

---

## Préservation et valorisation de la ressource en eau brute à Paris

### Raw water conservation and enhancement in Paris

Frédéric Bertrand<sup>1</sup>, Mélanie Guilbaud<sup>1</sup>, Thierry Maytraud<sup>2</sup>,  
Edouard Nicolas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Atelier Parisien d'Urbanisme, 17 boulevard Morland 75004 Paris.

<sup>2</sup> ATM, 22 rue du Faubourg du Temple 75011 Paris.

## RÉSUMÉ

Cette communication s'intéresse aux possibilités de gestion des eaux pluviales à Paris. Elle prend en compte les enjeux liés à la gestion des eaux pluviales sur le cycle de l'assainissement à l'échelle métropolitaine et fait écho aux réflexions engagées par la Direction de la propreté et de l'eau (DPE) de la Ville de Paris sur le Plan Pluie à Paris en examinant le potentiel de gestion des eaux pluviales dans le tissu existant.

Il s'agit à la fois de tester la capacité de la ville existante à intégrer l'eau de pluie comme ressource, de tenter d'apporter des éléments de réponse aux inquiétudes souvent formulées lorsqu'il s'agit de gérer autrement cette eau dans la ville et d'évaluer les bénéfices environnementaux, urbains et économiques de cette nouvelle gestion.

Cette approche est déclinée en deux grandes parties. La première est une approche thématique de l'eau dans la ville qui aborde les grands objectifs et enjeux liés au sous-sol, au sol, au végétal et au bâti. La seconde partie examine les dispositifs susceptibles d'être mis en œuvre dans les espaces publics et les espaces privés à Paris. Ces dispositifs sont ensuite appliqués à des secteurs représentatifs des tissus urbains parisiens (faubourgs denses, HBM, grand ensemble) et à l'échelle d'une parcelle type.

Il ressort des simulations effectuées qu'il est possible d'atteindre des objectifs ambitieux de réduction des rejets d'eau de pluie au réseau d'assainissement en agissant de manière diffuse sur le tissu existant et en diversifiant les techniques.

## ABSTRACT

This article focuses on rainwater management possibilities in Paris. The organization in charge of property and water management in Paris (DPE) would like to improve rainwater management, especially via technical solutions that could be suitable for the existing urban landscape.

The three main challenges are: highlighting the city's infiltration possibilities and how rainwater could be useful; reassuring the various stakeholder of the city planning; assessing environmental, urban and economic benefits.

This approach can be divided into two parts. The first approach is thematic and focuses on the main objectives and challenges linked to the ground, plants and frame. The second approach highlights the SuDS that could be suitable for public and private areas in Paris. Those technical solutions are then simulated in representative Parisian urban areas (e.g.: suburb, low rent homes...).

These simulations show that a more sustainable water management is possible in Paris, by acting diffusely in the existing urban landscape and using a large range of techniques.

## MOTS CLÉS

Abattement de la pluie, Paris, renouvellement urbain, tissu urbain existant, zonage pluvial

## 1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude consacrée à la préservation et à la valorisation de l'eau, s'intéresse aux possibilités de gestion des eaux pluviales à Paris. Elle fait suite à une première partie d'étude consacrée aux enjeux liés à la gestion des eaux pluviales à l'échelle métropolitaine et à leurs conséquences sur le cycle de l'assainissement.

L'objectif est de prolonger les possibilités offertes par le projet de plan de zonage pluvial élaboré par les services de la Direction de la Propreté et de l'Eau (DPE). La part de renouvellement urbain à Paris étant réduite, il s'agit de tester la capacité de la ville existante à intégrer l'eau de pluie comme ressource, pour tenter d'apporter des éléments de réponse aux inquiétudes souvent formulées lorsqu'il s'agit de gérer autrement cette eau dans la ville.

## 2 UN CONTEXTE PARISIEN SPECIFIQUE

L'un des objectifs majeurs du futur plan de zonage pluvial à Paris est de gérer l'eau de pluie au plus près de son point de chute. L'infiltration, diffuse ou concentrée, est donc l'une des premières techniques pour gérer ces eaux, de même que l'évapotranspiration.

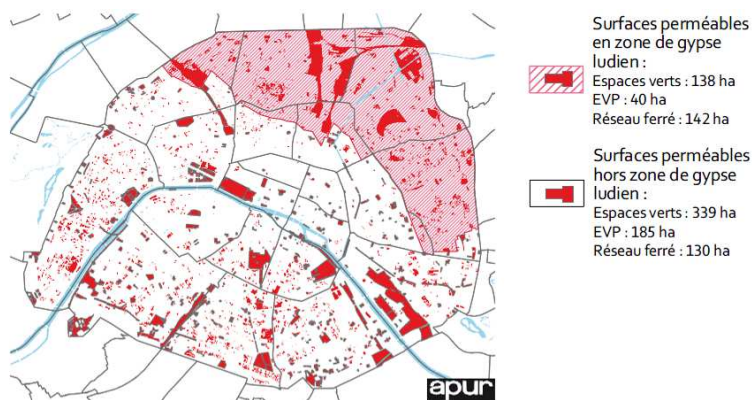
De nombreux paramètres doivent être pris en compte pour concevoir des ouvrages permettant d'infiltrer (nature du sol, présence de nappe, de réseaux...). Mais, bien que les champs d'investigations soient larges, les recherches sur l'hydrologie urbaine à Paris restent encore peu nombreuses alors que seules des études fines de terrain apportent souvent des réponses tangibles. Les craintes liées au sous-sol (mais aussi à la pollution...) et le manque d'expérimentation en la matière à Paris conduisent à des situations paradoxales sur le plan environnemental et économique telle que la réalisation de jardins sur sols étanches.

### 2.1 La nature du sous-sol

Paris est une ville singulière et complexe, du fait de ses densités, de ses sols et sous-sols... Elle offre un territoire d'observation unique. Ainsi, dans le Nord-Est parisien un abattement minimal d'une lame d'eau de 4 mm est préconisé dans le projet de zonage pluvial du fait de la présence de gypse en sous-sol. Cela étant, le secteur concerné compte près de 15 % de surfaces perméables avec plus de la moitié des emprises ferrées de Paris (142 sur 272 ha) et plus du tiers des espaces plantés (178 sur 524 ha). Des zonages plus fins seraient sans doute pertinents.

Par ailleurs, si les principales craintes résident dans les mouvements hydrogéologiques (affaissement, fontis, inondation du sous-sol), à Paris, ces phénomènes sont surtout dus à des fuites de réseaux (eau potable et non potable, égouts). Les volumes d'eau en jeu pour l'infiltration d'eau de pluie sont très inférieurs à ceux liés à une fuite de réseau. À titre d'exemple, on peut estimer le volume d'infiltration à  $0,018 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$  contre  $1\,000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$  pour une fuite de réseau, soit un volume 60 000 fois plus important.

Si la nécessaire prise en compte des risques liés au sous-sol est incontestable, la manière de le faire peut varier d'une ville à l'autre. À Paris, jusqu'à présent, l'expression des contraintes de sous-sol prend la forme d'interdictions (délimitation de secteurs où l'infiltration est interdite), à Lyon c'est l'impossibilité d'infiltrer qui doit être démontrée (études locales sur la capacité d'infiltration des sols par exemple). La démarche de projet et la mobilisation des acteurs s'en trouvent de fait très différentes et la gestion de l'eau ne renvoie pas systématiquement à des images de dégradation (du bâti, du sous-sol, de la végétation...).

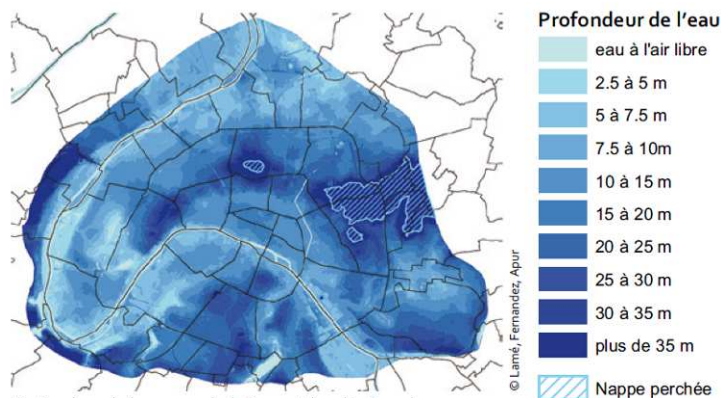


Les espaces perméables à Paris

©Apur

## 2.2 Les eaux profondes : stabilisation d'un état artificiel

Actuellement le niveau de la nappe phréatique à Paris est bas : entre 10 et 15 mètres de profondeur en moyenne et plus de 35 mètres à certains endroits. Pour ces eaux souterraines, les volumes en mouvement ont été considérables du fait des pompages temporaires et le sont encore avec les pompages permanents. Les craintes liées aux variations des eaux souterraines conduisent à privilégier une stabilisation du niveau actuel. Pourtant, les volumes d'eau de pluie susceptibles d'être infiltrés de façon diffuse sont sans commune mesure avec ceux liés aux pompages. Par ailleurs, la profondeur de la nappe phréatique peut faciliter l'infiltration. Les arbres, qui rencontrent peu d'eau de surface, pourraient ainsi être davantage alimentés en eau. Les volumes infiltrés en seraient réduits d'autant et les arbres seraient moins soumis au stress hydrique.



Profondeur de la nappe phréatique et localisation des nappes perchées en 2012

Source : Aurélie Lamé, Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains, Thèse, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris, 2013.

©Lamé, Fernandez, Apur

## 3 L'IMPERMEABILISATION, UN HERITAGE EN CRISE

Résultat d'une pensée hygiéniste et d'une approche hydraulique particulière, l'imperméabilisation de la ville vise, dès la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, à maîtriser la circulation des eaux de surface et leur acheminement en égouts, mais aussi à empêcher les contaminations souterraines. Alors que le dispositif unique et centralisé du « tout tuyau » conquiert l'espace public et l'espace privé, les échanges entre le sous-sol et la surface deviennent de plus en plus rares. Depuis quelques décennies, ces postulats hygiéniques et techniques sont de plus en plus critiqués à l'échelle internationale. Réduire l'imperméabilisation, gérer l'eau de pluie à sa source, utiliser et recycler les eaux en fonction de leurs qualités et des usages qu'elles peuvent satisfaire, rendre l'eau visible... sont désormais des orientations partagées bien qu'inégalement mises en œuvre.

### 3.1 L'imperméabilisation des sols : l'ennemi des arbres en ville

80 % des problèmes de développement de l'arbre en ville sont liés au sol. Sécheresse, tassement, carences en sels minéraux, salage... caractérisent le sol urbain alors que le végétal s'épanouit dans une terre humide, aérée et fraîche. L'imperméabilisation empêche les échanges d'air, de matières organiques mais aussi d'eau au niveau du sol de la ville. Ce sont les failles du système hydraulique qui profitent aux arbres (fuite de réseaux d'eau potable, non potable, usées, mauvaise étanchéité des caniveaux) et conduisent certaines espèces comme les robinets à étendre leur racine le long des caniveaux irrigués pour le nettoyage de l'espace public (coulage).

Les experts des arbres en ville font le même constat : les arbres adultes d'alignement sont très souvent en stress hydrique (sensibilité aux parasites, feuillage non fourni, descente de cime...). Les besoins en eau d'un arbre augmentent en fonction de l'âge.

Un arbre en stress hydrique ne joue donc plus, à son optimum, son rôle de régulateur thermique. Il réalise des économies d'eau en refermant ses stomates. Prendre en compte les arbres, et la végétation urbaine en général, comme des régulateurs thermiques ne peut donc se faire que si ces derniers bénéficient d'un apport suffisant d'eau. Toutes les eaux dont les eaux de pluie (toitures, trottoirs, chaussées) peuvent répondre à ces besoins car l'arbre est peu exigeant sur la qualité de l'eau. Il effectue un transport sélectif des éléments minéraux et seul des concentrations très élevées de pollution peuvent nuire à son bon développement.

Dès le XIXe siècle, les grilles d'arbres en fonte évitaient le tassement de la terre et permettaient le ruissellement des eaux de pluies du trottoir vers la fosse d'arbre. Des cuvettes intermédiaires, provisoires ou permanentes, étaient conseillées pour l'arrosage. Ces principes étaient alors considérés comme compatibles avec le salage alors que ce dernier est aujourd'hui un frein à leur développement. D'autres méthodes de lutte contre la neige et la glace sont possibles et devraient être développées (sablage avec des matériaux de recyclage par exemple).



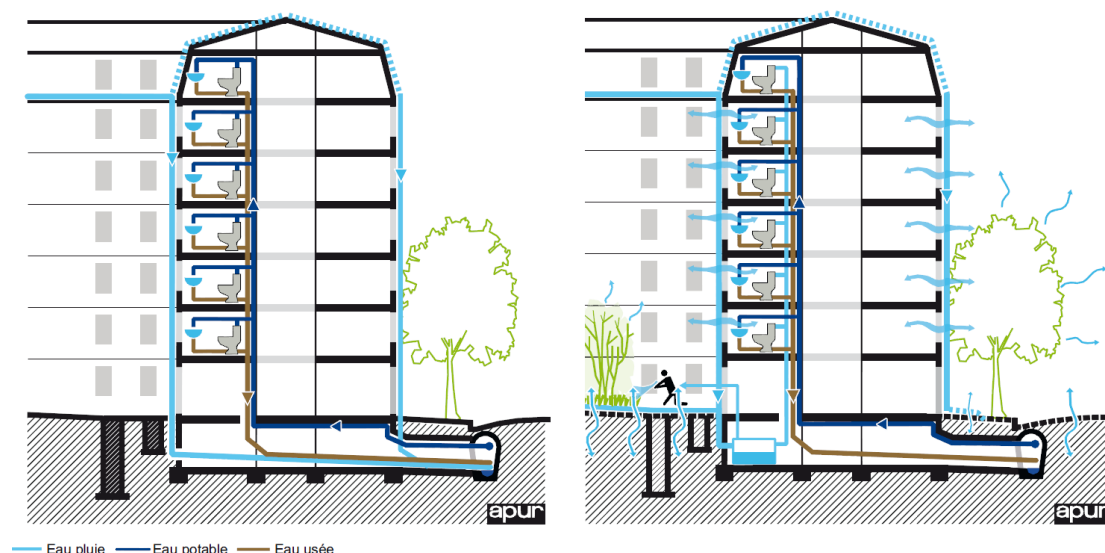
Différence de vigueur entre les platanes des quais hauts et bas de la Seine, Paris 4<sup>e</sup>

©Apur

### 3.2 Toutes les eaux dans les tuyaux : ennemi du bâti ancien mal géré

L'étude des arrêtés d'insalubrité, réalisée par le Service Technique de l'Habitat de la Ville de Paris, a permis de conclure que 98 % d'entre eux sont liés à des fuites de réseaux (ancienneté des colonnes d'eaux usées et vannes, fuites des réseaux d'AEP...) et que 1 %, voire moins, est dû à des remontées capillaires. Les quelques cas connus se situent dans des secteurs où se trouvent des nappes perchées et/ou des sources (Belleville et Montmartre). Ces remontées d'eau, le plus souvent constatées dans les bâtiments édifiés sur terrain plein (sans cave), ne dépassent que rarement 1,5 mètre de hauteur.

Depuis 20 ans, les méfaits des peintures étanches sur le bâti ancien sont bien connus et l'utilisation de peintures dites microporeuses est désormais préconisée car elles laissent les murs « respirer » et la vapeur d'eau circuler librement (humidité dans l'atmosphère, activités des occupants...). La perméabilité des sols doit être abordée dans le même esprit : faciliter l'infiltration, c'est aussi favoriser l'évapotranspiration de l'eau. Le développement de la végétation peut renforcer ce cycle naturel (évapotranspiration) tout en apportant des agréments indéniables pour les riverains (plaisir et confort) et des solutions à la lutte contre les phénomènes d'îlots de chaleur urbains.



L'eau et le bâti : situation courante, fin XIXe - XXIe siècles à nos jours (à gauche),

coupe de principe, demain (à droite)

© Apur

#### 4 VERS DE NOUVELLES PRATIQUES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES : PRECONISATIONS

Afin de démontrer que de nouvelles pratiques sont possibles et permettent d'atteindre des objectifs environnementaux ambitieux, différentes simulations de transformation de l'existant ont été réalisées. Il s'agit de prolonger les possibilités offertes par le projet de Plan Pluie à Paris. Les prescriptions de ce document réglementaire, non encore adopté, sont déjà anticipées et négociées au cas par cas, pour les bâtiments neufs, les réhabilitations lourdes, les travaux d'espaces publics supérieurs à 1 000 m<sup>2</sup> et les opérations d'aménagement. La part de renouvellement urbain à Paris étant réduite, il a été décidé d'examiner le potentiel de gestion des eaux pluviales à partir de cas représentatifs des tissus urbains parisiens existants (faubourgs denses, HBM, grand ensemble sur dalle, parcelle type).

La sélection des sites a été faite selon plusieurs critères : densité d'occupation bâtie, taux de plantations, confort thermique, diversité des formes bâties...

Cette approche par scénarios vise à réduire au maximum les rejets d'eau pluviale au réseau d'assainissement. Les dispositifs susceptibles d'être mis en œuvre plus largement dans les espaces publics et les espaces privés ont ensuite donné lieu à des fiches techniques détaillées.

Les simulations ont été réalisées à un pas de temps journalier, en considérant une année de pluie caractéristique des précipitations en Ile-de-France. Il ressort de ces simulations qu'il est possible de fortement réduire les rejets d'eau de pluie au réseau d'assainissement en agissant de manière diffuse sur le tissu existant et en diversifiant les techniques. Même en n'envisageant aucun abattement des eaux des chaussées (hypothèse retenue pour maintenir le coulage des caniveaux), il est possible de satisfaire aux objectifs du Plan Pluie à Paris sans engager de travaux trop importants nécessitant le recours aux permis de construire.

Ces simulations révèlent que certains tissus urbains sont susceptibles d'être plus efficaces (le tissu ouvert des HBM et des grands ensembles, respectivement 80 % et 70 % de la pluie de 16 mm et de la pluie annuelle pourraient ne pas rejoindre le réseau d'assainissement), mais que tous ont un potentiel (les tissus de faubourgs - République et Saint-Georges - pourraient atteindre un abattement de 50 % d'une pluie de 16 mm et de 80 % de la pluie annuelle).

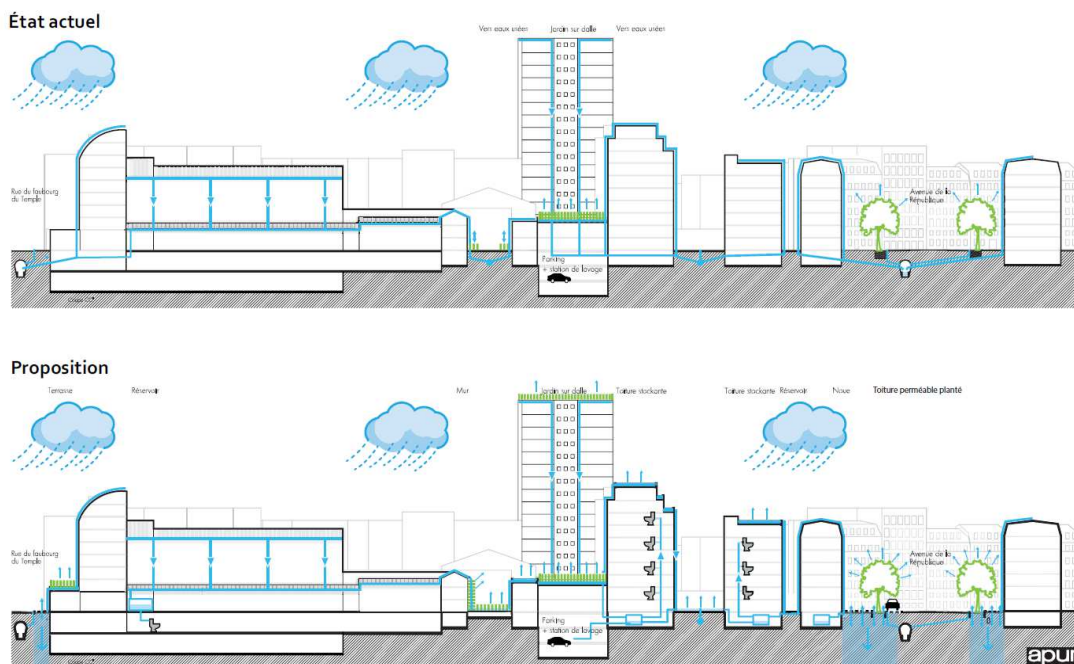
Enfin, l'étude de la parcelle type montre qu'en appliquant l'article 13 du PLU, les objectifs du zonage pluvial ne sont pas atteints : 88 % de rejets en égout contre 1 % en combinant sols poreux, plantations et réutilisation des eaux pluviales pour un usage domestique.





Récupération des eaux de pluie Habitations à bon marché (HBM) secteur Bagnolet, Paris 20<sup>e</sup> :  
état actuel (à gauche), état proposé (à droite).

© Apur



Tissus de faubourg dense : secteur République, Paris 11<sup>e</sup>

© Apur

#### 4.1 Nivellement et matériaux au service de sols vivants

De nombreuses villes françaises et étrangères (aux États-Unis notamment) ont depuis longtemps amorcé un changement de posture vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales en préconisant des solutions fondées sur des expérimentations riches et diversifiées. Ces expérimentations pourraient être adaptées aux enjeux et particularités du territoire parisien.

Un large éventail de techniques et de matériaux a été sélectionné pour leur adaptation possible à Paris : matériaux poreux (enrobés, béton et résines drainants), dispositifs linéaires ou discontinus (pavés ou dalles à joints engazonnés ou sablés, tranchées drainantes sèches ou plantées), toitures plantées, jardinières... Selon les cas, ils ont été appliqués aux espaces publics (selon une typologie de voies : largeurs, plantations, usages...) et aux espaces privés.

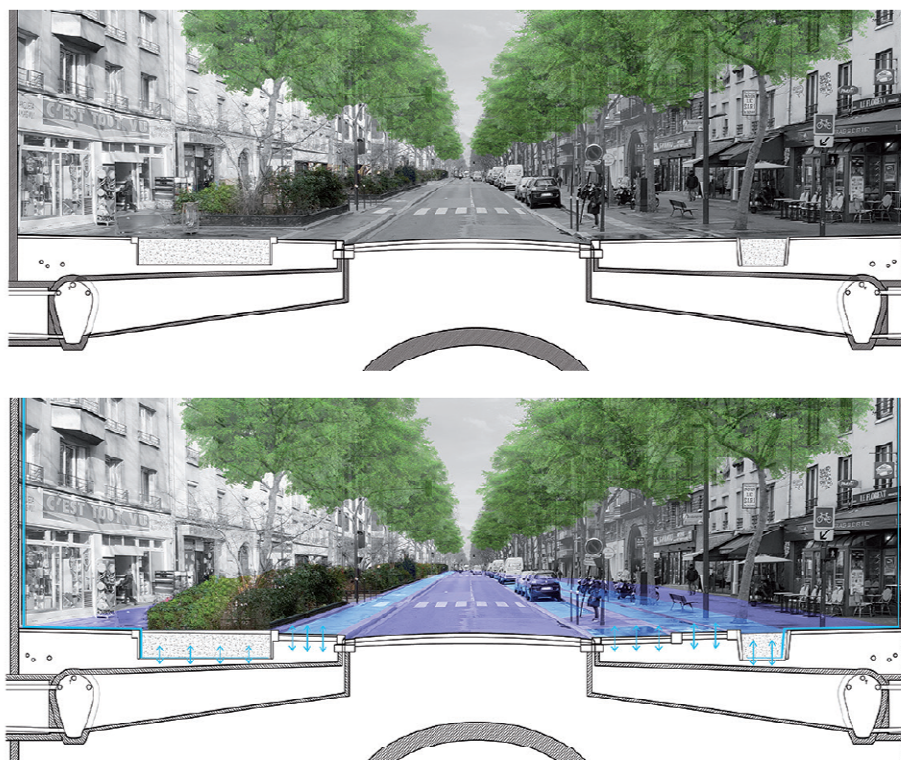
Certains revêtements de surface s'avèrent très performants en termes d'abattement, c'est le cas des matériaux drainants (enrobés, bétons, résines...). Toutefois, ces techniques ne sont pas toujours optimales dans la lutte contre les effets d'îlots de chaleur urbains, l'économie de matériaux et le renforcement de la biodiversité... En fait, la combinaison des dispositifs techniques et leur adaptation

selon les contextes s'avèrent être, comme dans le cas des tissus urbains, des critères de choix déterminants. À titre d'exemple, les pavés ou dalles non jointées abattent moins de pluie mais sont intéressants d'un point de vue environnemental plus large (réemploi, biodiversité...). Associés à un renforcement de la végétation, ils peuvent aussi mieux satisfaire aux objectifs du Plan Pluie tout en répondant à une volonté politique et à un cadre réglementaire forts (art. 13 du PLU).

À l'ère du réemploi, les sols de Paris pourraient être amenés à évoluer. Comme l'ont prouvées les créations d'espaces publics sur l'Île de Nantes, la capacité à travailler avec les sols en place garantie des économies importantes. Les pavés ou dalles en pierre ont fait leurs preuves et participent au caractère du paysage parisien. Lorsque ces sols existent et sont posés sur des sous-couches perméables, ils devraient être conservés, entretenus et/ou redécouverts. C'est le cas de plusieurs voies parisiennes mais également des places (place d'Italie par exemple).

Les espaces publics et privés confirment qu'une infiltration diffuse peut être atteinte en désimperméabilisant les sols autour des arbres et en créant des fosses continues, en remplaçant les joints en béton par des joints poreux (sable, terre végétale), en réduisant le recours systématique au béton étanche (sous-couches en bétons poreux ou mélanges grave/sable), en plantant davantage les rues et les cours...

L'enjeu est aussi de repenser ces espaces pour rendre visible le cycle de l'eau en ville. Sa redécouverte est l'occasion de réinventer le nivellement pour stocker les eaux en surface et les acheminer par des ruisseaux lisibles, de penter le sol des emprises peu circulées vers les plantations existantes, d'arasers les bordures autour des espaces plantés, de renouer avec le dispositif des gargouilles sur trottoirs pour conduire les eaux des emprises privées vers les fosses d'arbres ou les tranchées d'infiltration.



Avenue Jean Jaurès, Paris 19<sup>e</sup> : état existant et état proposé

© Apur





Fosses d'arbre continues engazonnées, bordées de pavés, état existant et proposé.

Boulevard de Charonne, Paris 11<sup>e</sup>/20<sup>e</sup>

© Apur

Tableau de synthèse des solutions techniques pour les espaces publics parisiens

© ATM

		Utilisation		Récupération		Concentration de l'infiltration	Abattement possible de la pluie de 16 mm sur la totalité du profil	Abattement possible du volume annuel sur la totalité du profil	Avantages et inconvénients				Contraintes		
		Sur trottoir	Sur stationnement et piste cyclable	Trottoir	Stationnement et piste cyclable				Lutte contre les îlots de chaleur	Réemploi	Biodiversité	Dimension pédagogique	Profondeur d'excavation	Contraintes de mise en œuvre	Contraintes d'entretien
Enrobé drainant	Cas 1	X		X		1	24% à 100%	24% à 100%							
	Cas 2		X	X	X	1,6 à 5,5	32% à 73%	32% à 73%							
	Cas 3	X	X	X	X	1	40% à 100%	40% à 100%							
Béton drainant	Cas 1	X		X		1	24% à 100%	24% à 100%							
	Cas 2		X	X	X	1,6 à 5,5	32% à 73%	32% à 73%							
	Cas 3	X	X	X	X	1	40% à 100%	40% à 100%							
Résine drainante	Cas 1	X		X		1	24% à 100%	24% à 100%							
	Cas 2		X	X	X	1,6 à 5,5	32% à 73%	32% à 73%							
	Cas 3	X	X	X	X	1	40% à 100%	40% à 100%							
Pavés ou dalles à joints engazonnés ou sablés	En partie	X				1,5 à 3	3% à 15%	11% à 50%							
Tranchée drainante sèche	X		En partie			7,2 à 16	18% à 36%	24% à 91%							
Tranchée drainante plantée	X		En partie			7,2 à 16	18% à 36%	24% à 91%							
Fosse d'arbre décalssée	Cas 1	X		En partie		3 à 6	7% à 15%	7% à 15%							
	Cas 2	X		X		14 à 28	12% à 23%	31% à 58%							
	Cas 3		X	En partie	En partie	4,1 à 6,4	6% à 14%	7% à 14%							
	Cas 4		X	X	X	19 à 30	6% à 17%	18% à 50%							

Très favorable Favorable Peu favorable

Tableau de synthèse des solutions techniques pour les espaces privés parisiens

© ATM

		Récupération		Type d'évacuation			Abattement possible de la pluie de 16 mm sur le bassin-versant récupéré	Abattement possible du volume annuel sur le bassin-versant récupéré	Avantages et inconvénients				Contraintes		
		Toitures	Sol	Infiltration	Évapotranspiration	Réutilisation			Lutte contre les îlots de chaleur	Réemploi	Biodiversité	Dimension pédagogique	Contraintes de mise en œuvre	Contraintes d'entretien	
Toits végétalisés, jardins sur dalle		X	X		X		25% à 100%	73% à 100%							
Jardinières en pied d'immeuble		X			X		20% à 100%	62% à 100%							
Sols perméables en cœur d'îlot	Pavés ou dalles à joints engazonnés ou sablés		X	X			8%	27%							
	Résine drainante		X	X			100%	100%							
	Pavés poreux		X	X			100%	100%							
Puits d'infiltration		X	X	X											
Recyclage / sanitaires, arrosage, nettoyage		X				X	6% à 100%	22% à 100%							
Recyclage / réservoirs de chasse		X	X			X	100%	100%							

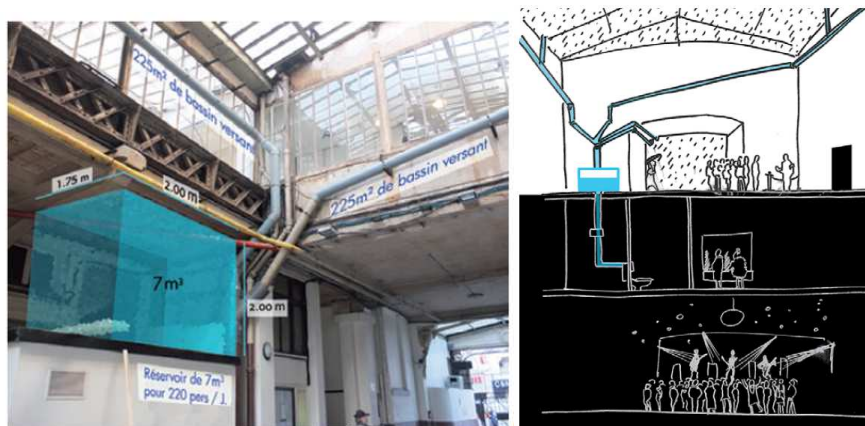
Très favorable Favorable Peu favorable



## 4.2 Stocker et réutiliser : des dispositifs adaptés à la ville dense

Enfin, ces simulations offrent une vision nouvelle du recyclage de l'eau de pluie. Elles montrent que ce dispositif peut être très efficace en termes d'abattement en contexte urbain dense.

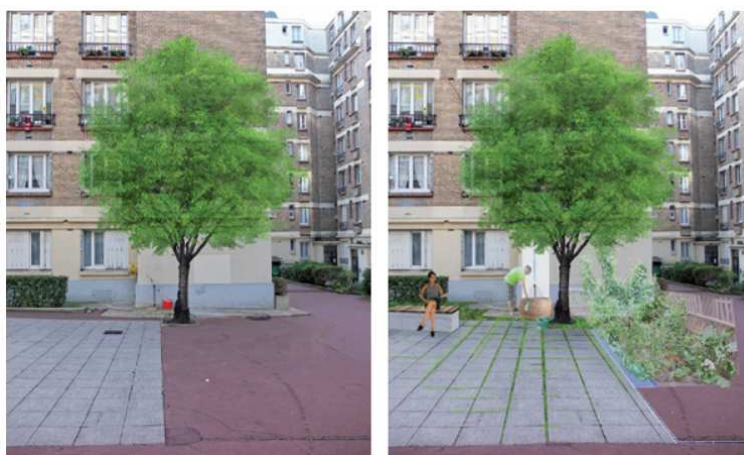
Le contexte parisien (densité bâtie, peu d'espace disponible et existence d'un réseau d'ENP) tend à privilégier la mise en place de petites cuves de récupération pour les sanitaires (WC) de lieux fréquentés où les cuves sont susceptibles de se vider fréquemment. L'autonomie en eau potable est moindre mais l'existence d'un réseau d'eau non potable peut servir d'appoint. Afin d'éviter d'installer trop de réseaux à l'intérieur des immeubles existants, les cuves pourraient être installées principalement au rez-de-chaussée ou dans les caves et parkings afin d'alimenter par exemple, restaurants, bars, salles de cinéma, salles de concert, garages... Ces cuves, dimensionnées en fonction des besoins en eau et d'une réduction maximale des rejets en égouts (et non en fonction de la pluviométrie), peuvent être de taille réduite et donc répondre à la fois aux contraintes du contexte urbain et aux objectifs fixés par le zonage pluvial. De nombreux usagers, des petits bassins-versants (surfaces de toitures réduites) et des petites cuves sont les trois clefs de la performance et de la souplesse de ce système.



Simulation d'une collecte d'eau pluviale pour alimenter les WC d'une boîte de nuit.

Secteur République, Paris 11<sup>e</sup>.

© Apur



Récupération d'eau pluviale pour l'arrosage. Simulation secteur Bagnollet, Paris 20<sup>e</sup>.

© Apur

## 5 CONCLUSION

Finalement, ces techniques sont un moyen pour faire évoluer les espaces publics et privés de Paris en enrichissant leurs spécificités (maîtrise du nivellement, matériaux de qualité, végétation plus présente et vigoureuse...), de répondre au tropisme aquatique des citoyens en diversifiant les rapports à l'eau (création de bassins permanents ou éphémères, lisibilité du cheminement de l'eau...), de réaliser des économies importantes (passage d'une ingénierie lourde à des dispositifs plus légers, recyclage...).

Une gestion des eaux pluviales renouvelée va donc bien au-delà des seuls objectifs affichés en général (lutte contre les débordements de réseaux et les déversements d'eaux usées au milieu récepteur). Elle contribue à réduire les effets d'îlots de chaleur, à favoriser le réemploi et à améliorer la biodiversité en ville...

Le Plan Pluie à Paris est une formidable opportunité pour atteindre des objectifs environnementaux ambitieux. Une des conditions de réussite réside dans la capacité à combiner les techniques et à les adapter en fonction des contextes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Sabine Barles, *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain XVIIIe - XIXe siècle*, Seyssel, Éditions Champ Vallon, 1999.
- Emmanuel Bellanger et Eléonore Pineau, *Assainir l'agglomération parisienne. Histoire d'une politique publique interdépartementale de l'assainissement (XIX-XXe siècles)*, Ivry-sur-Seine, SIAAP, Les Éditions de l'atelier, 2010.
- Corinne Bourgerie et Laurent Mailliet, *L'Arboriculture urbaine*, collection Mission du paysage, éditions de l'Institut pour le développement forestier, 1993.
- Angèle Denoyelle, *L'arbre dans la ville*, 7 novembre 2014.
- Mathieu Fernandez, *Approche topographique historique du sous-sol parisien 1800-2000. La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques*, Thèse, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 2014.
- Aurélien Lamé, *Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains*, Thèse, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris, 2013.
- Alexandre Nezeys (STEA/Paris), « *Un zonage pluvial pour Paris : réintégrer les eaux pluviales dans le grand cycle de l'eau* », Novatech, 2013.
- Agnès Tajouri, *Solutions techniques et architecturales pour l'application du règlement de zonage pluvial d'assainissement de la Ville de Paris*, 2014.
- DPE, *Règlement du zonage d'assainissement de la Ville de Paris*, 2013.
- DPE, *Notice d'information sur les techniques alternatives*, 2013.
- Mairie de Paris, *Stratégies de conception des structures des chaussées de la voirie parisienne*, 1993.
- Mairie de Paris, *Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs, Guide de l'Espace Public*, 1993.
- Mairie de Paris, *Le nivellement*, Guide de l'Espace Public, 1993.
- Prolog Ingénierie, Artélia, Sépia Conseils, *Campagne d'études sur l'impact des techniques alternatives de gestions des eaux pluviales sur le sous-sol*, Rapport bibliographique, 2014.
- « 1900-1940. Architecture et politiques sociales », *Les cahiers de la recherche architecturale*, n° 15/16/17 1er trimestre 1985.
- [www.urbanisten.nl](http://www.urbanisten.nl)
- <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/passeig-de-st-joan-boulevard-by-lola-domenech/>