

## La pluie, une alliée des territoires urbains

Et si l'eau de pluie devenait un atout pour construire des espaces urbanisés plus agréables et plus résilients ? L'objet est de revaloriser le cycle naturel de l'eau en l'intégrant dans la ville. Martine LE BEC, avec le concours de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, H2o janvier 2017.

LA PLUIE, une alliée des territoires urbains

LE CAS DU BASSIN DE SEINE-NORMANDIE

L'élaboration et la mise en œuvre de politiques de gestion des eaux pluviales adaptées à chaque territoire est une source de bénéfices multiples pour tous les acteurs du bassin : qualité des milieux, prévention des inondations et de l'érosion, bio-climatisation, végétalisation et amélioration de la biodiversité... Les pluies courantes sont les plus faciles à valoriser dans l'espace urbain quelles que soient les contraintes locales. L'article portera donc en priorité sur cette ressource urbaine encore trop souvent méprisée. Et si l'eau de pluie devenait un atout pour construire des espaces urbanisés plus agréables et plus résilients ?

Martine LE BEC

avec le concours de l'Agence de l'eau Seine-Normandie

photos, un dimanche pluvieux à Paris, 26 avril 2015

h2o - janvier 2017

 

Pourquoi bien gérer les eaux pluviales en zone urbaine 

L'urbanisation d' clin e sous forme d'une imperméabilisation croissante des sols et la collecte systématique des eaux de ruissellement dans des réseaux d'assainissement ont montré leurs limites techniques et économiques au cours des dernières décennies. Les canalisations ne peuvent pas assurer la collecte de quantités d'eaux illimitées. Elles sont couramment dimensionnées pour éviter des débordements lors de pluies qui ont des chances de se produire une fois tous les dix ans. Au-delà d'un certain seuil, les effluents vont déborder sur les voiries, dans les caves, aux points bas des villes. Les inondations ainsi provoquées sont de plus en plus difficiles à maîtriser et coûtent cher à la collectivité. Mais les rejets urbains de temps de pluie contribuent également à la dégradation de la qualité des cours d'eau et du littoral : lors d' v nements pluvieux, les eaux de ruissellement issues de l'imperméabilisation croissante des sols se mélangent dans les réseaux avec des dépôts et des eaux usées. Au niveau des déversoirs d'orage mis en place sur les réseaux d'assainissement pour éviter la surcharge de la station d'épuration des eaux usées, des déversements d'eaux polluées

peuvent se produire dans les milieux naturels lors de pluies courantes. Les polluants susceptibles d'être rencontrés sont nombreux : matières organiques, métaux lourds, pesticides, HAP, virus, bactéries, déchets flottants..

L'imperméabilisation, le béton des villes engendrent un phénomène d'îlot de chaleur urbain se caractérisant par une augmentation de température ; ce phénomène sera aggravé par le changement climatique. Les surfaces végétales ou la présence d'eau participent à la bio-climatisation de la ville, par des échanges thermiques liés à la transpiration des plantes ou à la simple évaporation. Pourtant l'aménagement des villes a rimé longtemps avec l'extension et la minéralisation de l'espace urbain, aux dépens des espaces verts et naturels, et cette tendance a prévalu jusqu'à ce que l'on observe des phénomènes identifiés de "carence en espaces verts" dans de nombreuses agglomérations. Les habitants des villes sont en effet en demande "de vert", de villes qui respirent et plus connectées à la nature. Au-delà de l'amélioration du cadre de vie, des études montrent que la proximité à la nature est un enjeu de bien-être et de santé pour les citoyens. Redécouvrir le fonctionnement et l'intérêt de dispositifs basés sur des solutions naturelles, comme la préservation des sols et la végétalisation du bâti, favorisant également la biodiversité urbaine et la résilience des territoires, prend tout son sens aujourd'hui pour concevoir autrement des villes plus durables.

En termes de coût et d'opportunité, les solutions "tout tuyau" se sont également avérées particulièrement onéreuses. L'aménagement urbain moderne tend donc plutôt vers le développement de solutions qui valorisent les eaux de pluie "là où elles tombent", dans des espaces plurifonctionnels. Ces solutions sont plus économiques que les solutions traditionnelles (réseaux pluviaux et unitaires), aussi bien en investissement initial qu'en coût global.

Nos espaces urbains sont vulnérables aux aléas climatiques et notre environnement va changer, cela est une certitude. Nos territoires ne sont pas assez résilients pour s'adapter aux événements climatiques extrêmes comme aux mutations profondes et progressives. La stratégie d'adaptation au changement climatique du bassin Seine-Normandie, approuvée à l'unanimité par le comité de bassin du 8 décembre 2016, vise ainsi à favoriser l'infiltration à la source et à végétaliser ville.

### Bien gérer les eaux pluviales dans le bassin Seine-Normandie

Le territoire du bassin Seine-Normandie est fortement urbanisé. Le bassin Seine-Normandie se caractérise par, d'une part, une forte densité de population et, d'autre part, des zones très urbanisées. Le bassin compte 18,3 millions d'habitants sur une surface de 94 500 kilomètres carrés et 65 % de la population du bassin sont concentrés sur 1% de la surface du territoire. Par ailleurs, 9,5 % de la surface du bassin Seine-Normandie est artificialisée. L'évolution du Grand Paris aura elle-même des conséquences en matière d'assainissement : une poursuite des tendances d'évolution démographiques pourrait conduire à l'horizon 2050 à une assiette de collecte de 10,7 millions d'habitants pour la zone SIAAP (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne), ce qui malgré une baisse tendancielle des consommations d'eau, pourrait conduire à une augmentation des flux totaux d'eaux usées à traiter. S'y ajoutent les flux d'eaux pluviales arrivant aux stations qu'il faudra savoir maîtriser. Or, sur la zone SIAAP (Paris et une partie de l'Île-de-France), l'augmentation de la surface imperméabilisée sur la période 1996-2010 est évaluée à 4 % tandis que dans le même temps l'agglomération munichoise réussissait à réduire ses surfaces imperméabilisées

Quelles pluies sur le bassin Seine-Normandie ? La Seine est une rivière de plaine, de régime pluvial océanique, recevant en moyenne 820 millimètres d'eau par an. Cette pluviométrie moyenne annuelle varie cependant sur le territoire de 550 mm/an sur la Beauce à 1 200 mm/an sur les franges est et ouest du bassin. La pluie est un phénomène aléatoire. Chaque pluie est unique. Trois grandeurs caractérisent une pluie : la hauteur d'eau précipitée, la durée et l'intensité (hauteur d'eau par unité de temps). Elles varient tout au long d'un événement pluvieux et d'un événement pluvieux à l'autre. Sur Paris, alors que la moyenne annuelle est de 637 mm/an, la pluviométrie enregistrée au cours de l'année 1921 ne dépassait pas 274,4 millimètres. A contrario, d'énormes quantités d'eaux de pluie peuvent tomber en de très courts laps de temps, comme par exemple le 31 mai 1992 (192 mm en une journée à Paris Batignolles). Certains

Événements pluvieux particulièrement longs peuvent également toucher une grande partie de bassin Seine-Normandie, saturer les sols et engendrer des inondations par débordement de rivières comme ce fut le cas en mai et juin 2016.

Que deviennent les volumes d'eau apportés par la pluie sur la ville ? Quelles que soient les surfaces sur lesquelles ils tombent, les volumes d'eau produits par la pluie s'évacuent de trois façons : 1. une première partie reste stockée en surface ou dans les couches superficielles du sol, pendant quelques heures ou quelques jours, puis retourne à l'atmosphère par évaporation ou évapotranspiration ; 2. une seconde partie s'infiltré en profondeur et rejoint la nappe phréatique ; 3. une troisième partie ruisselle en surface.

À

Doc. US Environmental Protection Agency

Nota - Les répartitions en pourcentage indiquées dans le schéma sont approximatives. Elles dépendent d'un grand nombre de facteurs : climat, nature des sols, forme urbaine...

À

Comment l'urbanisation modifie-t-elle localement le bilan hydrologique ? L'imperméabilisation des sols diminue les possibilités d'infiltration. Dans les villes, peu végétalisées, la part évaporée ou évapotranspirée diminue beaucoup. En conséquence, la part d'eau qui ruisselle augmente. À l'assainissement classique contribue également à modifier ce bilan hydrologique : les eaux de ruissellement sont collectées dans des canalisations qui évacuent rapidement les eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs. Les bassins enterrés délestent éventuellement les réseaux et restituent les eaux stockées après l'événement pluvieux. En conséquence, de grandes quantités d'effluents sont déversées en quelques points de rejets.

Redécouvrir le cycle naturel de l'eau et l'intégrer dans la ville :

l'aménagement paysager absorbant ou "la ville éponge".

À

À

## Aménagement paysager absorbant

Les différentes variables hydrologiques dans le concept d'aménagement paysager absorbant (Absorbent landscape, d'après les documents du Greater Vancouver Regional District)

À

Des objectifs assignés à chaque type de pluie. Le référentiel national, établi en 2003, classe les pluies selon quatre catégories (Pluies faibles, Pluies moyennes, Pluies fortes, Pluies exceptionnelles) et les objectifs prioritaires visés en termes de gestion des eaux pluviales des zones urbaines diffèrent en fonction du type de pluie considérée. Ainsi, pour les pluies faibles à moyennes, l'objectif principal sera la maîtrise de la pollution et du bilan hydrologique local, d'une part, et la maîtrise du ruissellement et de l'érosion, d'autre part. Pour des pluies fortes à exceptionnelles, la priorité sera la maîtrise ou la gestion des inondations et la protection des personnes et des biens. Les pluies faibles sont des pluies fréquentes qui se produisent statistiquement plusieurs fois par an. Par exemple, il peut s'agir de pluies de 0,5, 1 ou 2 centimètres en 24 heures. Une pluie de 4 centimètres sur 4 heures à Paris est plutôt considérée comme une pluie moyenne à forte. L'épisode pluvieux qu'a connu le bassin Seine Normandie en mai-juin 2016 est considéré comme exceptionnel (période de retour de l'ordre de 200 ans) en raison de sa durée (cumuls journaliers de l'ordre de 50 mm/j correspondant à des périodes de retour de 10 ans). En Île-de-France, 70 % du volume de pluie annuel est précipité avec une intensité inférieure à 5 mm/h (pluies courantes de faible intensité).

Les orientations du SDAGE pour la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. La gestion des eaux pluviales est un enjeu du bassin tant en zone rurale qu'urbaine. Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie fixe donc les grandes orientations d'actions à entreprendre sur l'ensemble du territoire du bassin afin de : 1. Diminuer les pollutions des milieux aquatiques continentaux, du littoral et de la mer (d'après 1, 2, 3 et 4) ; 2. Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future (d'après 5) ; 3. Gérer la rareté de la ressource en eau (d'après 7) ; 4. Limiter et prévenir les inondations (d'après 8). Pour les zones urbaines, la maîtrise des rejets urbains de temps de pluie constitue l'une des deux orientations d'actions dont le but est de diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques (d'après 1). En effet, l'état des lieux 2013 a mis en évidence une augmentation de la contribution relative des rejets urbains de temps de pluie (rejets des réseaux séparatifs et unitaires) à la pression exercée sur les eaux superficielles. L'atteinte des objectifs de bon état des eaux ne pourra pas se faire sans une réduction des rejets urbains de temps de pluie, laquelle nécessite notamment une réduction des eaux de ruissellement collectées dans les réseaux. La réduction des quantités d'eaux de ruissellements collectées dans les réseaux était déjà inscrite dans les précédents SDAGE Seine-Normandie comme une action à privilégier ; elle est rappelée et renforcée dans le SDAGE en vigueur lequel encourage notamment : 1. La non imperméabilisation des sols et la reperméabilisation des sols ; 2. Les surfaces d'espaces verts et l'infiltration ; 3. L'utilisation des capacités des documents d'urbanisme, comme les PLU (plan local d'urbanisme) à pour fixer des règles de surfaces d'espaces verts de pleine terre sur tout nouvel aménagement urbain ou, encore, en faisant du bâti un support pour la végétalisation ; 4. La réduction des émissions de polluants à la source.

Le SDAGE rappelle également l'importance, d'une part, d'une prise en compte des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et, d'autre part, d'une optimisation du fonctionnement des systèmes d'assainissement et de gestion des eaux pluviales. À À

## Renforcer la prise en compte des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme

Les modifications récentes du code de l'urbanisme introduisent deux nouveautés liées à la gestion du pluvial. La première nouveauté concerne la part minimale de surfaces non imperméabilisables ou éco-aménageables : en vertu de l'art. R151-43 de la loi ALUR, le règlement peut ainsi imposer au projet des surfaces non imperméabilisables ou éco-aménageables qui représentent une proportion minimale de l'unité foncière. Le règlement précise les types d'espaces, construits ou non, qui peuvent entrer dans le décompte de cette surface minimale en leur affectant un coefficient qui exprime la valeur pour l'écosystème par rapport à celle d'un espace équivalent de pleine terre. La seconde nouveauté concerne les projets commerciaux : l'article 86 de la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages complète l'article L111-19 du code de l'urbanisme : les nouvelles constructions et stationnements commerciaux doivent favoriser la végétalisation, la non imperméabilisation des sols et donc l'infiltration dans des projets de commerces de détail ou d'ensemble commerciaux (dont la surface de vente est supérieure à 1 000 mètres carrés) ou d'établissement de spectacles cinématographiques (avec plusieurs salles de plus de 300 places).

La modernisation du contenu des PLU a également introduit les précisions suivantes : sur la qualité urbaine, architecturale, environnementale et paysagère (le règlement peut désormais imposer une part minimale de surfaces non imperméabilisables ou éco-aménageables, éventuellement pondérées en fonction de leur nature, afin de contribuer au maintien de la biodiversité et de la nature en ville) ; sur le stationnement pour les immeubles d'habitation et les bureaux (afin de réduire la consommation des espaces ainsi que l'imperméabilisation des sols, le règlement peut prévoir des dispositions qui visent à limiter le nombre de stationnement pour les immeubles d'habitation et de bureaux et lorsque le règlement comporte des obligations de réalisation d'aires de stationnement, il peut en préciser le type et les principales caractéristiques) ; enfin, en matière d'équipements, réseaux et emplacements réservés puisque le règlement peut également ici fixer les conditions pour limiter l'imperméabilisation des sols, pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement, et prévoir le cas échéant des installations de collecte, de stockage voire de traitement des eaux pluviales et de ruissellement.

Le zonage d'assainissement pluvial. Le zonage est un outil pour définir et mettre en œuvre une politique de gestion des eaux pluviales à l'échelle d'un territoire ; il est d'autant plus efficace lorsqu'il est intégré dans le PLU. Conformément à l'article L.110 du code de l'urbanisme, les collectivités doivent tenir compte de la protection des milieux naturels dans leurs décisions et leurs décisions d'utilisation de l'espace. Les schémas de cohérence territoriale, les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales déterminent ainsi les conditions permettant d'assurer la préservation de la qualité de l'eau et des écosystèmes. Les collectivités doivent réaliser, après étude préalable un "zonage d'assainissement pluvial". Le code de l'urbanisme prévoit que le règlement du PLU peut limiter les zones relatives à l'eau pluviale du "zonage d'assainissement pluvial" et le code général des collectivités territoriales, rappelle que les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent après enquête publique : 1. les zones d'assainissement collectif ; 2. les zones relevant de l'assainissement non collectif ; 3. les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales ; 4. les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, tant que de besoins, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement afin que leur apport ne nuise pas gravement à l'efficacité de dispositifs d'assainissement et n'engendre pas de pollution des milieux aquatiques. Ce sont ces deux dernières zones qui constituent le "zonage d'assainissement pluvial" ou "zonage pluvial".

## Zonage pluvial de Paris intramuros

Il délimite plusieurs zones géographiques où des mesures différenciées de gestion à la source de la pluie pourront s'imposer aux opérations de constructions et d'aménagement.

Les parties en vert, jaune, orange et rouge correspondent aux zones sur lesquelles les opérations de construction et d'aménagement devront soustraire du réseau d'assainissement unitaire une part plus ou moins importante du volume de pluie tombé sur un terrain (4, 8, 12 ou 16 millimètres de pluie suivant les zones soit 4, 8, 12 ou 16 litres de pluie par m<sup>2</sup>). Les parties bleues correspondent aux zones où des installations de collecte, de stockage et de traitement des eaux pluviales seront imposées pour permettre un rejet vers le milieu naturel. La partie hachurée correspond aux zones de stockage-restitution des eaux pluviales dans les réseaux d'assainissement.

À

## Des solutions concrètes pour mieux infiltrer l'eau en ville

Toutes les nouvelles opérations d'aménagement y compris les rénovations urbaines, les requalifications de voiries ou le réaménagement de sites et de zones d'activité économique sont l'opportunité d'une valorisation de la pluie au plus près de l'endroit où elle tombe afin de réduire les volumes d'eaux de ruissellement collectés par temps de pluie. De plus en plus de solutions existent, qui peuvent assurer l'une des fonctions suivantes, voire les deux : la régulation des débits ruisselés ou/et la réduction des volumes d'eaux de ruissellement. Lors de pluies faibles, la réduction des volumes d'eaux de ruissellement se fait essentiellement par infiltration diffuse et/ou par stockage de l'eau de pluie (en vue de sa réutilisation éventuelle). Certains ouvrages de gestion à la source sont conçus comme des ouvrages de collecte ou favorisent exclusivement le stockage et l'infiltration de pluies fortes. Ils n'ont alors que peu ou pas d'incidence sur la réduction des volumes d'eaux de ruissellement à l'échelle pluriannuelle.

À

La combinaison d'aménagements et d'ouvrages aux fonctions complémentaires est une solution efficace qui favorise la résilience des systèmes urbains.

À

Toitures et parkings végétalisés, voiries... Exemples de solutions. Les toitures végétalisées ont pour objectif de ralentir voire diminuer le ruissellement grâce à un stockage et une utilisation par les plantes de tout ou partie de l'eau stockée. La capacité de stockage dépend de l'épaisseur de la structure du dispositif, du substrat végétal et des espèces végétales (Toiture extensive, toiture semi-intensive, toiture intensive, CSFE/UNEP/SNPPA/Adivet, 2007). Il en résulte des efficacités différentes en termes de réduction des volumes d'eaux de ruissellement. Par exemple, une toiture expérimentale à Trappes rend compte de l'efficacité de quatre couvertures différentes (pour une pluie estivale faible avec une étanchéité nue, avec du gravier, avec du substrat végétal, avec un substrat végétal plus épais - Voir chronique en Seine-Saint-Denis explorés, LEESU-CEREMA, Versini et al., 2015). À Rueil-Malmaison, à partir d'une contrainte économique, le choix s'est porté notamment sur des abribus végétalisés au centre multimodal de la gare RER (maître d'ouvrage Société publique locale d'aménagement de Rueil-Malmaison). Toujours dans les Hauts-de-Seine mais à Nanterre, l'entreprise GTM a confié la végétalisation de son toit à ADIM Concepts ; l'aménagement avait un double objectif : d'une part, une intégration paysagère offrant un cadre de travail valorisant et, d'autre part, un suivi de la biodiversité avec le Muséum national d'Histoire naturelle.

Au stade du Lac Courcouronnes dans l'Essonne, le parking végétalisé a été conçu en fonction de la fréquentation site et structure les différents espaces. À la gare d'Auffray (Seine-Maritime), un parking végétalisé et une noue centrale ont permis de structurer l'espace en assurant la gestion des eaux pluviales. Les noues sont des fossés larges et peu profonds. Elles peuvent être utilisées de multiples façons pour gérer les eaux pluviales tout en mettant en scène une très grande diversité d'espèces végétales. Elles infiltrent les pluies de manière diffuse et sont très efficaces pour réduire les volumes ruisselés à l'échelle annuelle, mais elles nécessitent une conception et un entretien adaptés, comme tout aménagement ou ouvrage. Par ailleurs, la mise en place de chaussées poreuses entraîne une réduction efficace des débits de pointe (jusqu'à 42 % par rapport à une chaussée traditionnelle) et un retard du pic de crue (étude conduite près d'Oxford, sur 20 événements pluviaux). Il y a aussi une réduction significative de l'évaporation (Abbott et Comino-Mateos, 2003). Un suivi de 4 mois, sur 31 ruissellements sur l'autoroute A10 a permis de mesurer un abattement de 20 % des volumes ruisselés (Grange et al, 1999).

À

Rueil-Malmaison, centre intermodal de la gare RER

Nanterre, siège de l'entreprise GTM Bâtiment

(photos à Quatrevingtdouze Conseils)

À

Asnières

Requalification de la rue Sœur Valérie (ATM, Agence Thierry Maytraud)

Parvis de l'hôtel de ville (Atelier de l'Zile)

À

À Fourqueux, dans les Yvelines, le réaménagement d'un parc urbain dans la perspective de la réouverture du ru de Buisson, sur une alternance de bassins secs inondables, de noues et d'un bassin en eau plantés d'espèces végétales adaptées aux zones humides a permis la récupération d'un volume annuel de 5 000 mètres cubes d'eaux de pluie.

(assistance maîtrise d'ouvrage : Agence Bertrand Paulet/SETU/ATM)

À

D'autres réalisations sont visibles à Bois-Guillaume (aménagement d'un secteur pavillonnaire), à Troyes (aménagement de noues paysagères dans la zone d'activités commerciales de Saint-Parriss-aux-Tertres), aux Mureaux (vaste opération de rénovation urbaine).

Les solutions de gestion à la source des eaux pluviales sont systématiquement plus économiques que les solutions traditionnelles (réseaux pluviaux ou unitaires), aussi bien en investissement initial qu'en coût global comprenant l'entretien après 10, 20 et 60 années d'utilisation (ASTEE : Chocat, 2016).

Outre les actions favorisant la valorisation de l'eau de pluie "l'eau qu'elle tombe", le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands insiste sur l'importance d'une optimisation du fonctionnement des systèmes d'assainissement et de gestion des eaux pluviales. Chaque collectivité possède en effet un système d'assainissement et, bien souvent, un système de gestion des eaux pluviales qu'elle gère. Il peut être parfois très ancien. Or, la ville évolue et le système d'assainissement et de gestion des eaux pluviales doit s'adapter... Le patrimoine d'assainissement peut comprendre des réseaux séparatifs ou unitaires, des déversoirs d'orage, des bassins de stockage. L'optimisation du système s'appuie sur une bonne connaissance du patrimoine ainsi que sur la surveillance de points clés du réseau, notamment les ouvrages de rejets au milieu naturel.

L'intervention de l'agence de l'eau en matière de réduction des rejets polluants de temps de pluie est pensée de manière globale, c'est-à-dire à la fois sur l'unitaire, le pluvial séparatif et le collectif à la source. Depuis son VI<sup>e</sup> programme elle a progressivement amélioré le système d'aide aux actions dites à la source, valorisant l'eau de pluie "l'eau qu'elle tombe". Dans le cadre du X<sup>e</sup> programme d'intervention financière (2010-2016), l'agence a prévu une enveloppe importante d'aides pour une meilleure gestion des eaux pluviales, actuellement sous-consommée. Ces aides sont destinées aux études et travaux, dans les zones urbanisées, notamment ceux visant la réduction tant des pollutions d'origine du ruissellement que des volumes d'eaux de ruissellement collectés. Sont aidés les aménagements urbains dans lesquels les pluies courantes sont gérées sur des surfaces non imperméabilisées, à ciel ouvert, ou utilisées. L'agence essaie également de favoriser les projets ambitieux, ainsi si la surface imperméabilisée est diminuée de plus de 10 %, l'aide peut être multipliée par 1,66.

À

À Ressources

Agence de l'eau Seine-Normandie - AESN

À Guide Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines - AESN/LEESU, 2013