement installés sur les sites. La mesure du débit est un enjeu important, non seulement pour connaître le fonctionnement hydraulique

| Nom du BV | Surface (m ²) | Ventilation des surfaces (%) | | | | Gestion des eaux pluviales | Équipement des sites |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------|----|----|---|---|
| | | V | T | J | P | | |
| Îlot 2 | 8 210 | 28 | 42 10* | 30 | 0 | Séparatif classique | Préleveur automatique Débitmètre Sigma 950 (bulle à bulle + doppler) |
| Atac | 14 010 | 29 | 45 8* | 26 | 0 | Collecteur Ø2000 Zones inondables (noue, parking) Qr=16 l/s | Préleveur automatique Débitmètre Sigma 950 (bulle à bulle à l'amont d'un seuil triangulaire 90°) |
| Jardin des artistes | 20 530 | 0 | 13 4* | 76 | 10 | Espace vert inondable Qr=23 l/s | |
| Place sud | 9 340 | 5 | 25 17* | 32 | 38 | Cuve enterrée, noues, place verte inondable Qr=10 l/s | |
| Collecte des apports | | Surface (m²) | | | | Équipements pour la collecte des apports | |
| Retombées atmosphériques | | 1 | | | | Entonnoir pyramidal en acier inoxydable + bidon plastique 25 l | |
| Ruissellement de voirie | | 290 | | | | Préleveur automatique + Débitmètre ISCO 4230 (bulle à bulle à l'amont d'un seuil triangulaire 90°) | |
| Ruissellement d'une parcelle bâtie | | 1 110 (dont 70 % toit en zinc) | | | | Préleveur automatique asservi au débitmètre Îlot 2 | |

*Pourcentage de la surface du bassin versant en toiture en zinc ; V : voirie ; T : toiture ; J : jardin ; P : allée piétonne ; Qr : débit de régulation.

Tableau I. Caractéristiques des bassins versants (BV) d'étude et des points de collecte des apports

| Date | Hauteur d'eau (mm) | Imax (mm/h) | Durée de temps sec |
|----------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 27-28 mai 2008 | 21,6 (cumulé) | 66 | 12 heures |
| 2 juin 2008 | 4,2 | 5,3 | 5 jours |

Imax : intensité maximale sur 30 minutes.

Tableau II. Caractéristiques des événements présentés

du réseau, mais aussi pour prélever un échantillon représentatif de l'événement pluvial et estimer les flux de polluants. Les débits d'eau attendus étant faibles, le choix des équipements s'est porté sur des techniques adaptées aux petites hauteurs d'eau, précises et compactes. Le réseau séparatif classique a donc été équipé d'une sonde de mesure de hauteur d'eau par bulle à bulle et de vitesse par effet Doppler. Et les réseaux régulés, ainsi que l'avaloir de chaussée, ont été équipés de déversoirs triangulaires 90° avec mesure de hauteur d'eau à l'amont par bulle à bulle. Les échantillonnages d'eau sont faits par des préleveurs Bühler 1029 (Hach Lange) contenant un flacon de 20 l en polyéthylène. Les préleveurs sont asservis au débit permettant la collecte d'un échantillon moyen représentatif de l'événement.

La pluie est mesurée par un pluviomètre à auget (3029 Précis mécanique), et la collecte des retombées atmosphériques est faite par un entonnoir pyramidal en acier inoxydable d'un mètre carré de surface. Ces équipements sont situés sur l'espace Michel Simon, le bâtiment le plus haut du quartier. Les collectes sont réalisées après chaque événement et recueillent donc aussi les dépôts pendant le temps sec précédant la pluie.

2.2.2. Protocole d'analyse des métaux lourds

Pour éviter les contaminations et pertes, les analyses sont faites en salle blanche. Et la vaisselle, uniquement en plastique, est lavée successivement au détergent, à l'acide nitrique 5 % et à l'eau Milli-Q. Les échantillons pour l'analyse des métaux dissous sont filtrés sur des membranes en acétate de cellulose (f 0,45 µm), puis acidifiés à pH = 1 avec de l'acide nitrique concentré. Les échantillons pour l'analyse des métaux totaux sont minéralisés à 95 °C pendant 150 minutes après ajout d'acide nitrique et chlorhydrique (respectivement 620 µl et 1,15 ml pour 50 ml d'échantillon). Les analyses sont faites par spectrométrie d'émission atomique par plasma à couplage inductif (ICP-AES).

2.3. Méthodologie pour le traitement des données

Bien que le mode d'occupation des sols soit homogène sur le quartier, nos quatre bassins versants d'étude présentent des différences de ventilation des surfaces entre voiries, bâtiments et jardins. Une comparaison directe des flux d'eau et de polluants entre le site de référence et les sites régulés est donc insuffisante. Par conséquent, une fonction de production d'eau et de polluants propre à chacune de ces sources va être calée sur la base des données mesurées au niveau de l'atmosphère, de la voirie, de la parcelle bâtie et de l'exutoire de l'Îlot 2. Ce modèle sera ensuite appliqué aux trois bassins versants équipés de techniques alternatives en tenant compte de leur ventilation de surface spécifique. La réponse du bassin versant, ainsi simulée pour un assainissement classique, sera comparée à celle mesurée à l'aval des techniques alternatives.

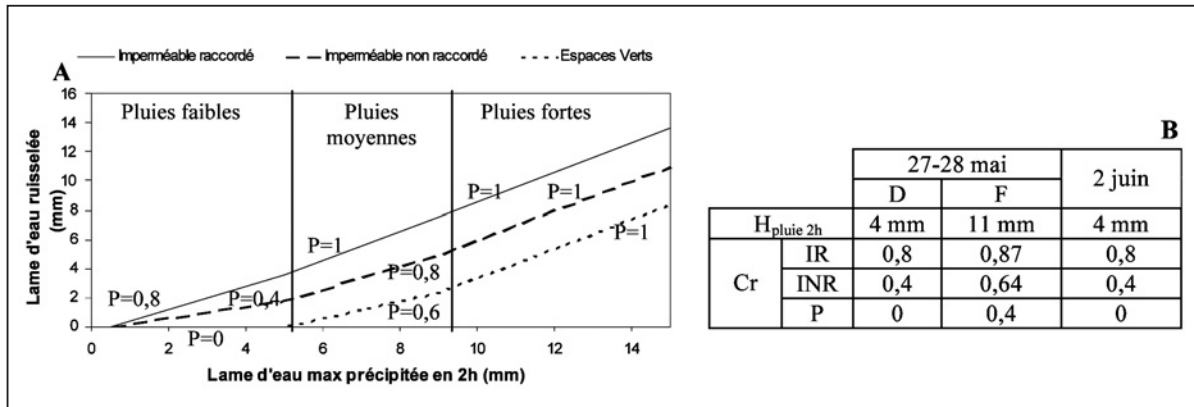
2.4. Événements pluvieux étudiés

Les résultats de deux événements de caractéristiques différentes sont présentés (tableau II). L'événement du 27-28 mai 2008 correspond à un épisode pluvieux d'une journée, présentant un pic de pluie de forte intensité (période de retour 6 mois pour l'intensité maximale Imax sur 30 minutes). L'événement du 2 juin 2008 correspond à une pluie faible.

3. Impacts hydrauliques de la gestion amont

3.1. Modélisation de la relation pluie-débit, en réseau séparatif « classique »

La transformation pluie/débit en l'absence de techniques alternatives a été modélisée sur les différents bassins versants avec le logiciel Canoe 3.1. Le



D : phase peu intense (27 mai 9h30 au 28 mai 1h20) ; F : phase intense (28 mai de 1h20 à 2h55) ; $H_{\text{pluie 2h}}$: hauteur maximale de pluie précipitée en 2 heures ; INR : surfaces imperméables non directement raccordées ; IR : surfaces imperméables raccordées ; P : surfaces perméables.

Figure 1. A : paramétrage de la fonction de production ; B : coefficients de ruissellement (Cr) correspondants pour les deux pluies

« modèle standard » a été utilisé pour la fonction de production. Ce modèle distingue trois types de surface : imperméable directement raccordé (voirie et toiture dans notre cas), imperméable non directement raccordé (allées et terrasses dans notre cas) et surfaces perméables (jardins et espaces verts). Les pluies sont séparées en trois classes (faible, moyenne, forte) sur la base de la hauteur d'eau maximale précipitée en 2 heures. Un modèle de pertes continues proportionnelles à l'intensité de la pluie est calé pour chaque type de surface et chaque classe de pluie. Les coefficients de ruissellement classiques donnés par la littérature ont été ajustés à partir des données de débit mesurées à l'exutoire de l'Îlot 2 pour sept pluies représentatives de la diversité des pluies étudiées. La fonction de production calée a été supposée la même sur les autres bassins versants pour simuler les débits de sortie comme s'ils étaient assainis classiquement. Le paramétrage de la fonc-

tion de production est synthétisé en figure 1. Le transfert dans le réseau est modélisé par un réservoir linéaire dont le temps de réponse K est calculé par Canoe à partir des caractéristiques des bassins versants (3,5 min pour l'Îlot 2 ; 5 min pour Atac ; 10,6 min pour le Jardin ; et 6 min pour la Place sud).

La figure 2 permet de comparer les résultats de ces simulations avec les mesures sur l'Îlot 2. Le modèle reproduit bien l'allure du débit mesuré. Il évalue correctement les volumes ruisselés pour la pluie du 2 juin, en revanche, il sous-estime les débits et volumes durant la première phase peu intense de la pluie du 27-28 mai. Cela est à imputer à l'antécédent pluvieux, la saturation des sols des jardins sur dalle par les pluies du 26 mai conduisant à un coefficient de ruissellement supérieur à celui du modèle.

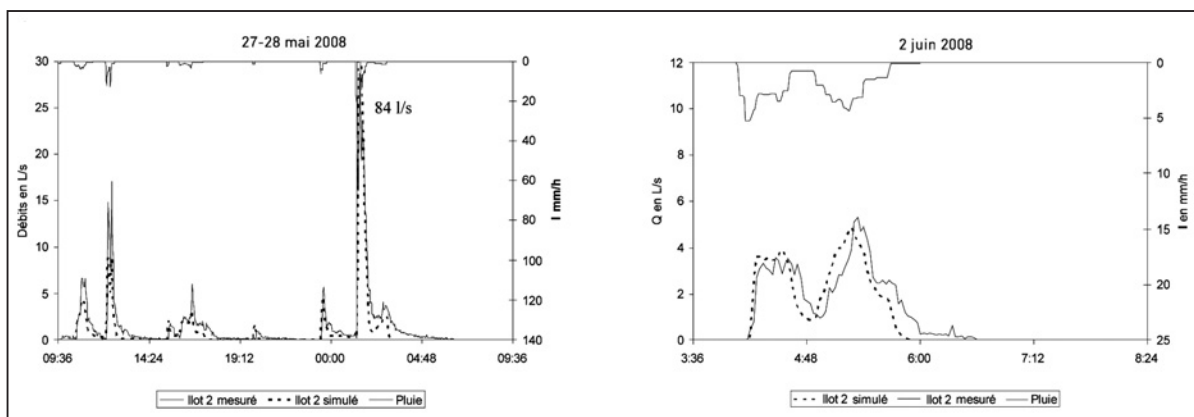


Figure 2. Pluie, débits mesurés et simulés sur l'Îlot 2 le 27-28 mai 2008 et le 2 juin 2008

3.2. Fonctionnement hydraulique des bassins versants régulés et impacts de la gestion amont

La figure 3 représente la réponse des bassins versants régulés et leur simulation comme s'ils étaient assainis de façon classique. La réponse des bassins versants fournis par les techniques alternatives lisse nettement les variations de la pluie, en écrêtant les pointes de débits et en étalant les rejets d'eau dans le temps. D'un point de vue quantitatif, les techniques alternatives réduisent les volumes d'eau rejetée (tableau III), par pertes dans les stockages ou infiltration dans les jardins, les temps de contact étant plus longs. Les maxima de débits régulés sont décalés dans le temps et jusqu'à 20 fois plus faibles que ceux simulés sans régulation. Il est à noter que

| | Îlot 2 | Atac | Jardin | Place sud |
|---------------------------------|--------|------|--------|-----------|
| Pluie du 27-28 mai 2008 | | | | |
| Volume simulé (m ³) | 105 | 200 | 124 | 106 |
| Volume mesuré (m ³) | 146 | 138 | 89 | 75 |
| Pluie du 2 juin 2008 | | | | |
| Volume simulé (m ³) | 16 | 32 | 7 | 19 |
| Volume mesuré (m ³) | 17 | 20 | 6 | 9 |

Tableau III. Volumes estimés et mesurés aux exutoires de chaque bassin versant

les débits des régulateurs ne sont pas constants, contrairement à ce qui est usuellement considéré lors de la conception et du dimensionnement des techniques alternatives. Leurs valeurs varient en fonction du débit généré par le bassin versant (simulé par notre modèle), le débit de fuite des régulateurs étant fonction de la hauteur d'eau dans

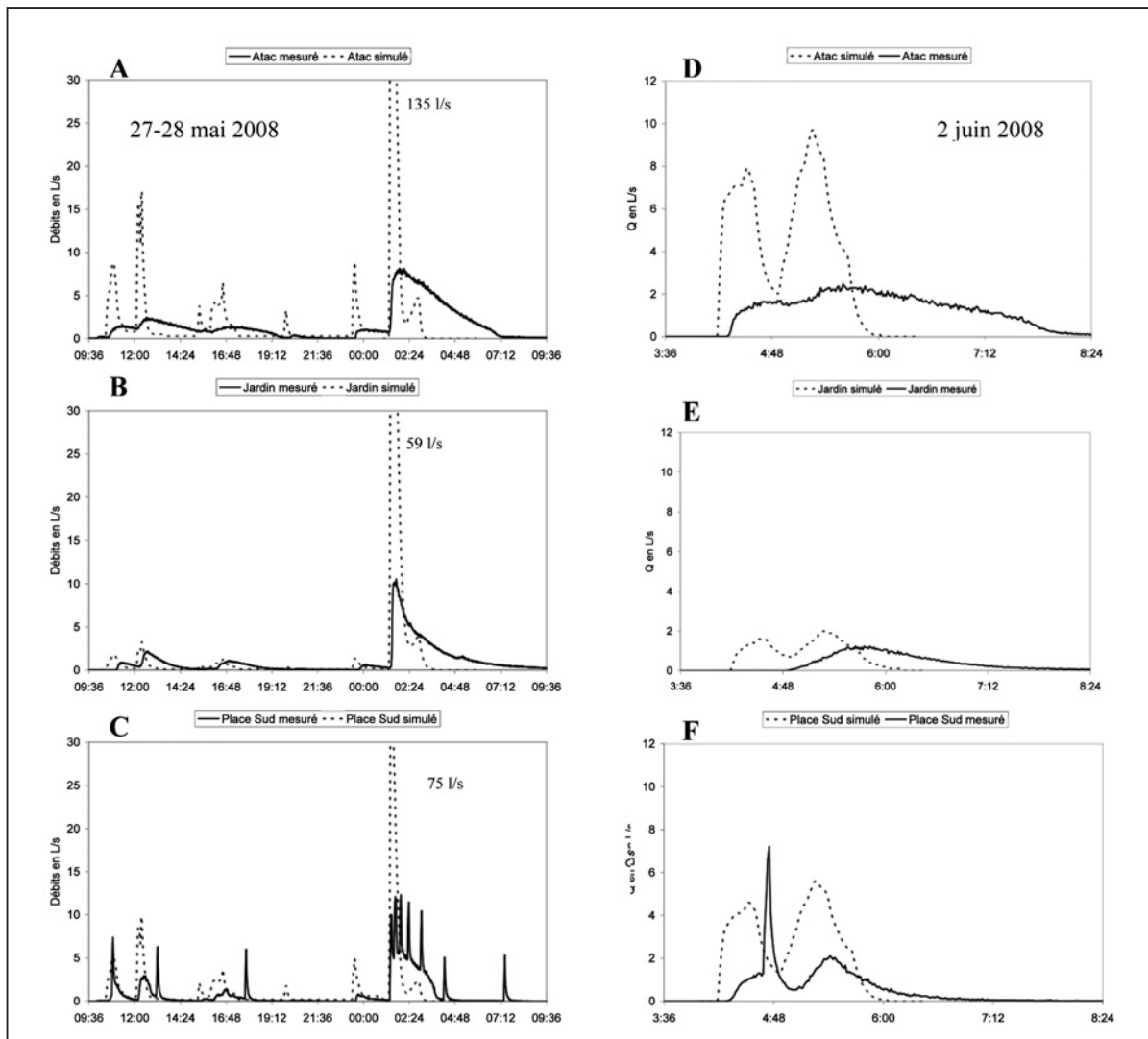


Figure 3. Débits mesurés et simulés pour Atac le 27-28 mai 2008 (A), Jardin le 27-28 mai 2008 (B), Place sud le 27-28 mai 2008 (C), Atac le 2 juin 2008 (D), Jardin le 2 juin 2008 (E), Place sud le 2 juin 2008 (F)

le stockage. De plus, les débits nominaux des régulateurs, définis lors de l'aménagement des zones pour limiter les rejets au réseau à 10 l/s et par ha (valeur imposée par la DEA93), n'ont pas été atteints pour les deux pluies considérées : le débit à Atac n'atteint que 8,1 l/s au lieu de 16 l/s ; le débit sur le Jardin des artistes n'atteint que 8,5 l/s au lieu de 23 l/s ; et sur la Place sud, le débit n'atteint que 5,9 l/s au lieu des 10 l/s. Ces observations impliquent sans doute une sous-estimation des volumes de stockage pour des pluies de faible période de retour (< 1 an) par les méthodes standard de dimensionnement qui considèrent un débit de fuite constant, affectant la simulation des seuils d'inondabilité pour les pluies courantes.

Les bassins versants du Jardin et d'Atac ont une réponse similaire, caractéristique d'un stockage avec régulateur de débit à l'aval. Le temps de vidange pour la pluie la plus importante (27-28 mai) est d'environ 4 heures pour Atac et 7 heures pour le Jardin. La réponse hydraulique du bassin versant de la Place sud diffère légèrement de celle d'Atac et du Jardin. La courbe de débit (figure 3C) illustre le fait que la régulation de ce bassin versant est différente, combinant une cuve enterrée vidangée par pompage, des noues régulées par ajustage et un stockage dans une place temporairement inondable mise en charge par un régulateur de débit. Les rejets d'eau sont un peu moins étalés dans le temps, avec un temps de vidange plus court (2 heures). Des pics de débit courts et réguliers se superposent à la ligne de base, correspondant à la vidange par pompage d'une cuve enterrée d'immeuble.

4. Contamination en métaux lourds dans le ruissellement urbain

4.1. Comparaison des différents apports en métaux lourds

L'importance relative des différents apports est illustrée par la figure 4 qui présente les concentrations en matières en suspension (MES) et en métaux lourds dans chacun des échantillons des sources et à l'exutoire de l'Îlot 2, pour les deux pluies.

Les concentrations en nickel dans les retombées atmosphériques (2,3 à 2,5 µg/l) correspondent à celles dans le ruissellement (1,6 à 2,1 µg/l) ; le bassin versant produit donc peu de nickel. Les concentrations en cuivre et plomb sont beaucoup plus faibles dans les retombées atmosphériques que dans le ruissellement, ce qui implique une production locale de ces métaux lourds. Les concentrations en zinc mesurées dans les retombées atmosphériques apparaissent comme fortes (173 µg/l à 259 µg/l) par rapport à d'autres études [ROBERT *et al.* 2007], ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la zone possède de nombreux toits en zinc créant une atmosphère contaminée localement.

Par ailleurs, la voirie apparaît comme la principale source de cuivre, nickel et plomb, du fait du trafic automobile. Les concentrations mesurées correspondent à celles trouvées par LEGRET et PAGOTTO [1999]. Le zinc provient très majoritairement de la parcelle bâtie dont la toiture est en zinc, vérifiant l'importance de la corrosion des éléments métalliques de toiture dans la contamination en zinc des eaux de ruissellement [ROBERT *et al.*,

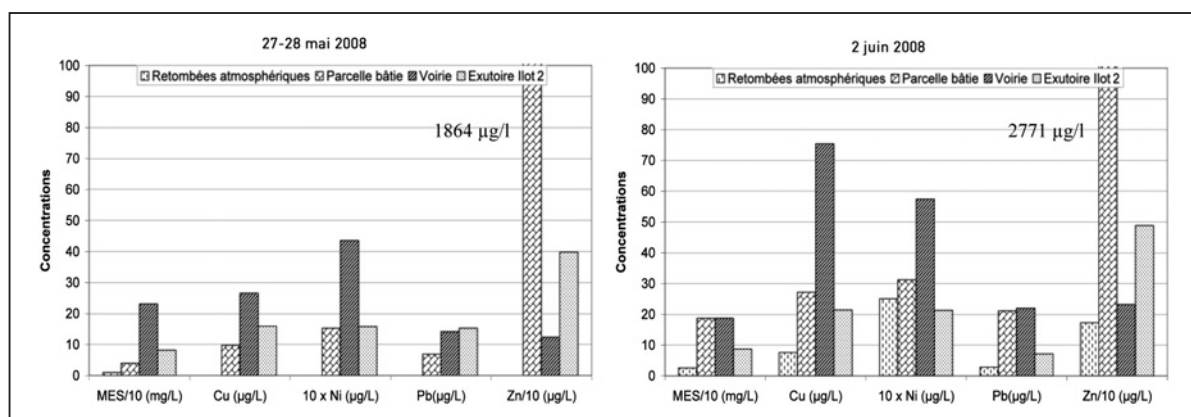


Figure 4. Concentrations en matières en suspension (MES) et métaux lourds dans les différents apports et à l'exutoire

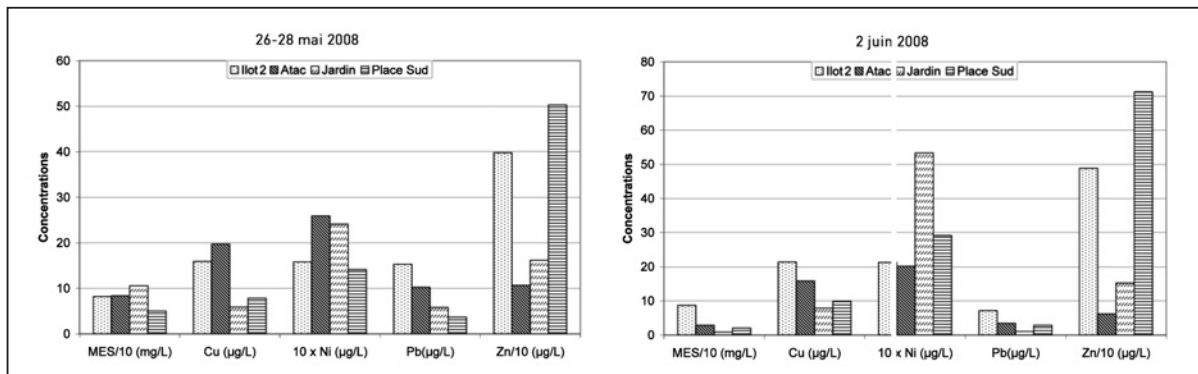


Figure 5. Concentrations en matières en suspension (MES) et métaux lourds à l'exutoire des différents sites

2007]. Cette parcelle bâtie génère également des concentrations en cuivre et plomb supérieures à celles trouvées dans les retombées atmosphériques. Des usages de matériaux contenant ces métaux sont donc à rechercher, tels que des éléments d'étanchéité.

4.2. Influence des techniques alternatives sur la contamination du ruissellement

La figure 5 permet de comparer les concentrations en MES et en métaux aux exutoires des différents bassins versants. En ce qui concerne le cuivre et le plomb, les concentrations sont inférieures sur les sites régulés par rapport à l'Îlot 2, non seulement sur le Jardin et la Place sud où la proportion de voirie est plus faible, mais aussi sur Atac où le trafic routier est plus important. Cela peut être mis en relation avec le fait que ces deux éléments sont essentiellement particuliers et peuvent décanter dans les ouvrages de stockage. En ce qui concerne le nickel, les résultats ne permettent pas de conclure sur un effet des techniques alternatives. Les concentrations en zinc sont très variables d'un site à l'autre et sont à mettre en relation avec les différences d'occupation du sol par des toits en zinc. Par exemple, la concentration en zinc sur la Place sud est très forte, ce qui peut être lié avec sa forte couverture par ce type de toitures (17 % en surface) par rapport à l'Îlot 2 (9,5 % en surface).

Toutefois, ces observations ne sont qu'une première approche puisqu'elles ne tiennent pas compte des différents types de surfaces sur chaque bassin versant.

Conclusion

Un suivi des flux d'eau et de polluants est en cours à l'aval de quatre petits bassins versants d'un quartier résidentiel dense, en Seine-Saint-Denis (trois bassins versants où les eaux pluviales sont stockées par diverses techniques alternatives et évacuées à débit régulé, et un bassin versant assaini en séparatif classique). Les premiers résultats confirment que la gestion à l'amont des eaux de ruissellement urbaines est un moyen efficace pour réduire les pics de débit (pics jusqu'à 20 fois moins importants) et pour étaler dans le temps les rejets d'eau (temps de vidange augmentés de 2 à 7 heures). Une réduction significative des volumes rejetés a également été notée d'un facteur 1,2 à 2. L'apport d'eau au réseau est donc limité lors des pointes de pluie, évitant de surcharger le réseau, déjà fortement impacté. Par ailleurs, les mesures effectuées montrent, pour les pluies courantes (période de retour < 6 mois), des débits de fuite nettement inférieurs aux débits nominaux des régulateurs et variables dans le temps. Sachant que lors de la conception et du dimensionnement des techniques alternatives, les débits de fuite sont usuellement considérés comme constants, cela peut avoir des conséquences sur le calcul des niveaux de remplissage des techniques alternatives et sur l'évaluation des temps de vidange.

Les premiers résultats sur les concentrations en métaux lourds font apparaître un effet bénéfique des techniques alternatives sur les concentrations en cuivre et plomb. Les concentrations en zinc sont quant à elles fortement influencées par la proportion

de toits en zinc du bassin versant. Une exploitation plus approfondie des résultats, prenant en compte la ventilation des surfaces urbaines, et les productions mesurées au niveau des sources, est nécessaire pour conclure sur une éventuelle réduction des concentrations en métaux lourds dans les techniques alternatives. Dans tous les cas, la diminution des volumes d'eau rejetés implique une diminution des flux de contaminants dans les eaux pluviales.

Bibliographie

- AZZOUT Y., BARRAUD S., CRES F.N., ALFAKIH E. (1994) : *Techniques alternatives en assainissement pluvial. Choix, conception et réalisation*. Éd. Tec&Doc, Lavoisier.
- BOLLER M. (2004) : « Towards sustainable urban stormwater management ». *Water Science and Technology: Water Supply*, 4: 55-56.
- BROMBACH H., WEISS G., FUCHS S. (2005) : « A new database on urban runoff pollution: comparison of separate and combined sewer systems ». *Water Science and Technology*, 51: 119-128.
- DAYWATER. (2003). *Review of the Use of stormwater BMPs in Europe*. Middlesex University.
- GROMAIRE-MERTZ M.C., GARNAUD S., GONZALEZ A., CHEBBO G. (1999) : « Characterisation of urban runoff

Remerciements

Les auteurs remercient le conseil régional d'Île-de-France pour le financement de cette étude au travers du projet Sisteo, ainsi que le conseil général de la Seine-Saint-Denis, l'agence de l'eau Seine-Normandie, le SIAAP, la ville de Paris et le conseil général du Val-de-Marne pour leurs soutiens technique et financier au projet OPUR.

- pollution in Paris ». *Water Science and Technology*, 39: 1-8.
- LEGRET M., PAGOTTO C. (1999) : « Evaluation of pollutant loadings in the runoff waters from a major rural highway ». *The Science of The Total Environment*, 235: 143-150.
- ROBERT P., GROMAIRE M.C., DE GOUVELLO B., CHEBBO G. (2007) : « Typology of roofing materials and evaluation of their pollutant potential ». In : *Proceedings of the international conference Novatech'07*, Lyon, France.
- WEISS P.T., GULLIVER J.S., ERICKSON A.J. (2007) : « Cost and pollutant removal of storm-water treatment practices ». *Journal of Water Resources Planning and Management-Asce*, 133: 218-229.

Résumé

A. BRESSY, M.-C. GROMAIRE, P. ROBERT-SAINTE, M. SAAD, G. CHEBBO

Gestion à l'amont des eaux pluviales. Incidence sur les flux hydrauliques et la contamination métallique

L'urbanisation croissante, cause de la surcharge des réseaux d'assainissement, implique de repenser la gestion des eaux pluviales. L'utilisation de techniques dites alternatives permet de gérer l'eau à l'amont en se rapprochant du cycle naturel de l'eau via des ouvrages de stockage-restitution ou stockage-infiltration. L'effet de cette gestion amont des eaux pluviales sur la dynamique des écoulements et sur la contamination en métaux lourds du ruissellement est étudié pour deux événements pluvieux de caractéristiques différentes. Le fonctionnement d'un bassin versant de référence, en assainissement séparatif classique, est comparé à celui de trois autres bassins versants équipés de diverses techniques alternatives. Les résultats mettent en évidence un important lissage des écoulements par les techniques alternatives : écrêtement des pointes de débits (jusqu'à un

facteur 20) et étalement des rejets d'eau dans le temps (temps de vidange compris entre 2 heures et 7 heures). De plus, une réduction significative des volumes rejetés, par rapport à ceux qui auraient été produits par un réseau séparatif classique (d'un facteur 1,2 à 2) a été observée. L'apport d'eau au réseau est donc limité lors des pluies intenses, évitant de surcharger le réseau, déjà fortement impacté. Pour les métaux lourds, les concentrations mesurées montrent une réduction du cuivre et du plomb à l'aval des techniques alternatives. Pour les autres métaux, une analyse plus détaillée de l'occupation du sol est nécessaire avant de pouvoir conclure. Dans tous les cas, la diminution des volumes d'eau rejetés implique une diminution des flux de contaminants dans les eaux pluviales.

Abstract

A. BRESSY, M.-C. GROMAIRE, P. ROBERT-SAINTE, M. SAAD, G. CHEBBO

An analysis of the effect of several SUDS³ on stormwater flows and metal contamination

Growing urbanization leads to excess load on sewers and therefore creates new needs for stormwater management. Best management practices (BMPs) for stormwater are increasingly implemented with hydraulic management aims, for example to prevent flooding, thanks to water storage or infiltration. Effects of BMPs on hydraulic flows and heavy metals contamination are studied through two rain events of different features. A comparison between a watershed, drained by a classic separate sewer, and three others, using combination of different BMPs, reveals reduced flow peaks (up to a fac-

tor 20) and increased concentration times (between 2 hours and 7 hours). Discharged water volumes are also proven to be significantly reduced (by a factor of 1.2 up to 2) in comparison with classic sewer simulations. Copper and lead concentrations are lower at BMPs downstream. For other metals, a deeper area study (with roads, gardens, buildings) would be necessary before drawing conclusions. In any case, reduced water flows allow a significant reduction of pollutants discharged in the environment.

3. Sustainable Urban Drainage Systems.