

# Comment l'objectif de maîtrise des flux de polluants est-il traduit dans les critères de gestion à l'amont des eaux pluviales ?

## Analyse des pratiques en France et à l'international

Jérémie SAGE<sup>1</sup>, Emmanuel BERTHIER<sup>2</sup>, Marie-Christine GROMAIRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains – Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 6-8 av. Blaise Pascal, 77455 Champs-sur-Marne – jeremie.sage@leesu.enpc.fr, gromaire@leesu.enpc.fr

<sup>2</sup> CEREMA/DT Ile-de-France, Département Ville Durable / Unité Hydrologique – Gestion des eaux pluviales – 12 rue Teisserenc de Bort, 78197 Trappes Cedex – emmanuel.berthier@developpement-durable.gouv.fr

**RÉSUMÉ.** – Les flux de polluants associés aux eaux pluviales urbaines sont un facteur majeur de dégradation des milieux aquatiques superficiels dont la gestion est devenue un réel enjeu écologique au cours des dernières décennies. De nombreuses solutions techniques ont ainsi été développées afin de limiter la formation du ruissellement à l'amont des bassins versants urbains. Néanmoins, alors que la plupart des pays ou collectivités aspirent à la maîtrise de cette pollution, les réglementations ou prescriptions données aux opérationnels demeurent assez hétérogènes. L'objectif de cet article est donc, en se basant sur une synthèse bibliographique à l'international des pratiques de gestion des eaux pluviales, d'analyser les différents critères pouvant être donnés aux aménageurs en considérant à la fois leur pertinence pour la maîtrise des flux de polluants et les implications de leur définition en termes de choix ou de dimensionnement des techniques alternatives. Alors que les critères hydrologiques volumiques, directement rattachés au fonctionnement des techniques alternatives, semblent être préférables pour une maîtrise à la source des polluants ruisselés, cette étude indique que l'adoption de solutions de gestion à moindre impact des eaux pluviales demeure probablement très dépendante des outils de sélection ou de conception des techniques alternatives mis à disposition des aménageurs.

Mots-clés : Critères, Gestion, A la source, Pollution

## Which integration of pollution control objectives in Stormwater management guidelines? – A comparison between French and International practices

**ABSTRACT.** – While Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) and Low Impact Development (LID) practices are becoming in most countries practitioners “tool of choice” for on-site Stormwater control, only few studies have yet investigated the importance of management criteria given to developers to ensure pollution control. Four categories of Stormwater management criteria were hence identified through a literature analysis of technical guidelines or local rules from various countries or communities. Peak-flow regulation, runoff capture and treatment, permanent interception and loads/concentrations-based criteria were hence compared, owing to their suitability for pollution control and their influence on Stormwater facilities selection and design. While hydrologic criteria based on runoff volume reduction appear as the best choice for on-site pollution control, it should be pointed out that Stormwater management implementation as well depends on tools and guidelines given to practitioners to account for these numerical targets.

Key-words: Management, Criteria, On-site, Pollution

### I. INTRODUCTION

Les eaux pluviales urbaines, longtemps considérées comme propres et simplement évacuées vers les milieux naturels, sont aujourd'hui un facteur reconnu de dégradation de la qualité des eaux de surface. La nécessité de réduire les flux de polluants dirigés vers l'environnement a dans un premier temps conduit, dès la fin des années 80, à l'adoption de solutions de gestion à l'aval, reposant sur le traitement des volumes d'eaux collectés par les réseaux avant leur rejet vers les milieux superficiels [Roy, 2008]. Ce type d'approche s'est cependant rapidement révélé insuffisant, du fait de la capacité souvent limitée des réseaux et de la difficulté à gérer en aval, dans des ouvrages centralisés, des volumes de ruissellement considérables. Les techniques alternatives

de gestion à la source (ou à l'amont), initialement développées dans un objectif de maîtrise des débits des eaux pluviales, se sont donc progressivement imposées comme des solutions privilégiées pour limiter non seulement la fréquence des dysfonctionnements des réseaux mais aussi les rejets de polluants vers les milieux récepteurs.

Les notions de « Low Impact Development » (LID) et « Sustainable Urban Drainage Systems » (SUDS) - que nous traduirons ici par « gestion à moindre impact » - reposant sur la mise en œuvre d'une gestion à la source distribuée des eaux pluviales, dans un objectif de respect des conditions hydrologiques « naturelles » [Ahiablame, 2011], se sont donc progressivement imposées à l'international car permettant non seulement de réduire les débits et les volumes ruisselés de façon à limiter les débordements en réseau

[Andoh, 1997], mais également d'abattre à la source de faibles volumes modérément contaminés dans des ouvrages végétalisés relativement simples et peu coûteux.

Les critères de gestion des eaux pluviales demeurent cependant très variables d'un pays à l'autre et ne traduisent probablement pas de façon optimale cet objectif de maîtrise à la source des flux de polluants. Cet article vise donc à comparer, grâce à une analyse bibliographique de documents réglementaires, techniques et scientifiques, les différents critères pouvant être fournis ou imposés aux aménageurs pour une gestion à la source des eaux pluviales urbaines et des flux polluants associés. Après une brève analyse du contexte institutionnel, la pertinence de quatre critères de gestion sera discutée en considérant d'une part la manière dont ces critères traduisent l'objectif de maîtrise des flux de contaminants et de l'autre, leurs éventuelles implications en termes de choix d'ouvrage ou de conception.

## II. UN DÉCALAGE ENTRE LES OBJECTIFS DE GESTION LOCAUX ET RÉGIONAUX

Quelle que soit la portée réglementaire des critères identifiés, ces derniers peuvent émaner de multiples niveaux institutionnels pouvant être rattachés à différentes échelles territoriales. En France, les politiques de gestion des eaux pluviales dépendent ainsi à la fois de documents d'orientation régionaux tels que les SDAGE (correspondant à de grands bassins hydrographiques), d'outils de planification ou contractuels couvrant des échelles plus réduites (SAGE, contrats de rivière...) et de règlements locaux appliqués à l'échelle communale ou intercommunale [GRAIE, 2009].

La maîtrise des flux de contaminants associés aux eaux pluviales urbaines correspond généralement à un enjeu national mentionné dans la plupart des documents directeurs produits à des échelles faiblement décentralisées. En France, mais également aux Etats-Unis, cette forte implication de l'Etat central ou des institutions régionales dans la mise en œuvre des politiques environnementales se traduit par exemple par un encadrement direct des rejets d'eaux pluviales par des agences gouvernementales ou faiblement décentralisées (cas en France des autorisations au titre de la Loi sur l'Eau) [US-EPA, 2004 ; MISEN-PL, 2008 ; DDT-03, 2011]. Dans le cas de rejets vers les réseaux d'assainissement, les règlements locaux sont alors supposés intégrer les objectifs de maîtrise des flux de polluants définis au niveau national ou régional. Les critères ou principes de gestion visant spécifiquement à réduire les flux de polluants dirigés vers les milieux récepteurs semblent donc fréquemment être fixés à des niveaux faiblement décentralisés et être par la suite repris ou adaptés par les collectivités locales [CH2MILL, 2002 ; Chouli, 2006 ; HRM, 2006 ; CIRIA, 2007 ; DWA, 2007 ; VSA, 2008 ; PWD, 2011 ; ACC, 2013] (bien que cette remarque ne soit pas nécessairement valable pour les villes de taille importante où l'expertise des services d'assainissement laisse une plus grande place à l'innovation).

A l'inverse, des critères destinés à assurer le bon fonctionnement des réseaux sont très fréquemment définis au niveau local par les propriétaires des réseaux ou les collectivités responsables de la pollution occasionnée par ces derniers sur les milieux récepteurs. Ces critères complètent ainsi les exigences environnementales fixées à un niveau faiblement décentralisé et ne sont en principe supposés permettre de limiter la dégradation des milieux récepteurs qu'à travers la prévention des dysfonctionnements des réseaux, et notamment les déversements d'orage. Le règlement

d'assainissement de la ville de Lille reprend ainsi directement les préconisations du SDAGE imposant d'avoir autant que possible recours à l'infiltration à la source des eaux pluviales urbaines tout en y ajoutant un critère de gestion complémentaire de limitation systématique des débits de fuite vers les réseaux à 2/l/s/ha. De la même manière, un débit de fuite maximal pour les rejets en réseau unitaire complète, pour la ville de Philadelphie, les critères d'interception volumiques définis au niveau de l'Etat de Pennsylvanie [PDEP, 2006 ; Smullen, 2008].

Néanmoins, ces critères locaux, essentiellement quantitatifs, peuvent dans certains cas éclipser les préconisations qualitatives nationales ou régionales. Les objectifs nationaux/régionaux de maîtrise de la contamination issue des eaux pluviales ne sont en effet pas systématiquement répercutés par les gestionnaires des réseaux dans les règlements locaux. Ainsi, en France, bien que la plupart des règlements d'assainissement fassent état de la nécessité de limiter à la source les volumes ruisselés, le seul critère objectivable de dimensionnement fourni aux aménageurs demeure souvent un simple débit de fuite [NM, 2004 ; LMCU, 2005 ; LACUB, 2013]. Bien qu'en partie explicable par l'absence de critères de gestion ciblant spécifiquement la maîtrise des flux de polluants dans les documents régionaux et nationaux, cette situation n'est néanmoins pas spécifique à la France ; ainsi, l'unique critère de conception des solutions de traitement des eaux pluviales donné par la ville de West Jordan aux Etats-Unis est de la même manière une valeur maximale de débit de fuite [BCA, 2004].

Le contexte institutionnel et plus particulièrement la fragmentation des responsabilités (telle qu'identifiée par Roy *et al.* [2008]) pourrait en partie expliquer le manque de cohérence entre les efforts régionaux ou nationaux pour la maîtrise des flux de polluants et les critères de gestion effectivement adoptés au niveau local. En France, cette inadéquation des critères locaux vis-à-vis des objectifs environnementaux correspond probablement au fait que la maîtrise des flux de polluants demeure une préoccupation secondaire pour les acteurs locaux, plus réceptifs aux problèmes quantitatifs de débordement des réseaux, les plus visibles et les touchant plus directement que la pollution des milieux récepteurs [Aires, 2008 ; Petrucci, 2013]. Par ailleurs, la maîtrise de la pollution générée par temps de pluie demeure sans doute encore largement envisagée comme la prévention des déversements unitaires ce qui expliquerait la persistance des critères de gestion liés au fonctionnement des réseaux. Enfin, l'adoption au niveau local de critères a priori strictement quantitatifs, basés sur la limitation des débits de fuite, peut parfois correspondre au fait que des bénéfices en termes de réduction des flux de polluants puissent être attendus de leur mise en œuvre. Cette question sera abordée plus en détail en III.1.

## III. LES DIFFÉRENTS CRITÈRES IDENTIFIÉS

### III.1. La régulation des débits : parfois envisagée comme un critère de réduction des flux

La régulation des débits de pointe est généralement destinée à limiter les dysfonctionnements des réseaux lors d'événements rares. En Europe comme en Amérique du Nord les valeurs des débits de pointe sont généralement justifiées par la capacité des réseaux ou la nécessité de maintenir en aval des conditions hydrologiques « pré-développement », notamment pour limiter les phénomènes d'érosion dans les cours

d'eau [Balascio, 2009]. L'utilisation exclusive de ce critère pourrait correspondre au fait que le traitement des eaux pluviales n'est d'une part supposé nécessaire que pour les surfaces urbaines les plus contaminées, et de l'autre, que la limitation des débits de fuite puisse être considérée comme une solution pertinente pour la maîtrise des flux de polluants. En France, de nombreux règlements d'assainissement, basés sur des débits de fuite, n'exigent ainsi le traitement du ruissellement que pour des surfaces telles que des aires de stationnement, ce qui suppose que la seule réduction des débits, ne donnant pas nécessairement lieu à un abattement des flux de polluants (en particulier dans le cas où des structures de rétention imperméables seraient utilisées), est « suffisante » pour les surfaces les plus courantes. D'après les travaux de Bressy *et al.* [2011], si les concentrations mesurées sur les surfaces à l'amont sont généralement inférieures à celles observées à l'aval des réseaux d'assainissement (ce qui est alors favorable à une gestion et une évacuation locale de ces eaux), celles-ci demeurent néanmoins significatives pour certains micropolluants. Compte tenu de l'importance des volumes de ruissellement en jeu, la contribution des surfaces habituellement considérées comme faiblement contaminées à la pollution diffuse des milieux ne doit donc pas être négligée. Il semble par ailleurs important de noter que quand bien même ce ruissellement serait effectivement très faiblement contaminé, une régulation avec restitution de l'intégralité du volume ruisselé vers le réseau n'aurait probablement que peu de sens du fait des risques importants de sur-contamination lors du transfert en réseau [Bressy, 2011a].

La rétention temporaire des volumes ruisselés rendue nécessaire par les contraintes de limitation des débits peut effectivement contribuer à la réduction des flux polluants rejetés vers les réseaux ou les milieux récepteurs car permettant l'infiltration ou l'évapotranspiration d'une partie des volumes capturés et donc l'abattement d'une partie des flux de polluants ruisselés, mais également parce que favorisant certains processus de dépollution (décantation, filtration, adsorption). La régulation des débits est ainsi parfois envisagée comme une alternative à l'abattement des volumes ruisselés [LSL, 2009 ; Lehoucq, 2013] ou bien tout simplement supposée pertinente pour la maîtrise des flux de polluants, le débit de fuite étant alors assimilé à un critère permettant de respecter les objectifs de bon état écologique pour les milieux récepteurs [MISEN-PL, 2008 ; LSL, 2009 ; DDAF-76, 2013 ; DDT-36, 2013]. L'efficacité des ouvrages de régulation des débits pour la maîtrise des flux de polluants semble néanmoins très variable d'une réalisation à une autre et assez dépendante de leur conception [Bressy, 2011b]. La seule définition d'un débit de fuite ne permet donc a priori pas de garantir une maîtrise efficace des contaminants ; l'adoption de critères plus directement rattachés à la gestion des flux de polluants est donc probablement préférable à l'unique recours à une limitation des débits de fuite.

### III.2. Les critères volumiques : vers une réduction des flux de polluants

#### III.2.1. Le traitement d'un volume « de qualité »

La définition d'une hauteur de ruissellement ou de précipitation devant être interceptée par un ouvrage de traitement quelconque (le « volume de qualité ») est probablement l'approche la plus répandue à l'international pour la gestion des flux de polluants associés au ruissellement urbain (cf. tableau 1). Bien que des exceptions puissent être mentionnées, la détermination de la hauteur d'eau à traiter repose généralement sur l'interception de la totalité des événements fréquents et d'une fraction du volume produit par les événements plus importants [CIRIA, 2007]. Les hauteurs d'eau, telles que fournies dans le tableau 1, sont en effet supposées, en Amérique du Nord ou en Nouvelle-Zélande, permettre le traitement de 80 à 90 % des volumes annuels ruisselés [IDNR, 2003 ; ARC, 2010b]. Ces hauteurs d'eau ne sont cependant pas systématiquement justifiées. Le tableau 1 fait ainsi apparaître des écarts considérables dans les objectifs d'interception donnés aux aménageurs d'un pays ou d'une région à l'autre. Les temps de vidange réglementaires étant généralement situés entre 24 et 72 h, les débits de fuite nécessaires à l'évacuation de volumes parfois très importants (Amérique du Nord et Nouvelle Zélande) seront alors relativement élevés ce qui peut amener à s'interroger sur l'efficacité de tels ouvrages vis-à-vis des pluies courantes.

Les documents édités par les autorités environnementales de la région d'Auckland ou de l'Etat d'Iowa indiquent que cette hauteur d'eau peut être déterminée à partir des événements classés pour une chronique suffisamment longue, en retenant la valeur supérieure à 80 à 90 % des événements pluvieux identifiés. Ce calcul fournit a priori des volumes d'interception supérieurs à 80 à 90 % du volume annuel ruisselé, car une partie du volume généré par les événements les plus extrêmes est également interceptée. Cette approche est néanmoins très sensible au mode de définition des événements pluvieux. L'utilisation d'une chronique de pluie de 15 ans en région Parisienne conduirait par exemple à retenir des volumes « de qualité » compris entre 8 mm et 21 mm suivant si la durée de temps sec minimale considérée pour la séparation des événements est de 3 h ou de 24 h. Enfin, le volume annuel effectivement intercepté est directement lié au temps de vidange des ouvrages : ce paramètre devrait alors probablement être pris en compte pour la définition des événements pluvieux.

Le recours à un tel critère suppose par ailleurs implicitement un traitement efficace des volumes interceptés, quel que soit l'ouvrage retenu et la dynamique d'émission des contaminants. Il est ainsi généralement considéré en Amérique du Nord que le traitement de 90 % des volumes annuels ruisselés permet d'atteindre une réduction de 80 à 90 % des flux annuels de MES dirigés vers les milieux

Tableau 1 : Différentes valeurs pour les critères de volume « de qualité ».

Pays	Volume à intercepter
USA [MDE, 2000 ; NJDEP, 2004; PDEP, 2006]	25 à 50 mm
Canada [AEP, 1999; MDDEP, 2012]	25 mm
Royaume Uni [CIRIA, 2007]	10 à 15 mm (pour les ouvrages de rétention)
Nouvelle Zélande [NZWERF, 2004; ARC, 2010a]	16 à 43 mm
Pays Bas [GB, 2007; WAM, 2011]	2 à 9 mm (volume ruisselé)

récepteurs, bien que des études aient clairement mis en évidence la variabilité de l'efficacité des techniques alternatives [CWP, 2007]. La notion de « traitement » n'est par ailleurs pas nécessairement la plus pertinente dans le cas de la gestion à la source de volumes modérément contaminés, l'abattement des flux de polluants pouvant être induit à la fois par des processus spécifiques de « traitement » (concentrations plus faibles en sortie d'ouvrage) et par la réduction des volumes ruisselés [Davis, 2009 ; Trowsdale, 2011]. Il serait donc probablement préférable de retenir des critères strictement hydrologiques, portant sur la réduction des volumes ruisselés plutôt que le traitement des volumes interceptés dont les bénéfices sont nettement plus incertains.

*III.2.2. L'abattement des volumes ruisselés comme alternative au traitement*

L'abattement d'un volume de ruissellement donné suppose son interception sans restitution vers les réseaux ou les milieux récepteurs, celui-ci étant alors infiltré ou évapotranspiré. Ce type de critère, relativement peu répandu à l'échelle internationale, peut être adopté pour répondre à des enjeux variés.

La définition d'un volume de « recharge », devant être impérativement être infiltré, est par exemple fréquente aux Etats Unis, mais vise surtout à maintenir un niveau naturel d'alimentation des aquifères [MDE, 2000 ; MPCA, 2008]. En France, bien que l'infiltration des pluies courantes soit largement encouragée [CERTU, 2003], les politiques de « zéro rejet » mentionnées dans certains règlements d'assainissement, préconisant d'éviter autant que possible les rejets en réseau, sont pour l'heure le plus souvent destinées à limiter la fréquence de leurs dysfonctionnements [HBCA, 2010 ; SyAGE, 2013]. A l'inverse, l'abattement des volumes ruisselés est, en Colombie Britannique ou dans la ville de Portland, explicitement envisagé comme une stratégie multi-objectifs autorisant à la fois une gestion quantitative des eaux pluviales et une réduction significative des flux de polluants rejetés vers les milieux naturels [BC-MWLAP, 2002 ; CH2MILL, 2002 ; PBES, 2008]. On notera cependant qu'en France, les directives données aux services instructeurs des dossiers Loi sur l'Eau préconisent désormais l'infiltration des pluies courantes [CERTU, 2011 ; DRIEE, 2012], de même que certains documents de gestion publiés par les Agences de l'Eau encouragent aujourd'hui plus largement l'abattement des volumes ruisselés [CBAP, 2009 ; AESN, 2011].

Les critères d'abattement garantissent probablement des niveaux de réduction des flux de polluants plus constants que des approches basées sur le traitement des volumes interceptés, car moins sensibles à la conception des ouvrages. Comme l'indique le tableau 2, les hauteurs d'eau retenues varient néanmoins considérablement d'un cas à l'autre et

la détermination d'une valeur optimale à abattre demeure probablement complexe. En effet, l'abattement des flux de polluants ne peut d'une part être considéré comme proportionnel à celui des volumes d'eaux du fait de la variabilité temporelle des concentrations dans les eaux de ruissellement, et dépend d'autre part du temps de vidange des ouvrages et donc de la nature des sols.

Il semble enfin particulièrement important de souligner que la notion d'abattement ou de réduction partielle des volumes ruisselés devrait probablement être préférée à celle d'infiltration, l'infiltration massive n'étant en effet pas nécessairement souhaitable dans les sols les plus perméables (risque de contamination des nappes), ni possible dans les sols très peu perméables (où le simple stockage dans des couches superficielles vidangées par évapotranspiration pourra néanmoins probablement donner lieu à une réduction des volumes ruisselés).

**III.3. Les difficultés inhérentes à la définition de critères de gestion non-hydrologiques**

Les préconisations données pour la maîtrise des flux de polluants peuvent dans certains cas reposer sur des critères numériques portant directement sur les contaminants (qu'il s'agisse de concentrations maximales dans les effluents, dans les milieux, ou d'abattelements des masses annuelles de polluants).

Des objectifs d'abattement des masses annuelles de MES figurent par exemple à titre indicatif dans les guides de gestion Américains, Canadiens ou Néo-Zélandais. Ces valeurs ne sont cependant généralement pas directement utilisées pour le dimensionnement et la conception des techniques alternatives, l'interception d'un « volume de qualité » étant alors supposée permettre d'atteindre un tel niveau de traitement [MPCA, 2008 ; ARC, 2010a ; MDDEP, 2012]. A l'inverse, les réglementations australiennes reposent exclusivement sur l'abattement des masses annuelles de MES, de l'azote et des nitrates totaux (respectivement à hauteur de 80 %, 60 % et 45 %) [NTDPI, 2009 ; TCC, 2011]. Une telle approche suppose alors que les niveaux d'abattelements proposés permettent en toute circonstance d'atteindre des masses rejetées vers les milieux « acceptables » pour l'ensemble des contaminants. Il semble néanmoins difficile d'affirmer que les flux émis par des surfaces fortement contaminées, après mise en œuvre des solutions destinés au traitement de ces trois polluants, auront bel et bien un impact négligeable sur les milieux récepteurs, tandis que, pour des surfaces faiblement contaminées, des niveaux d'abattement plus faibles pourraient suffire [Strecker, 2004]. Les documents de gestion des eaux pluviales allemands ou suisses [DWA, 2007 ; VSA, 2008], également basés sur la réduction des flux de

Tableau 2 : Différentes valeurs pour le critère d'abattement/d'infiltration.

Pays	Infiltration	Abattement
USA [MDE, 2000 ; CEI, 2003; IDNR, 2003]	2 à 25 mm (selon le type de sol)	
Portland, USA [PBES, 2008]	90 % du volume annuel ruisselé	
Colombie Britannique, Canada [BC-MWLAP, 2002]		Jusqu'à 30 mm
Paris , France [Nezeys, 2013]		4 à 16 mm
Haut de Bièvre, France [HBCA, 2010]		«Zéro rejet»
Bassin de l'Yerre, France [SyAGE, 2013]		«Zéro rejet»

polluants utilisent ainsi un système d'indicateur permettant de déterminer le niveau de traitement nécessaire en tenant à la fois compte de la sensibilité des milieux récepteurs et de la charge polluante produite sur le bassin versant considéré.

Des concentrations maximales dans les effluents peuvent de la même manière être définies. Ces dernières demeurent alors en pratique le plus souvent informatives. Les seuils figurant dans le plan de développement de la Région d'Auckland pour le zinc et cuivre sont ainsi supposés pouvoir être atteint avec la plupart des techniques alternatives en respectant les critères volumiques de dimensionnement [ARC, 2013]. En France les seuils réglementaires fournis par les services de l'Etat, ne sont de la même manière, pas directement rattachés à la conception des techniques alternatives [DDT-03, 2011]. L'estimation de concentrations en sortie d'ouvrage demeure en effet problématique, car très variable d'une solution ou d'un évènement à l'autre, et reposant sur des processus physico-chimiques encore mal connus [Vezzaro, 2012].

Enfin, la définition des concentrations admissibles ou des abattements annuels à atteindre reste probablement assez délicate. Ainsi, les concentrations limites données en France par les services déconcentrés de l'Etat dans le cadre des procédures d'autorisation de rejet au titre de la loi sur l'eau peuvent par exemple être assez variables et relativement élevées par rapport aux valeurs mesurées par Bressy *et al.* [2011] dans les eaux de ruissellement. La Mission Inter Service de l'Eau de l'Yonne préconise par exemple une concentration maximale en zinc dans les effluents urbains de 2 mg/l (identique à la valeur donnée dans le cas d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) [MISEN-89, 2010], valeur très supérieure aux concentrations usuelles en milieu urbain et aux normes de qualité environnementales.

#### IV. INCIDENCE SUR LE CHOIX DES OUVRAGES ET PERSPECTIVES

La question de l'incidence de ces différents critères de gestion sur le choix et la conception des techniques alternatives, et leur propension ou non à favoriser le développement de solutions de gestion « à moindre impact » des eaux pluviales doit être posée. Le dimensionnement à partir d'un débit de fuite admissible ne se limite le plus souvent qu'au calcul d'un volume de stockage. L'adoption de structures compactes, souvent imperméables et enterrées, peu efficaces pour le maintien de conditions hydrologiques naturelles et la maîtrise des flux de polluants [Scholes, 2008], semble ainsi être privilégiée par les aménageurs lorsque seul ce type de critère est employé [Lehoucq, 2013]. L'abattement des volumes ruisselés nécessitant des surfaces importantes (influençant directement l'évapotranspiration et l'infiltration), la définition d'un volume « à traiter » pourrait alors également amener les aménageurs à privilégier les solutions plus conventionnelles de traitement-restitution. Enfin, le dimensionnement des techniques alternatives à partir des critères portant directement sur les polluants demeure complexe et incertain lorsqu'il suppose la modélisation de processus physicochimiques encore mal connus. En Australie, des méthodes simplificatrices telles que des abaques permettent ainsi de relier l'efficacité de différentes techniques alternatives à leur surface [NTDPI, 2009 ; TCC, 2011]. L'hypothèse d'une efficacité entièrement déterminée par la taille de l'ouvrage reste cependant très discutable, celle-ci étant en effet également conditionnée par la conception de l'ouvrage (mode d'alimentation et de vidange, temps de séjour, nature du substrat filtrant,...) et les

spécificités des polluants produits sur le bassin versant (niveau de concentration, polluants dissous ou particuliers, ...).

Plus généralement, le manque de méthodologie permettant d'évaluer si les solutions de gestion des eaux pluviales permettent effectivement d'atteindre les objectifs réglementaires et de quantifier leurs effets sur les flux d'eau et de contaminants constitue très probablement un frein à l'adoption de techniques plus innovantes. Ainsi, bien que l'effet de réduction des volumes ruisselés à l'échelle annuelle des toitures végétalisées soit reconnu et que ces dernières soient prisées par les aménageurs lorsque le foncier disponible est contraint [Horwitz-Bennett, 2013], la quantification précise leur effet sur les débits de pointes reste par exemple délicate car variable d'un évènement à l'autre [Carter, 2006 ; Stovin, 2012]. La difficulté à tenir compte de l'effet de certaines techniques alternatives n'est pas spécifique aux critères basés sur les débits ou l'abattement des masses annuelles de polluants. Ainsi, l'abattement des volumes ruisselés dans les ouvrages ne donnant lieu à aucune infiltration tels que les dispositifs de bio-filtration drainés [Hatt, 2009 ; Daly, 2012], les dispositifs de stockage imperméables couverts d'une couche de substrat végétalisés, ou les solutions de collecte et transfert à ciel ouvert (bandes enherbées, noues,...) demande à être mieux quantifié.

Parmi les quatre critères identifiés, la réduction des volumes ruisselés par évaporation et/ou infiltration semble à plusieurs égards être le meilleur moyen de limiter à la source la contribution des eaux de ruissellement urbaines à la pollution diffuse des milieux aquatiques superficiels (l'abattement des volumes expliquant en effet en partie l'efficacité des ouvrages). La quantification d'un volume « à abattre » optimal pour la maîtrise à la source des flux de polluants demeure néanmoins une question à part entière car nécessitant à la fois de tenir compte de la distribution des évènements pluvieux et de la dynamique d'émission des polluants. La simulation de différentes stratégies d'abattement des volumes ruisselés, pour des chroniques de pluie suffisamment longues sur différents types de surfaces urbaines auxquelles correspondraient différentes dynamiques d'émission des contaminants permettrait alors probablement de mieux caractériser l'impact de ce type d'approche sur les flux de polluants rejetés vers les milieux récepteurs. La gestion des eaux pluviales ne se limitant par ailleurs pas à la définition d'un simple critère hydrologique chiffré, l'adoption de solutions pertinentes pour une maîtrise à la source des flux de polluants supposera que des outils de conception puissent être mis à la disposition des aménageurs et leur permettent notamment d'adapter les hauteurs à intercepter au type de solution de gestion mise en œuvre et, éventuellement, aux caractéristiques des surfaces urbaines considérées.

#### V. RÉFÉRENCES

- ACC (2013) — Annapolis Code of Ordinance. Annapolis, Règlement local <http://library.municode.com/HTML/16754/book.html>
- AEP, ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION, MUNICIPAL PROGRAM DEVELOPMENT BRANCH ENVIRONMENTAL SCIENCES DIVISION ENVIRONMENTAL SERVICE (1999) — Stormwater Management Guidelines for the Province of Alberta, T/ 378
- AESN, AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE (2011) — Maîtriser les pollutions dès l'origine du ruissellement dans les aménagements urbains
- AHIBLAME L. M., B. A. ENGEL AND I. CHAUBEY (2011) — Effectiveness of Low Impact Development Practices: Literature Review and Suggestions for Future Research. *Water, Air, & Soil Pollution*. **223** : 4253-4273

- AIRES N. AND E. CAVAILLES (2008) — *Les techniques de contrôle des flux polluants dès la source du ruissellement : retour d'expérience technico-économique en Ile-de-France*. Agence de l'Eau Seine Normandie
- ANDOH R. Y. G. AND C. DECLERCK (1997) — A cost effective approach to stormwater management? Source control and distributed storage. *Water Science and Technology*. **36** : 307-311
- ARC (2010) — Design guideline manual stormwater treatment Auckland, Auckland. *Regional Council. TP-10*
- ARC, AUCKLAND REGIONAL COUNCIL (2010) — *Review of TP10 Water Quality Volume Estimation*
- ARC, AUCKLAND REGIONAL COUNCIL (2013) — Auckland Unitary Plan 125. Document de planification <http://unitaryplan.aucklandcouncil.govt.nz/pages/xc.enquire/UnitaryPlanElectronicPrint.aspx>
- BALASCIO C. C. AND W. C. LUCAS (2009) — A survey of storm-water management water quality regulations in four Mid-Atlantic States. *Journal of Environmental Management*. **90** : 1-7
- BC-MWLAP, BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF WATER, LAND AND AIR PROTECTION (2002) — *Stormwater Planning: A guidebook for British Columbia*. Environment Canada & BC-MWLAP
- BCA, BOWEN COLLINS & ASSOCIATES (2004) — *West Jordan Master Drainage Study*. West Jordan
- BRESSY A., M.-C. GROMAIRE C. LORGEUX M. SAAD F. LEROY AND G. CHEBBO (2011) — Contamination des eaux pluviales d'un bassin versant résidentiel dense amont. *Techniques - Sciences - Méthodes*. **4** : 28-36
- BRESSY A., M.-C. GROMAIRE C. LORGEUX M. SAAD F. LEROY AND G. CHEBBO (2011) — Incidence des modes alternatifs de gestion des eaux de ruissellement sur les flux d'eau et de contaminants. *Techniques - Sciences - Méthodes*. **4**
- CARTER T. L. AND T. C. RASMUSSEN (2006) — Hydrologic Behavior of Vegetated Roofs. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*. **42** : 1261-1274
- CBAP, COMITE DE BASSIN ARTOIS PICARDIE (2009) — *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux - Artois Picardie*
- CEI, COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL INC. (2003) — Design Guidelines and Criteria for Stormwater Management New Hampshire
- CERTU, CENTRE D'ETUDE SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (2011) — Rubrique 2.1.5.0 - Rejets d'eaux pluviales. Repères à destination des instructeurs de la police de l'eau et des milieux aquatiques. *Procédures d'autorisation et de déclaration des projets d'aménagement au titre du Code de l'environnement*
- CERTU, CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (2003) — *La ville et son assainissement : principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. DGALN
- CHÉMILL (2002) — *Policy and Design Criteria Manual for Surface Water Management Chilliwack, Canada, City of Chilliwack*
- CHOULI E. (2006) — *La gestion des eaux pluviales urbaines en Europe : analyse des conditions de développement des techniques alternatives*. Ecole Nationale des ponts et Chaussées, Université Paris Est
- CIRIA, (WOODS-BALLARD B. KELLAGHER R. JEFFERIES C. BRAY R. SHAFFER P.) (2007) — The SUDS Manual. London, CIRIA. **C697**
- CWP, CENTER FOR WATERSHED PROTECTION (2007) — National Pollutant Removal Performance Database
- DALY E., A. DELETIC B., E. HATT AND T. D. FLETCHER (2012) — Modelling of stormwater biofilters under random hydrologic variability: a case study of a car park at Monash University, Victoria (Australia). *Hydrological Processes*. **26** : 3416-3424
- DAVIS A., W. HUNT, R. TRAVER AND M. CLAR (2009) — Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs. *Journal of Environmental Engineering*. **135** : 109-117
- DDAF-76, DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DE SEINE MARITIME (2013) — *Intégrer la gestion des eaux pluviales dans un projet d'urbanisation*
- DDT-03, DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES DE L'ALLIER - SERVICE POLICE DE L'EAU (2011) — *La gestion des eaux pluviales et la loi sur l'eau - Guide de constitution des dossiers de déclaration et d'autorisation*
- DDT-36, DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES DE L'INDRE - SERVICE EAU FORETS ET ESPACES NATURELS (2013) — *Guide technique relatif à la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement*
- DRIEE, DIRECTION REGIONALE ET INTER-DEPARTEMENTALE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ENERGIE D'ILE DE FRANCE (2012) — *Doctrine relative à l'instruction des dossiers de rejets d'eaux pluviales dans le cadre de la police de l'eau (rubrique 2.1.5.0.) et de la police des ICPE*
- DWA, DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2007) — *Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (Recommandation relatives au traitement des eaux pluviales)*. DWA. *DWA-M 153 F*
- GB, GEMEENTE BLOEMENDAAL (2007) — *Waterplan Bloemendaal. Gemeente Bloemendaal, Hoogheemraadschap van Rijnland*
- GRAIE, GROUPE DE RECHERCHE RHONE ALPES SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU (2009) — *Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme*
- HATT B. E., FLETCHER, TIM D., DELETIC, ANA (2009) — Hydrologic and pollutant removal performance of stormwater biofiltration systems at the field scale. *Journal of Hydrology*. **365** : 310-321
- HBCA, HAUTS DE BIEVRE - COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION (2010) — *Règlement du service public d'assainissement collectif*
- HORWITZ-BENNETT B. (2013) — Taking Stormwater by Storm. *Environmental Design & Construction*. **16** : 41-47
- HRM, DILLON CONSULTING LTD (2006) — *Stormwater Management Guidelines*. Halifax, Halifax Regional Municipality
- IDNR, IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESSOURCE (2003) — *Stormwater Manual*. IDNR
- LACUB, COMMUNAUTE URBAINE DE LA VILLE DE BORDEAUX (2013) — *Règlement du Service Public de l'Assainissement Collectif*
- LEHOUCQ C., A.-C. MICHAUD Y. KOVACS S. FORESTIER C. BERTRAND C. CARRE AND B. TASSIN (2013) — *Bilan et perspectives sur la gestion des eaux pluviales à la parcelle sur le territoire des Hauts-de-Seine Points forts, réticences et axes Techniques Sciences et Méthodes*. 42-49
- LMCU, LILLE METROPOLE COMMUNAUTE URBAINE (2005) — *Règlement d'assainissement*. LMCU
- LSL, LÄNSSTYRELSEN I SKÅNE LÄN - SKÅNE LÄNSSTYRELSEN (2009) — *PlanPM Dagvatten*. MALMÖ, LSL
- MDDEP, MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2012) — *Guide de gestion des Eaux Pluviales : Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*. Province du Québec
- MDE, MARYLAND DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (2000) — Maryland Stormwater Design Manual. Baltimore. *MDE - WATER MANAGEMENT ADMINISTRATION*
- MISEN-89, MISSION INTER SERVICES DE L'EAU ET NATURE (2010) — *La gestion des eaux pluviales - Notice technique et réglementaire*
- MISEN-PL, MISSION INTERSERVICE DE L'EAU PAYS DE LOIRE - SARTHE MAYENNE VENDEE MAINE ET LOIRE LOIRE-ATLANTIQUE (2008) — *Dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la loi sur l'eau - Constitution et instruction des dossiers & Préconisations techniques*. **2**
- MPCA, MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY (2008) — *The Minnesota Stormwater Manual*. St Paul, MPCA

- NEZEYS A. (2013) — *Un zonage pluvial pour Paris : Réintégrer les eaux pluviales dans le grand cycle de l'eau*. Novatech. GRAIE. Lyon (France)
- NJDEP, NEW JERSEY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION DIVISION OF WATERSHED MANAGEMENT (2004) — *NJ Stormwater Best Management Practices Manual*. NJ-DEP
- NM, NANTES METROPOLE DIRECTION GENERALE DES SERVICES URBAINS (2004) — *Règlement d'Assainissement Collectif*
- NTDPI, NORTHERN TERRITORY DEPARTMENT OF PLANNING AND INFRASTRUCTURE (2009) — *Water Sensitive Urban Design: Technical Design Guidelines*. Darwin, NTDPI
- NZWERF, NEW ZEALAND WATER ENVIRONMENT RESEARCH FOUNDATION (2004) — *On-Site Stormwater Management Guideline*. Wellington, NZWERF
- PBES (2008) — *Portland Stormwater Management Manual*. Portland, Oregon, USA, Portland Bureau of Environmental Services
- PDEP, PENNSYLVANIA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (2006) — *Pennsylvania Stormwater BMP Manual*
- PETRUCCI G., E. RIOUST J.-F., DEROUBAIX AND B. TASSIN (2013) — Do stormwater source control policies deliver the right hydrologic outcomes? *Journal of Hydrology*. **485** : 188-200
- PWD, PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT OFFICE OF WATERSHEDS (2011) — *Stormwater Management Guidance Manual*. Philadelphia, PWD
- ROY A. H., S. J. WENGER, T. D. FLETCHER, C. J. WALSH, A. R. LADSON, W. D. SHUSTER, H. W. THURSTON AND R. R. BROWN (2008) — Impediments and Solutions to Sustainable, Watershed-Scale Urban Stormwater Management: Lessons from Australia and the United States. *Environmental Management*. **42** : 344-359
- SCHOLES L., D. M. REVITT AND J. B. ELLIS (2008) — A systematic approach for the comparative assessment of stormwater pollutant removal potentials. *Journal of Environmental Management*. **88** : 467-478
- SMULLEN J. T., MYERS R.D., REYNOLDS S.K., AND MAIMONE M. (2008) — A Green Approach to Combined Sewer Overflow Control: Source Control Implementation on a Watershed Scale. *11th International Conference on Urban Drainage*. Edinburgh, Scotland, UK
- STOVIN V., G. VESUVIANO AND H. KASMIN (2012) — The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions. *Journal of Hydrology*. **414-415** : 148-161
- STRECKER E. W., M. QUIGLEY B., URBONAS J., CLARY AND J. O'BRIEN (2004) — Urban Stormwater BMP Performance: Recent Findings from the International Stormwater BMP Database Project. *Novatech. Lyon, GRAIE*
- SYAGE, SYNDICAT MIXTE POUR L'ASSAINISSEMENT ET LA GESTION DES EAUX DU BASSIN DE L'YERRES (2013) — Piéger l'eau de pluie là où elle tombe. *Eau & Environnement (magazine trimestriel du SyAGE)*. **65**
- TCC, TOWNSVILLE CITY COUNCIL, AECOM (AUSTRALIA) (2011) — WSUD Technical Design Guidelines for the Coastal Dry Tropics. *Queensland Department of Environment, Water, Heritage and the Arts*
- TROWSDALE S. A. AND R. SIMCOCK (2011) — Urban stormwater treatment using bioretention. *Journal of Hydrology*. **397** : 167-174
- US-EPA, US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2004) — *Stormwater Best Management Practices Design Guide, General Considerations*. United States Environmental Protection Agency. I
- VEZZARO L., A. LEDIN AND P. S. MIKKELSEN (2012) — Integrated modelling of Priority Pollutants in stormwater systems. *Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C* **42-44** : 42-51
- VSA, VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE (2008) — *Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations - Mise à jour de 2008*. VSA
- WAM, WATERSCHAP AA EN MAAS (2011) — *Beleidsnota Hemelwater. Meuse & Aa Holland*