

Légende de la carte de couverture

Débits limités (en litre/seconde/ha)

-  Débits limités à ≤ 1
-  Débits limités à 2
-  Débits limités à 3 ou 4
-  Débits limités à 5
-  Débits limités à 6 ou 7
-  Débits limités à 8
-  Débits limités à 10
-  Sans limitation

Abattements (en mm)

-  16 mm
-  12 mm
-  8 mm
-  4 mm

Conditions particulières

-  Zones de réduction de l'imperméabilisation
-  0,5 L/s/ha si $S < 1\,000\text{ m}^2$
-  8 L/s/ha si rejet en réseaux d'assainissement unitaire ou pluvial

Directrice de la publication: Dominique Alba

Directeurs d'étude: Christiane Blancot et André-Marie Bourlon

Chef de projet: Frédéric Bertrand

Étude réalisée par: Mélanie Guilbaud, Camille Provost, Willem Joubert

Cartographie: Jean-Christophe Bonijol, Bernadette Eychenne

Recherche documentaire: Maud Charasson, Muriel Rouzé et Serida Zaïd

Maquette: Apur

Photos et dessins: Apur sauf mention contraire

www.apur.org

Sommaire

Introduction	5
I- Eaux pluviales et assainissement: état des lieux	7
1. Rappel historique	9
2. L'assainissement en région parisienne aujourd'hui	14
3. La gestion du temps de pluie : un enjeu majeur	18
II- Vers des actions communes et partagées de bonne gestion des eaux pluviales	31
1. Un cadre réglementaire qui amène l'ensemble des communes à revoir leur stratégie en matière de gestion des eaux pluviales	33
2. Actions des départements en matière d'eau pluviale : héritage historique, évolution et variété des stratégies	35
3. L'actualisation du Schéma Directeur du SIAAP : un tournant pour la protection du milieu récepteur	47
4. Une gestion métropolitaine des eaux pluviales	51
Synthèse de l'étude.....	53
Bibliographie	54

Introduction

Dans le cadre de son programme partenarial de travail, l'Apur poursuit, en 2014 et 2015, les réflexions liées à la gestion de l'eau brute dans la ville engagées depuis 2010. L'objectif est de dégager une vision prospective de la place des ressources alternatives à l'eau potable en milieu urbain et d'aider à mieux comprendre comment celles-ci sont prises en compte aujourd'hui et pourraient l'être à l'avenir, à différentes échelles.

La décision du Conseil de Paris de maintenir et d'optimiser le réseau d'eau non potable, en mars 2012, a été une étape importante de redécouverte d'une ressource et d'un outil technique essentiels dans la gestion de la ville. La mise en place du zonage d'assainissement pluvial (ZAP) constitue une autre étape majeure de la réflexion sur les ressources alternatives.

Ces deux moments forts de la politique parisienne de l'eau, bien que souvent considérés séparément, offrent l'opportunité de penser ensemble les enjeux écologiques, économiques et urbains qui les traversent.

L'étude actuellement engagée, avec le soutien de la Direction de la propreté et de l'eau de la Ville de Paris (DPE), doit permettre d'aider à consolider et à faire partager le plus largement possible ces réflexions et de préciser leur potentiel dans la manière de concevoir la ville de demain.

Cette première étape de l'étude, vise à mettre en perspective la dimension métropolitaine de la gestion des eaux pluviales. Paris et les trois départements riverains se sont engagés ces dernières années dans l'élaboration de ZAP. Sur ces territoires, les contextes hydrogéologiques, techniques et réglementaires sont différents. Toutefois, le territoire communal parisien ne peut être considéré comme isolé du point de vue de l'eau.

L'objectif est, à ce stade, d'effectuer un récolement des approches et méthodes préconisées à l'échelle du cœur de la métropole parisienne. Un examen des situations territoriales, des techniques et des philosophies de projet en matière de gestion des eaux pluviales a été réalisé et mis en perspective avec les orientations du schéma directeur d'assainissement (SDA) du SIAAP. Cette approche témoigne de la richesse des réflexions en cours et vise à faire partager une vision métropolitaine de l'eau.

La seconde partie s'inscrit dans la poursuite des réflexions sur le plan pluie pour Paris en proposant des déclinaisons à l'échelle de l'espace public et de l'espace privé (quartiers existants représentatifs, îlot, parcelles). Cette approche par scénarios s'appuiera sur les préconisations de ce plan et cherchera aussi une valorisation de la présence de l'eau non potable, en termes de recyclage, de stockage, de présence visible dans les espaces parisiens et des dispositifs techniques existants ou possibles.

Ce travail n'aurait pas été possible sans les rencontres et les échanges de données avec les principaux acteurs de l'eau pluviale et de l'assainissement à Paris (DPE), mais également dans les départements riverains (Direction de l'Eau du CG 92, Direction de l'Eau et de l'Assainissement du CG93, Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement du CG 94) et le SIAAP. Nous les en remercions.

I- Eaux pluviales et assainissement : état des lieux

I. Eaux pluviales et assainissement : état des lieux

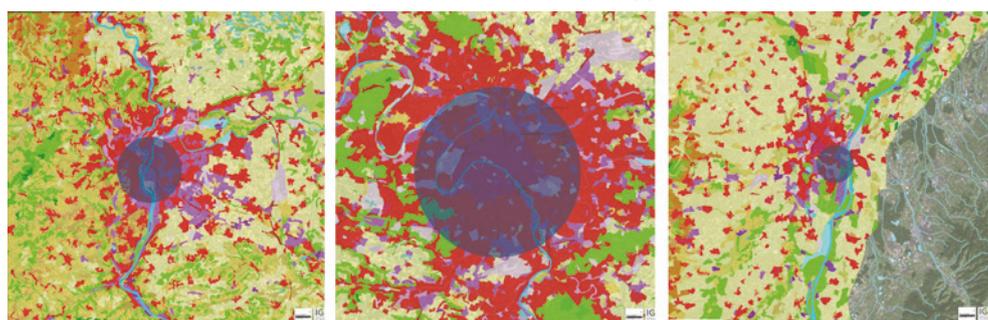
L'examen de la situation en matière de gestion des eaux usées est apparu comme indispensable pour bien comprendre les enjeux liés à la mise en place de politiques de gestion des eaux pluviales. En effet, si auparavant la volonté de protéger les territoires des inondations était la motivation première des acteurs locaux aujourd'hui les nouvelles réglementations européennes obligent l'ensemble des acteurs à s'assurer du bon état du milieu récepteur ce qui implique une prise en compte du cycle complet de l'eau (de l'égout à la station d'épuration).

1. Rappel historique

L'agglomération parisienne s'est construite autour du bassin-versant de la Seine. La population de l'agglomération est de plus 11 millions d'habitants⁽¹⁾, avec une densité moyenne de population atteignant plus de 21 000 hab/km² dans Paris⁽²⁾. Première région économique française, elle représente près de 30 % du PIB national⁽³⁾. Cette situation se traduit par une **pression anthropique énorme sur le petit fleuve qu'est la Seine**. Son débit moyen à Paris est de 325 m³/s, mais subit des périodes d'étiage sévères en été (où le débit peut descendre à 95 m³/s à Austerlitz et 170 m³/s à Poissy). Le fleuve fait aussi l'objet de prélèvements en masse, pour l'alimentation en eau potable et les usages industriels de l'agglomération, et de rejets d'eaux usées dont l'influence est quantifiable jusqu'à l'estuaire de la mer du Nord. L'importance de ces rejets est telle que le cumul des débits sortants des usines d'épuration de l'agglomération en font l'un des tous premiers affluents de la Seine⁽⁴⁾.

Comparaison des pressions anthropiques qu'exerce une agglomération sur leur fleuve

- Zones urbanisées
- Zones industrielles ou commerciales
- Aéroport
- Territoires agricoles
- Forêts
- Surfaces en eau



© Geoportail - IGN - MEDDE

Lyon	Paris	Strasbourg
Débit moyen Rhône : 1 700 m ³ /s (données AESN)	Débit moyen Seine : 480 m ³ /s (données AESN)	Débit moyen Rhin : 2 200 m ³ /s (données AESN)
Population unité urbaine : 1 567 537 habitants (données INSEE 2011)	Population unité urbaine : 10 516 110 habitants (données INSEE 2011)	Population unité urbaine : 451 522 habitants (données INSEE 2011)

1- Données Insee région Ile-de-France 2009.

2- Données Insee Paris 2009

3- Données Insee région Ile-de-France 2009

4- Jean-Pierre Tabuchi, Catherine Paffoni, « Contribution du SIAAP à l'amélioration de la qualité de la Seine au cours des trente dernières années », Actes de IS. RIVERS 2012, Lyon, 2012.

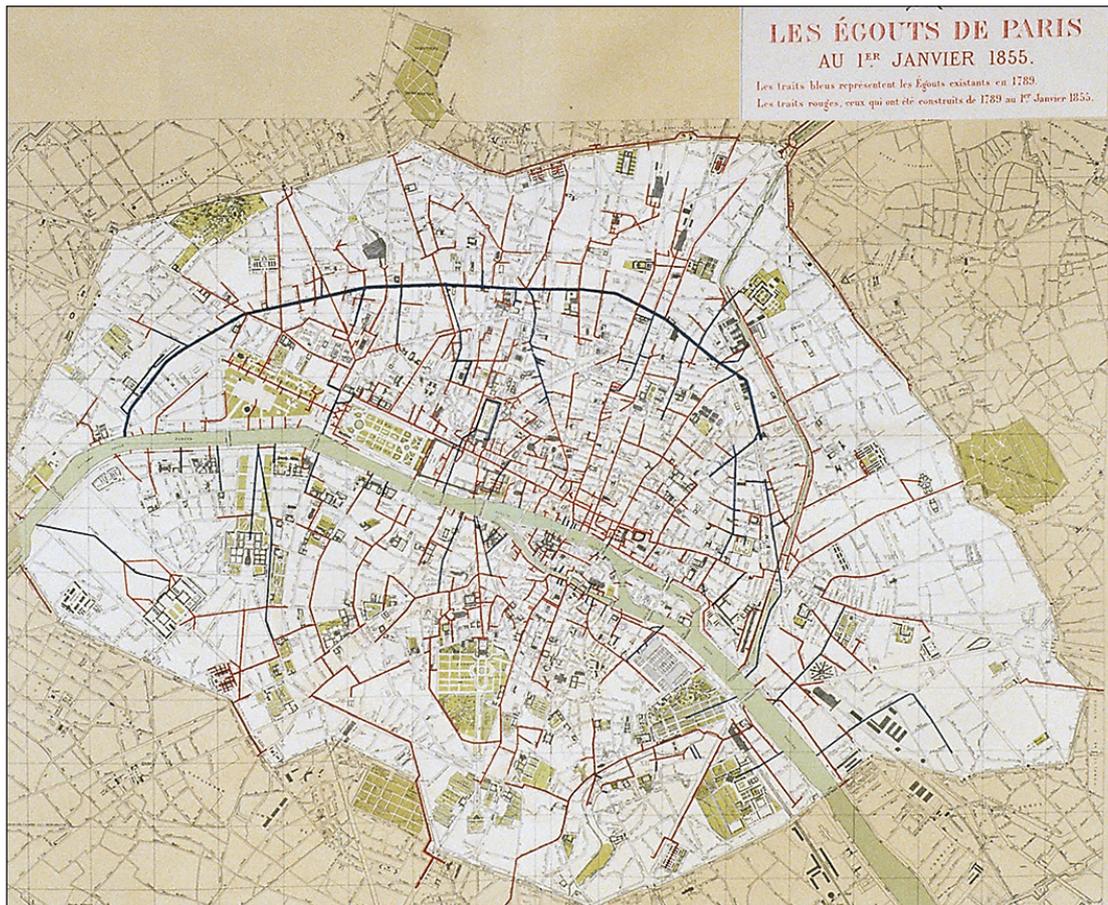
5- Jean-Pierre Tabuchi, *L'assainissement de l'agglomération parisienne*, Agence de l'Eau Seine Normandie, 2008.

6- Emmanuel Bellanger, Eléonore Pineau, *Assainir l'agglomération parisienne*, les éditions de l'atelier, 2010, p84.

L'assainissement de l'agglomération parisienne, tel qu'on le connaît aujourd'hui, est le fruit d'une longue évolution depuis le XIX^e siècle. Paris vit alors une explosion démographique liée au développement de l'activité industrielle, qui s'accompagne d'une augmentation de la consommation en eau. À cette époque les immeubles sont équipés de fosses septiques qui ne sont pas étanches et polluent les sols. Dans les années 1850 de nombreuses épidémies de choléra et de typhus soulignent le manque cruel d'hygiène publique et imposent de repenser l'assainissement de la ville.

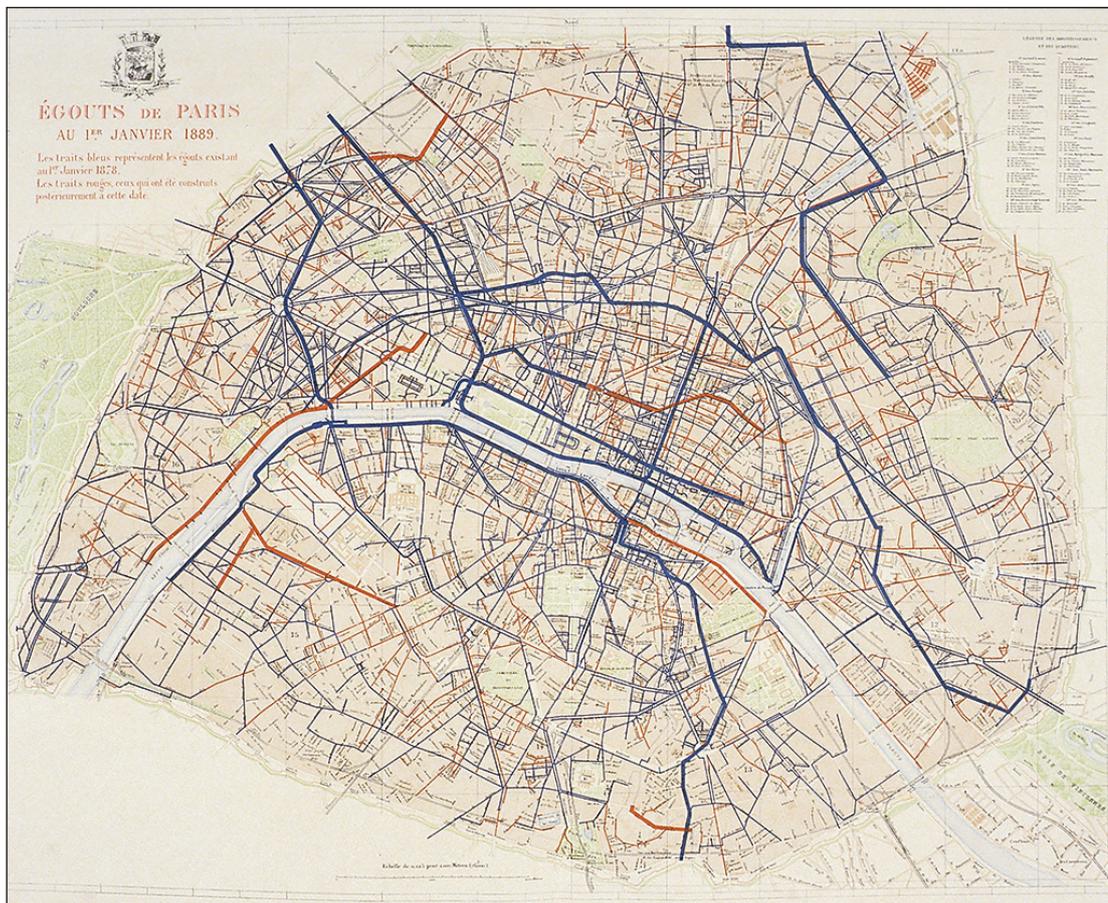
La transformation de Paris s'accélère en 1853 lorsque le baron Haussmann est nommé préfet de la Seine. En 1856, il nomme l'ingénieur Eugène Belgrand directeur du service des eaux et des égouts et lui confie la création de réseau d'adduction d'eau potable et d'un réseau moderne d'égouts. Celui-ci conçoit un système d'assainissement composé d'un réseau d'écoulement gravitaire visitable qui rejette l'ensemble des eaux ménagères et de ruissellement sans aucun traitement à l'aval de Paris, à hauteur de Clichy. En 1870, 400 km de galeries sont présentes sous les rues de Paris abritant les canalisations auxquelles se raccordent les emprises riveraines pour l'évacuation des eaux⁽⁵⁾. Les matières solides sont dans un premier temps exclues du réseau d'égouts, mais à la suite de longs débats, le principe du tout-à-l'égout est imposé à l'ensemble de la ville à la fin du XIX^e siècle⁽⁶⁾. Le réseau récolte alors l'ensemble des eaux usées et de ruissellement.

Les égouts de Paris au 1^{er} janvier 1855, un réseau d'égout dédié aux eaux de ruissellement



© Fonds Apur ref 01-75-DU4162

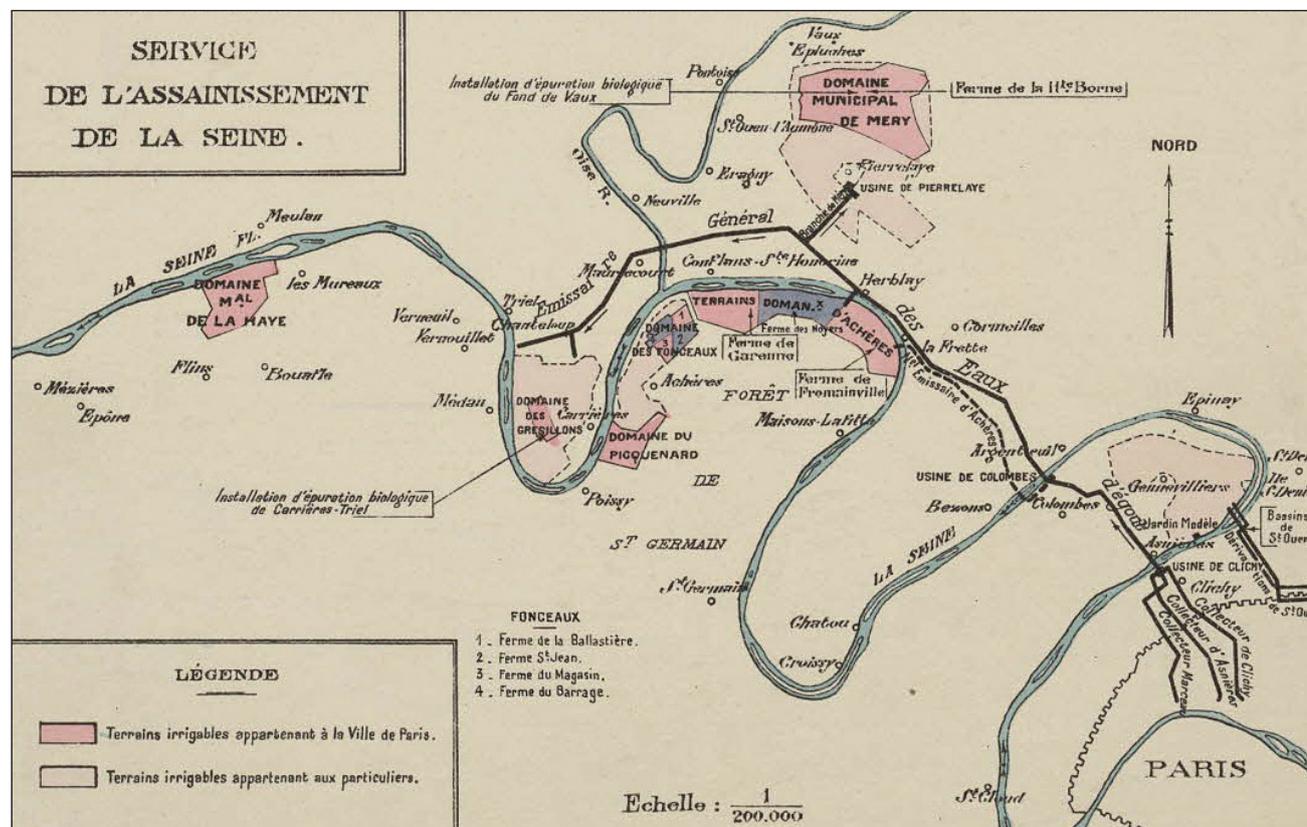
Les égouts de Paris au 1^{er} janvier 1889, extension du réseau parisien et passage au tout-à-l'égout



© Fonds Apur ref 01-75-DU4155

La prise de conscience d'une nécessité d'épurer les eaux usées se concentrant en un point à l'aval de Paris se fait dans les années 1875. Les eaux usées sont épandues sur des terrains achetés par la Ville et sont alimentées via l'aqueduc d'Achères, construit à cette occasion.

Carte des zones d'épandage : terrains appartenant à la Ville de Paris et aux particuliers, 1919



La croissance de la région parisienne pousse la Ville de Paris et le département de la Seine à élaborer un nouveau programme général d'assainissement en 1929. Celui-ci prévoit la mise en place d'une station d'épuration biologique sur le site d'Achères et préconise la création d'un réseau séparant les eaux usées des eaux pluviales, ou réseau séparatif, dans les secteurs en cours d'urbanisation. On mesure en effet les répercussions de l'imperméabilisation des sols sur les volumes d'eaux de pluie rejetés dans les réseaux unitaires et leur coût important d'exploitation.

En 1940 s'achève la première tranche de la station d'épuration d'Achères. Après une interruption durant la seconde guerre mondiale, les travaux reprennent avec la mise en service, en 1954, de l'émissaire Sèvres-Achères permettant l'alimentation de l'usine d'Achères. Les capacités épuratrices de l'usine sont augmentées avec trois tranches de travaux supplémentaires en 1966, 1972 et 1978, ainsi que la construction d'émissaires permettant le transport des effluents.

En 1968, les capacités épuratoires ne permettent toujours pas de couvrir les volumes évacués par la région parisienne dont l'expansion urbaine continue de se développer. Le nouveau programme d'assainissement général de 1968 propose d'éclater la zone de collecte unique en trois secteurs, un secteur Achères, un secteur Marne Aval et un secteur Seine Amont, avec la construction de deux nouvelles usines pour ces nouveaux secteurs à Noisy-le-Grand et Valenton. Si l'usine Marne Aval est mise en service en 1976, la construction de l'usine de Valenton est plus tardive, puisque les travaux débutent en 1982.

La réorganisation administrative de la région parisienne de 1964 rend nécessaire la création d'une administration de l'assainissement au sein de la région parisienne et conduit en 1970 à la création du Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, ou SIAAP. Il est composé de Paris et des trois départements de la petite couronne, mais récupère également les effluents d'autres communes extérieures.

Suite à la création du SIAAP, et avec la participation financière de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et de la région Ile-de-France, de nombreuses mesures sont prises collectivement pour parvenir à couvrir les besoins en épuration des eaux usées générées par la région parisienne. **Du fait de l'explosion de l'urbanisation et malgré la construction successive de nouvelles usines d'épuration, les capacités d'épuration restent insuffisantes. Une partie des eaux usées générées est directement déversée dans la Seine.** Dans le même temps, certains secteurs de la région parisienne connaissent des inondations de plus en plus fréquentes liées au développement de l'urbanisation occasionnant des insuffisances des réseaux d'évacuation des eaux de ruissellement de plus en plus problématiques. Cela amène dans un premier temps à des renforcements des réseaux puis à la création de bassins de stockage. Certains secteurs sont particulièrement touchés comme la Seine-Saint-Denis et la vallée de la Bièvre. Ces problèmes amèneront les gestionnaires de l'assainissement à envisager des solutions innovantes pour la gestion des eaux de pluie : bassins de régulation dans les années 70, introduction de la télégestion pour optimiser l'exploitation de ces bassins au début des années 80. Mais les responsables de l'assainissement font le constat de la non-durabilité de ces solutions face à une imperméabilisation sans cesse croissante. **Dès le début des années 80, des alternatives à l'assainissement classique sont recherchées. Elles se tournent vers la gestion des eaux de ruissellement à la parcelle.**

7- *Le soir*, 2 juillet 1990 : « Pollution de la Seine. [...] Quelque 80 tonnes de poissons morts ont été retrouvés asphyxiés, suite à une pollution de la Seine sur une distance de 30 kilomètres. [...] La violence des orages qui se sont succédé a provoqué des débordements d'égouts et des flux pollués ».

L'Humanité, 30 mai 1992 : « Le poison de l'orage – Cent tonnes de poissons morts ont été retirées de la Seine par les pompiers durant les deux derniers jours. Victimes de l'orage et surtout du retard pris dans l'évacuation des eaux usées ».

8- *Le Parisien*, 10 octobre 2003 : « Plus d'une tonne de poissons morts dans la Seine ».

À la même époque, les enjeux de qualité de la Seine prennent de l'ampleur avec le programme « Seine Propre » lancé par le SIAAP, la région Ile-de-France et l'agence financière de bassin Seine-Normandie. L'objectif est de supprimer en dix ans les rejets d'eaux usées non traitées par temps sec. Au début des années 1990, de gros orages surviennent en Ile-de-France et sont à l'origine d'une forte mortalité piscicole⁽⁷⁾. Plus de 400 tonnes de poissons morts sont collectées. Cet événement, largement relayé par la presse, a fortement sensibilisé l'opinion publique aux enjeux d'assainissement par temps de pluie et de préservation du milieu récepteur. Des événements similaires surviennent au cours des années suivantes et même jusqu'en 2003⁽⁸⁾. En 1991, la Directive 91/271/CEE Eaux Résiduaires Urbaines (DERU) impose des obligations de collecte des eaux résiduaires incluant les eaux de temps de pluie pour les réseaux unitaires et des normes de qualité pour le rejet des stations d'épuration vers le milieu récepteur.

Le choc de la mortalité piscicole : la Seine en juillet 1964 et en 1992



© Roger Viollet

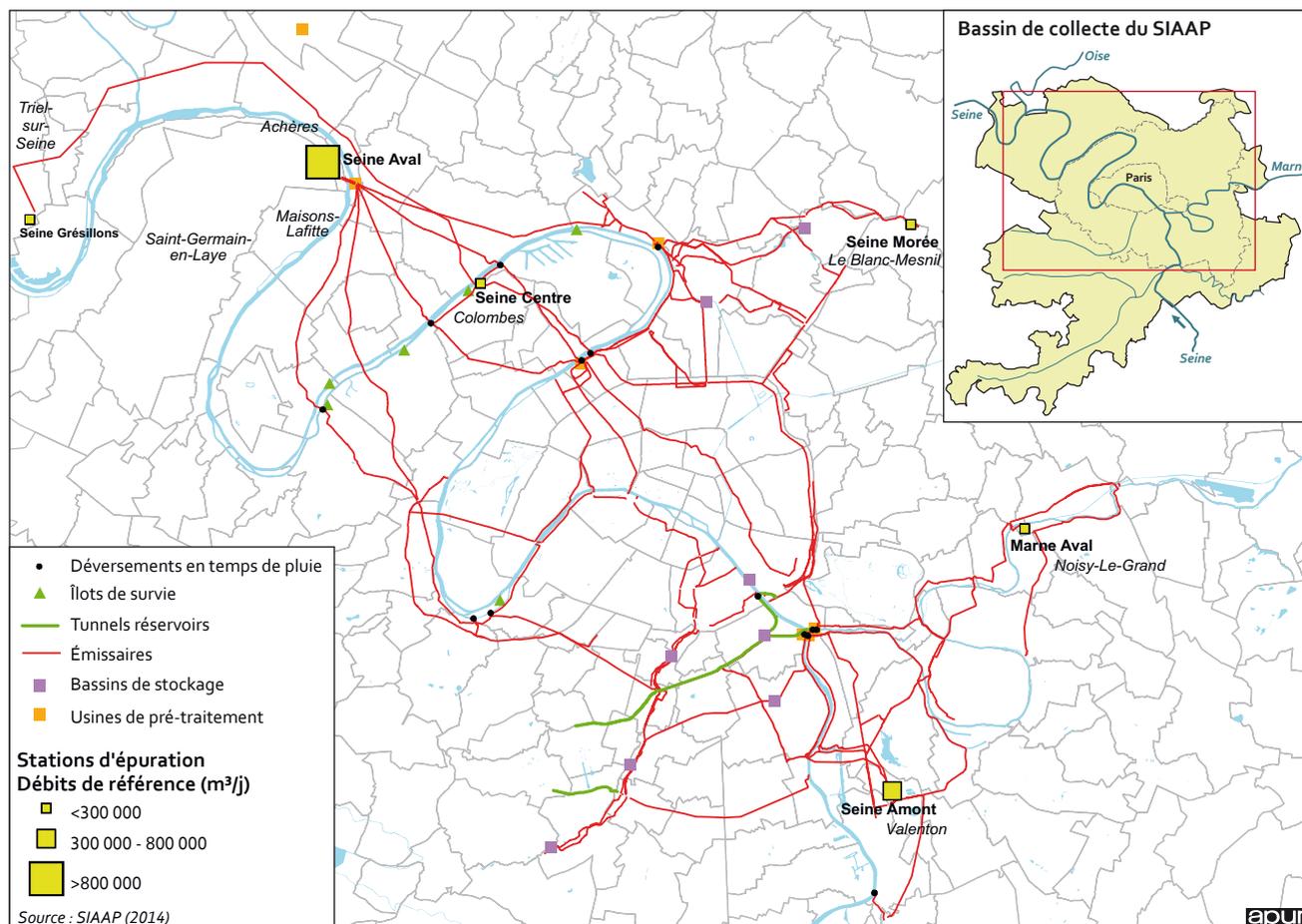


© Jean-Pierre Tabuchi

2. L'assainissement en région parisienne aujourd'hui

Aujourd'hui, l'Île-de-France compte plus de 500 stations d'épuration sur son territoire, pour environ 12 millions d'habitants. Une grande majorité d'entre elles est située dans les départements de Seine-et-Marne (284) et des Yvelines (140), cependant les trois quarts des eaux usées produites par la région sont interceptées par les six usines du SIAAP. Le territoire couvert par le SIAAP est composé de l'agglomération parisienne (départements de Paris, Hauts-de-Seine, Val-de-Marne et Seine-Saint-Denis, 124 communes, 6,6 M d'habitants), ainsi que certaines communes de la Seine-et-Marne, des Yvelines, de l'Essonne et du Val-d'Oise (162 communes, 2,3 M d'habitants). Chaque jour, 2,5 millions de m³ d'eaux usées transitent dans les émissaires du SIAAP et sont acheminés vers les stations d'épuration, qui rejettent les eaux épurées dans la Seine ou son affluent la Marne.

Réseau d'assainissement du SIAAP



Stations d'épuration du SIAAP	Date de la première mise en service	Débit de référence actuel ⁽⁹⁾	Débit temps de pluie ⁽¹⁰⁾
Seine Aval (Achères)	1940	2 300 000 m ³ /j	2 900 000 m ³ /j
Marne Aval (Noisy-le-Grand)	1976	100 000 m ³ /j	125 000 m ³ /j
Seine Amont (Valenton)	1987	800 000 m ³ /j	1 500 000 m ³ /j
Seine Centre (Colombes)	1998	240 000 m ³ /j	404 800 m ³ /j
Seine Grésillons (Asnières-sur-Seine)	2008	300 000 m ³ /j	315 000 m ³ /j
Seine Morée (Blanc-Mesnil)	2014	75 000 m ³ /j	76 500 m ³ /j

source : SIAAP fiches usines 2013

9- Débit de référence : ce débit est défini dans l'arrêté du 22 juin 2007 comme étant la valeur limite de débit en dessous duquel tous les effluents collectés doivent être traités selon les normes de qualité établies. En pratique le débit de référence est utilisé pour le dimensionnement de l'usine d'épuration.

10- Débit admissible dans les usines lorsqu'elles adoptent un mode de fonctionnement « temps de pluie ».

Jusque dans les années 2000, les améliorations de l'assainissement ont été focalisées sur l'adaptation des capacités épuratoires des usines aux volumes d'effluents produits par l'agglomération parisienne, ainsi que sur l'amélioration des performances épuratoires. La DERU de 1991 impose des obligations de moyens pour la collecte des effluents et la mise en conformité des usines aux normes de rejet.

La Directive-cadre sur l'Eau (DCE) de 2000 apporte à l'échelle européenne un nouveau cadre réglementaire à la gestion de l'eau en se focalisant sur la qualité du milieu récepteur. En fixant des objectifs de bon état des masses d'eau, de réduction des rejets de substances prioritaires avec la mise en place de plans de gestion avec échéances, on passe d'une obligation de moyens (imposée par la DERU) à une obligation de résultats.

Concrètement, alors que la DERU imposait des performances à la sortie des usines d'épuration, impliquant directement le SIAAP, la DCE impose des contrôles dans le milieu récepteur et concerne donc l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des eaux usées et des eaux pluviales.

La DCE impose donc une modification des réflexions sur la gestion de l'eau et de l'assainissement. Le SIAAP n'est alors plus le seul garant du bon fonctionnement du système d'assainissement par temps de pluie, ce sont en effet tous les acteurs de l'assainissement qui sont amenés à réfléchir à un mode de gestion intelligent et coordonné.

La Directive-cadre sur l'Eau (2000)

La Directive-cadre sur l'Eau n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 impose un nouveau cadre législatif dans le domaine de l'eau afin de donner une cohérence aux politiques de l'eau à l'échelle européenne. La Directive-cadre sur l'Eau fixe plusieurs objectifs pour la préservation des eaux de surfaces et des eaux souterraines, comme le bon état des masses d'eau d'ici à 2015 et la réduction de la pollution liée aux substances prioritaires.

Les grands principes de la DCE sont :

- de fonctionner par bassin-versant et par masses d'eau, chaque masse d'eau devant atteindre le bon état,*
- d'intégrer une planification avec des objectifs et des échéances,*
- de permettre plus de transparence dans la politique de l'eau en intégrant la consultation du public.*

La Directive-cadre sur l'Eau définit une méthode de travail commune à tous les États membres. Un état des lieux doit être réalisé, de façon à définir un plan de gestion sur six ans. En France, ces plans de gestion correspondent aux SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) fixant les grandes orientations environnementales par bassins-versants. Un programme de mesure pour la mise en place d'actions et un programme de surveillance pour s'assurer que les objectifs à atteindre sont mis en place.

La DCE prévoit un bon état des masses d'eau d'ici à 2015, mais elle prévoit des reports de délais voire une exemption pour coûts disproportionnés ou impossibilité technique. En 2013 aura lieu un point sur l'atteinte des objectifs fixés, qui sera suivi à partir de 2016 d'un second plan de gestion et de programme de mesures (SDAGE 2015-2021). La DCE fixe à 2027 la dernière échéance pour atteindre les objectifs fixés.

En France, la DCE a été transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004 (n° 2004-338) et de nombreux textes (décrets, arrêtés, circulaires) complètent le cadre réglementaire et traduisent l'amélioration des connaissances sur la surveillance du milieu aquatique. La France s'est engagée, avec la loi portant engagement national pour l'environnement (n° 2010-788 du 12 juillet 2010), à un objectif de bon état de deux tiers de ses masses d'eau d'ici à 2015.

Qu'est-ce que le « bon état » des masses d'eau ?

La Directive-cadre sur l'Eau impose des objectifs de « bon état » ou de « bon potentiel » des masses d'eau. Pour les eaux de surface, le bon état est défini par le bon état chimique et le bon état écologique.

Pour évaluer le bon état chimique des eaux, 41 substances sont contrôlées, dont 33 dites prioritaires définies aux annexes de la DCE. Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) fixent les valeurs seuils à ne pas dépasser pour satisfaire ce bon état chimique. L'état chimique est quantifié en deux classes : bon ou médiocre.

L'état écologique traduit le fonctionnement de l'écosystème aquatique. Il est défini à partir de l'état physico-chimique et de l'état biologique ou du bon potentiel biologique. Il est qualifié selon 5 classes allant de « très bon état » à « mauvais état » (« très bon » et « bon » d'une part, et « moyen », « médiocre » et « mauvais » d'autre part. Ces classes sont déterminées par rapport à l'écart aux conditions de référence, correspondant aux conditions représentatives d'un cours d'eau très peu influencé par l'homme. La mesure du bon état s'appuie sur des critères biologiques prenant en compte les organismes aquatiques (poissons, invertébrés, macrophytes...), hydromorphologiques (artificialisation du milieu aquatique), physico-chimiques (azote, phosphore, température, pH...) et repose sur des indicateurs.

Pour les masses d'eau fortement modifiées par l'activité humaine, comme c'est le cas pour les rivières canalisées, on parle de bon potentiel des masses d'eau. L'état chimique est évalué de la même manière que pour les masses d'eaux naturelles de surface. Le potentiel écologique est évalué selon les mêmes paramètres physico-chimique que pour l'état écologique, en revanche l'état biologique est évalué selon une méthode adaptée, c'est généralement l'indice diatomée qui est utilisé.

La multiplicité des acteurs de l'assainissement rend en effet la gestion de celui-ci particulièrement complexe. La collecte des eaux usées et pluviales est assurée par les communes ou les syndicats de communes. Le transport de ces eaux est ensuite assuré par les réseaux départementaux, et enfin le SIAAP achemine les eaux via des émissaires vers les stations d'épuration. La gestion de certains ouvrages du SIAAP peut aussi être déléguée aux départements (cas du collecteur d'eau pluviale de la Vieille Mer en Seine-Saint-Denis, par exemple.) Chaque acteur dispose d'une gestion indépendante de l'assainissement, dont le maillage est pourtant interdépendant.

Dans une logique de gestion coordonnée, le SIAAP a mis en place depuis 2006 un outil performant : MAGES (Modèle d'aide à la Gestion des Effluents du SIAAP). Il permet de centraliser les données en temps réel du réseau d'assainissement sur tout le territoire et de proposer un scénario de gestion commune optimisée, visant à réduire au maximum les déversements d'eaux unitaires. Cet outil permet d'optimiser les flux arrivant en station d'épuration, notamment en proposant des consignes de gestion aux différents partenaires du SIAAP. **Cependant en pratique la multiplicité des acteurs tout au long de la chaîne d'assainissement ne permet pas aujourd'hui de profiter des possibilités offertes par celui-ci. En effet, peu d'acteurs locaux suivent les consignes proposées par MAGES en temps de pluie et chacun continue de gérer au mieux les eaux à l'échelle de son territoire.**

MAGES : **Modèle d'Aide à la Gestion des Effluents du SIAAP**

MAGES est un outil d'aide à la décision pour la gestion des flux à l'échelle du SIAAP. Cet outil centralise les données en temps réel du réseau d'assainissement sur sa zone de collecte, sur les niveaux d'eau et les débits dans les canalisations, l'état des bassins de rétention, le fonctionnement des usines. MAGES intègre les prévisions pluviométriques sur le territoire francilien fournies par Météo France.

Le regroupement de ces informations permet d'avoir une vision en temps réel de l'état du système d'assainissement francilien mais aussi une prévision de son état futur. L'outil peut alors déterminer des scénarios pour la régulation des effluents à l'échelle globale.

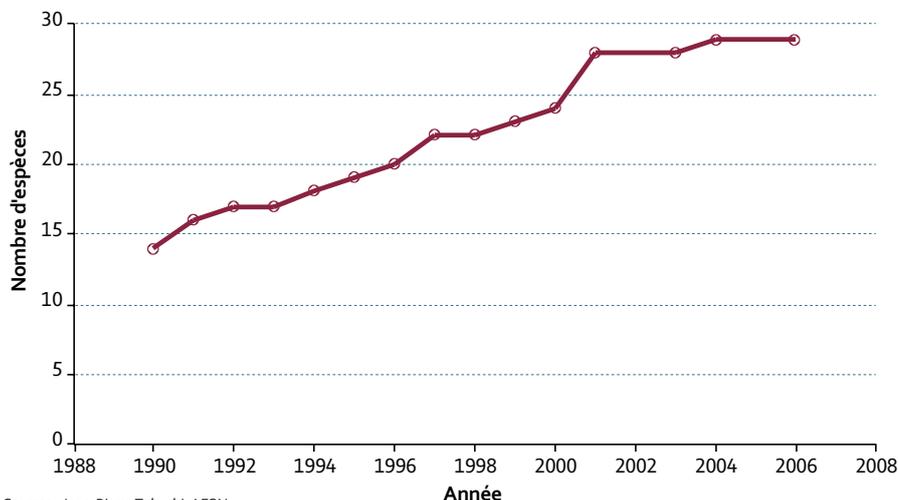
Sur la base des prévisions météorologiques, cet outil permet d'évaluer la situation dans les 6 prochaines heures et de proposer un scénario de gestion optimisée pour les deux prochaines heures. Il propose ainsi des consignes pour l'exploitation aux partenaires du SIAAP. Ces consignes portent sur la modification du cheminement des eaux pour redirection des flux vers les usines ou les ouvrages de stockages. Les services d'exploitation départementale sont libres de respecter ou non la consigne délivrée par le SIAAP.

Chaque département et certains syndicats de gestion dispose de systèmes de gestion automatisés GAASPAR (Gestion Automatisée de l'Assainissement PARisien) pour Paris, NIAGARA pour la Seine-Saint-Denis, GAIA (Gestion Assistée par l'Informatique de l'Assainissement) pour les Hauts-de-Seine, VALERIE94 pour le Val-de-Marne et d'autres systèmes de gestion automatisée pour les syndicats de gestion.

3. La gestion du temps de pluie : un enjeu majeur

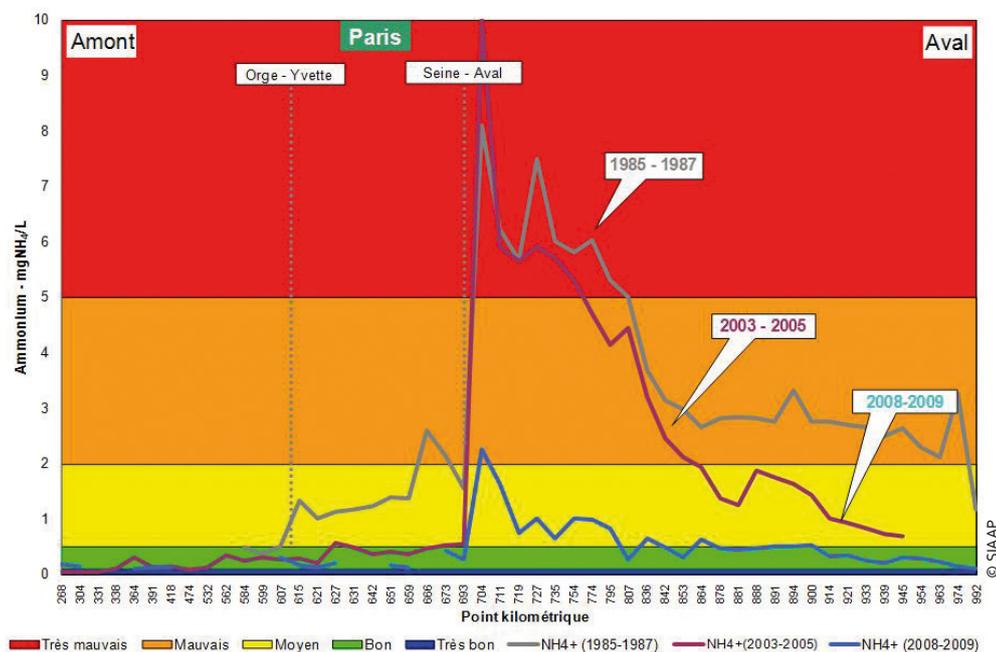
Les dispositifs mis en œuvre depuis les années 1980 ont permis une amélioration sensible de la qualité de la Seine. Celle-ci a retrouvé la qualité physico-chimique qu'elle n'avait plus depuis deux siècles⁽¹¹⁾, et la biodiversité piscicole s'est fortement accrue. En amont de l'agglomération parisienne le bon état requis par la DCE est atteint.

Évolution du nombre d'espèces piscicoles pêchées en Seine



Sources : Jean-Pierre Tabuchi, AESN

Évolution de la qualité de la Seine pour le paramètre NH4

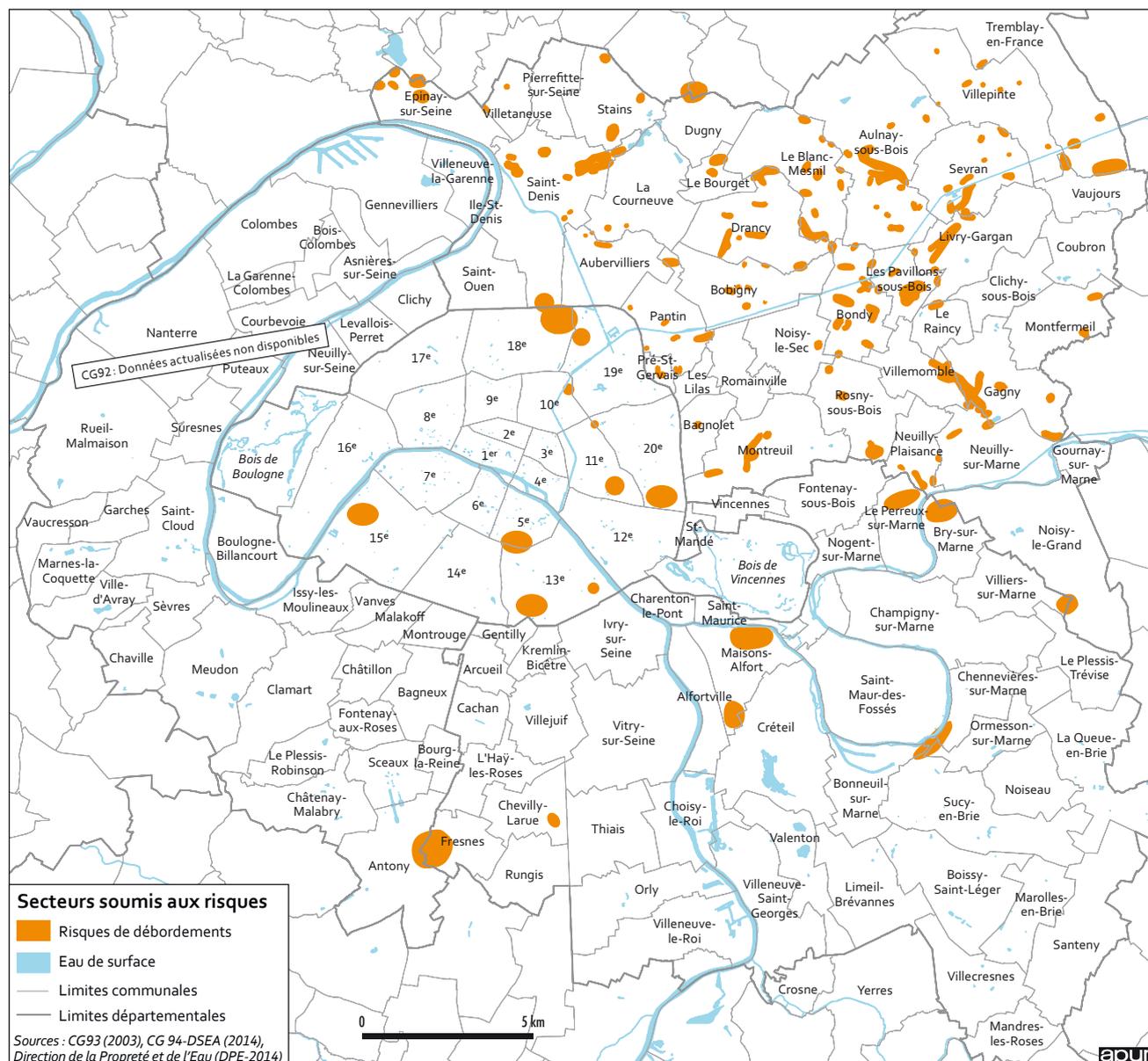


Aujourd'hui, le point noir de l'assainissement, responsable du rejet de grandes charges polluantes en Seine, est la gestion du temps de pluie. Une grande partie du réseau géré par le SIAAP est unitaire, c'est-à-dire que les eaux de pluie et les eaux usées sont dirigées vers un unique réseau. Lors d'un orage, un apport important d'eaux pluviales dans ces canalisations peut provoquer la surcharge du réseau. À titre d'exemple, le débit moyen sortant de Paris est d'environ 10 m³/s, dont 1 m³ correspond à l'apport des eaux pluviales. Lors d'épisodes pluvieux importants, le débit instantané sortant peut atteindre les 100 m³/s. Les collecteurs et les stations d'épuration n'étant pas en mesure d'accepter de tels débits, le réseau est déchargé via des déversoirs d'orage rejetant les eaux vers le milieu récepteur ou via les regards sur voiries.

11- Jean-Pierre Tabuchi, Catherine Paffoni, « Contribution du SIAAP à l'amélioration de la qualité de la Seine au cours des trente dernières années », Actes de IS. RIVERS 2012, Lyon, 2012

Secteurs soumis aux risques de débordements des réseaux sur voiries lors d'une pluie décennale

NB : pas de données disponibles pour le département des Hauts-de-Seine



Une autre conséquence largement connue des événements pluvieux est les débordements du réseau sur voiries, qui représentent un risque pour les personnes et les biens. Les communes et départements ont d'ailleurs principalement axé leur programme d'action de gestion du temps de pluie sur la protection de leur territoire contre les débordements des réseaux d'assainissement.

La surcharge des réseaux par temps de pluie à laquelle les exploitants sont confrontés rend plus difficile l'atteinte des objectifs de qualité de la DCE. Deux conditions aggravantes dominent :

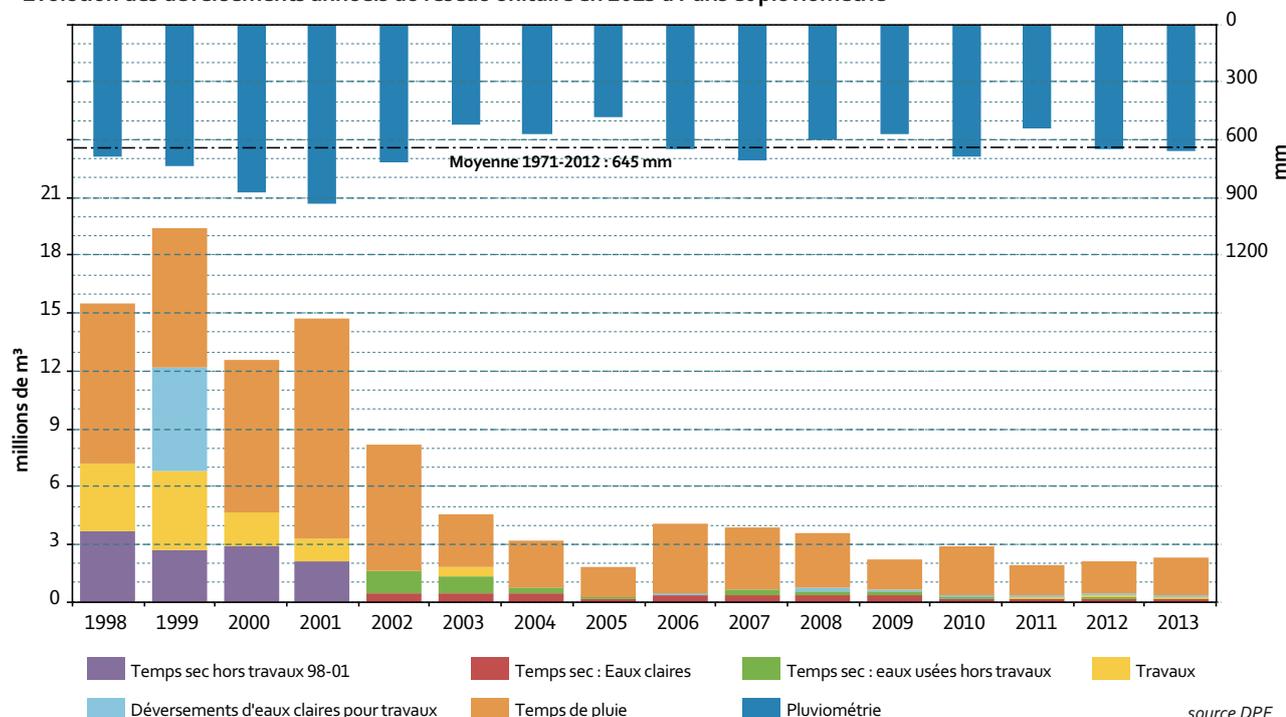
• Le délestage via les déversoirs d'orage

Le déversement du mélange d'eaux usées non traitées et d'eaux de ruissellement vers le milieu naturel au niveau des déversoirs d'orage permet de délester le réseau lorsque celui-ci est surchargé en temps de pluie. Les déversoirs d'orage qui représentent les rejets les plus importants vers le milieu naturel dès les premières pluies (déversements d'eaux non traitées : mélange eaux pluviales et eaux unitaires) sont pour la plupart automatisés et s'activent lorsque le niveau d'eau dans la canalisation atteint un certain seuil.

Il existe actuellement près de 250 points de rejet en Ile-de-France sur le périmètre d'intervention du SIAAP, dont 45 à Paris. Dans le centre de la métropole parisienne, les gestionnaires des points de rejets sont à la fois le SIAAP, les départements (75, 92, 93,94) ou des syndicats externes.

Pour la seule ville de Paris, le volume total déversé en Seine durant l'année 2012 est de 2 117 000 m³, soit l'équivalent en volume de plus 6 tours Montparnasse, dont la grande majorité correspond à des volumes d'eaux unitaires rejetés par temps de pluie ⁽¹²⁾. Il est important de noter que les déversements d'eaux non traitées ont significativement diminué au cours des quinze dernières années. En 1999, 19 000 000 m³ étaient rejetés annuellement en Seine à Paris (soit plus de 56 tours Montparnasse!). L'optimisation du système d'assainissement (modernisation du réseau, création de nouveaux espaces de stockages, etc.) a donc permis de réduire les volumes d'eaux rejetés par temps sec et lors de travaux sur les ouvrages d'assainissement.

Évolution des déversements annuels du réseau unitaire en 2013 à Paris et pluviométrie



Il faut noter toutefois qu'avec la création du TIMA (Tunnel Ivry Masséna) dans l'est parisien, les équipements de rétention des eaux ont montré leur limite. Ce tunnel de stockage des eaux de pluie, d'une capacité de 80 000 m³ et s'étendant sur près de 2 km, a été construit pour soulager le réseau parisien qui souffrait de pressions importantes lors des temps de pluie et ainsi empêcher le déversement d'eaux unitaires de trois déversoirs d'orage (Vincennes-Charenton, Périphérique Est et Bièvre) responsables des plus gros déversements d'eaux unitaires à Paris. Ce projet ambitieux fait cependant face à de grosses difficultés d'exploitation qui ont été mises en évidence après la mise en service. L'accumulation de flottants dans cet ouvrage impose un curage intensif de celui-ci, ce qui conduit à une période de chômage de l'ouvrage de 7 mois par an ⁽¹³⁾. Ainsi, le TIMA est opérationnel du 1er mai au 12 septembre, ce qui contribue à diminuer fortement les déversements d'eaux unitaires lors de la période d'étiages de la Seine. Mais l'investissement financier et la durée de chômage de cet ouvrage soulignent clairement la limite des ouvrages de rétention gigantesques. Le SIAAP n'envisage d'ailleurs plus la poursuite de travaux de cette ampleur.

D'autres points critiques du réseau d'assainissement sont encore existants, malgré la nette amélioration des déversements d'eaux unitaires par temps de pluie. D'une part, les déversoirs des usines de prétraitement de Clichy et La Briche continuent de rejeter des volumes d'eaux considérables (en 2013 : Clichy 7,43 Mm³ et La Briche 4,03 Mm³). Ce point est pris en compte dans le schéma directeur d'assainissement du SIAAP 2007-2021, qui prévoit la création d'ouvrages de stockage à ces endroits (220 000 m³ à Clichy, actualisé à 134 000 m³ et 140 000 m³ à La Briche dont l'actualisation est prévue lors de la révision du SDA).

12- Bilan 2012 de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de Paris, page 18.

13- Autosurveillance du réseau d'assainissement parisien. Bilan annuel de la gestion des flux, Direction de la Propreté et de l'Eau, Mairie de Paris, 2013.

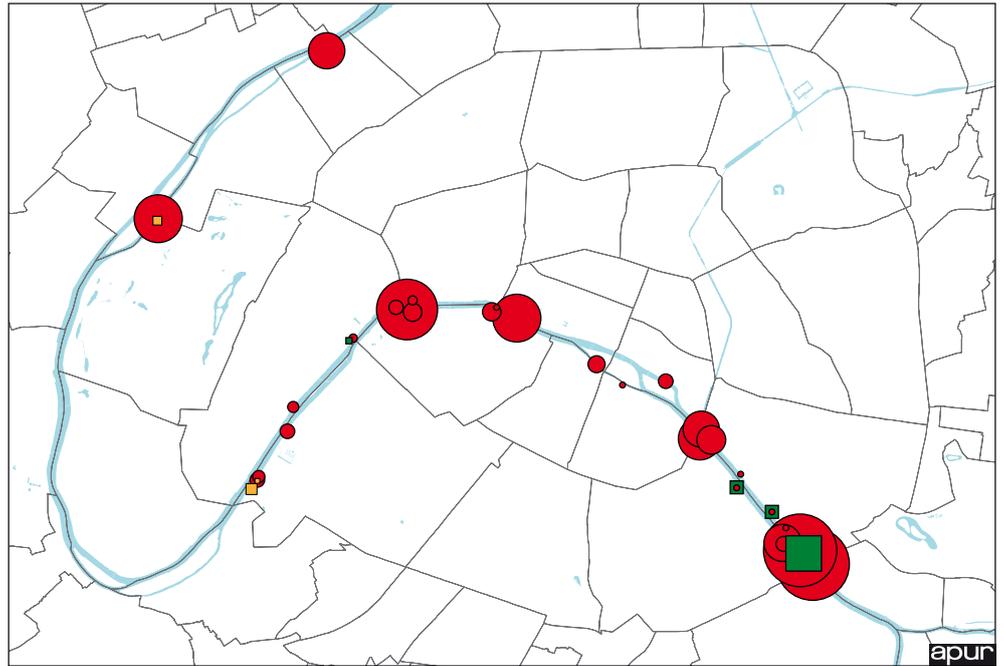
Répartition des capacités de stockage et des volumes d'eaux unitaires déversés en 2013 à Paris

Capacité de stockage (en m³)

- 1 000
- 10 000
- 50 000
- 100 000
- En projet
- Actuel

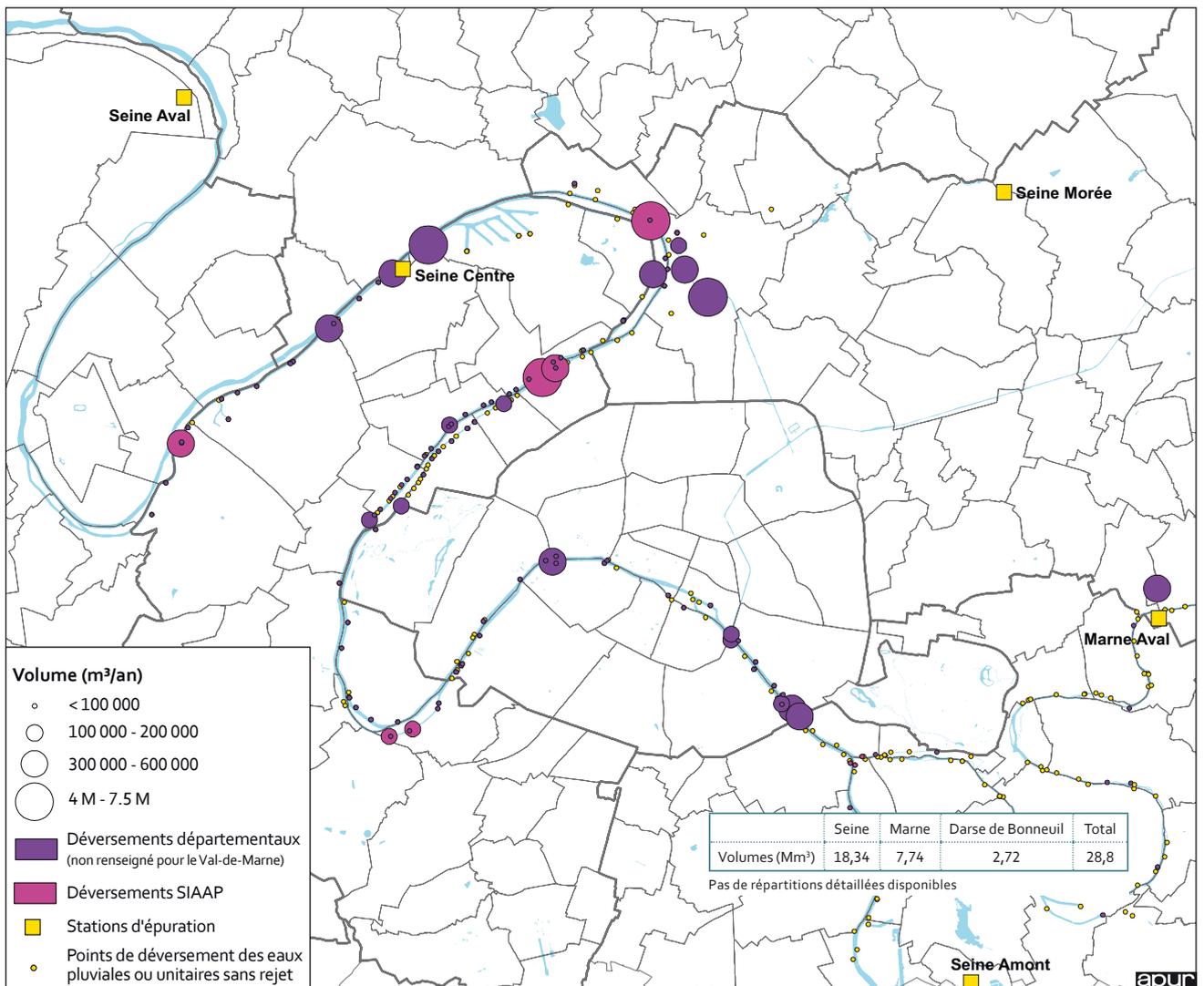
Volumes annuels déversés à Paris (en m³)

- 1 000
- 10 000
- 50 000
- 100 000



Source: DPE - 2013

Déversement d'eau unitaire en temps de pluie



Sources: SIAAP (2013) - CG92 (2013) - CG93 (2012)- CG94 (2013) - DPE (2013)

Par ailleurs, contrairement à ce que l'on pourrait penser, les déversements en Seine n'ont pas uniquement lieu lors de gros orages (80 % des volumes d'eaux pluviales proviennent des pluies inférieures à 8 mm)⁽¹⁴⁾. À Paris par exemple, du fait de l'agencement du réseau, des déversements ont lieu plusieurs fois par mois. Ils apparaissent dès les « petites pluies », c'est-à-dire d'une fréquence d'occurrence mensuelle. De plus, les volumes déversés sont plus importants au cours des mois de mai et de juin, lorsque la Seine est à l'étiage⁽¹⁵⁾. Les conséquences du rejet d'eaux unitaires non traitées sont alors encore plus néfastes pour l'écosystème aquatique.

L'apport de polluants lié aux déversements d'eaux unitaires par temps de pluie est problématique dans le cadre du respect de la DCE. Une modélisation réalisée pour le SIAAP par le bureau d'études Prolog Ingénierie a montré qu'à la suite d'un orage, les déversements générés peuvent entraîner un déclassement de l'état de la qualité de la Seine jusqu'à une dizaine de jours pour la station de mesure la plus en aval⁽¹⁶⁾. Le déversement de pollution carbonée dans le fleuve a pour conséquence une diminution de la concentration en oxygène dissous dans l'eau. L'oxygène dissous est en effet utilisé lors de la dégradation naturelle de la pollution organique. Il y a alors moins d'oxygène disponible pour la population piscicole qui voit ses conditions de vie se dégrader. Pour pallier cette situation, le SIAAP a mis en place des îlots de survie piscicole en cinq points sensibles du fleuve. Un réservoir d'oxygène est ainsi relié à un diffuseur installé dans le lit du fleuve, qui insuffle de l'oxygène dès que le taux est inférieur au seuil de risque d'asphyxie. Une étude réalisée pour le SIAAP a estimé que le seuil d'exposition à 2 mg O₂/L pendant quelques heures est le seuil critique en dessous duquel les risques de mortalité piscicole sont accrus⁽¹⁷⁾. Par ailleurs des quantités importantes d'azote réduit (NTK et NH₄) sont déversées en Seine. Ces polluants génèrent aussi une forte demande en oxygène et peuvent être toxiques pour la vie piscicole.

Notons que si les différents plans de modernisation des déversoirs d'orage ont permis de baisser considérablement les volumes d'eaux usées rejetés en Seine, avec des impacts positifs sur la qualité du milieu récepteur à l'échelle locale, ces mêmes eaux stockées pour être renvoyées vers les stations d'épuration sont venues accroître les volumes arrivant dans les usines du SIAAP. Celles-ci doivent alors être en mesure de les gérer avec ou sans traitement lors d'événements pluvieux importants.

En conclusion, il apparaît essentiel de mettre en place une bonne coordination entre l'ensemble des acteurs intervenant sur le réseau de la source au bout du tuyau afin que chacun puisse tirer profit de la mise en œuvre de nouvelles actions.

Il est important de souligner que le SIAAP arrive aujourd'hui au terme d'une politique de modernisation de ses usines. Par ailleurs, son infrastructure de transport est maintenant figée. Les volumes supplémentaires générés par l'accroissement de l'imperméabilisation des sols ne pourront être pris en charge par les infrastructures existantes, notamment pour les conduites arrivant aux stations.

• Le fonctionnement dégradé des usines par temps de pluie

Une usine d'épuration utilise des principes physiques, physico-chimiques et biologiques pour traiter l'eau usée avant de restituer au milieu récepteur une eau épurée. La grande variété des polluants présents rend l'optimisation d'épuration très complexe. En plus d'une obligation de collecte et de traitement, la DERU de 1991 a imposé le traitement des eaux par temps de pluie sur les réseaux unitaires. Les paramètres principaux, caractérisant la qualité de l'eau et faisant l'objet de normes de rejet, sont les Matières en Suspension (MES), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅), la concentration en azote sous différentes formes (NTK, NH₄, NO₃ et azote total) et en phosphore.

Le dimensionnement d'une usine dépend de la nature et de la quantité d'eaux usées entrantes, mais aussi de la qualité de rejet que l'on souhaite obtenir. Toutes les usines disposent d'un traitement poussé de la pollution jusqu'à un certain débit, appelé débit de référence, pour lequel elles ont été dimensionnées. Lors d'un temps de pluie, si le débit entrant est supérieur au débit de référence, le traitement ne pourra plus être optimal. En effet, les eaux usées ne peuvent rester assez longtemps dans les bassins d'aération pour que les processus d'épuration aient suffisamment lieu.

14- Source: AESN, *Note d'orientation relative à la prise en compte de la réduction des volumes d'eaux ruisselées dans le zonage pluvial*, 16/04/2014, page 2.

15- SAP, *Bilan 2012 de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de Paris*, 2013.

16- Étude Prolog Ingénierie Phase F.2 Modélisation Hydraulique et Qualité, *Note sur les Effets de chocs*, 2014, page 33.

17- Prolog Ingénierie, Hydratec, *Actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement de la zone SIAAP. Phase F.1 État des lieux et prospectives – Évaluation de la sensibilité du milieu récepteur aux effets de choc*, 2014.

La caractérisation des eaux usées

La nature des eaux usées est extrêmement variable selon leur origine (industrielle, domestique, eaux de ruissellement). Elles contiennent des micro-organismes et de nombreuses substances issues de notre quotidien. Devant la quantité de substance et leur variabilité, on recourt à une caractérisation des eaux usées par des paramètres.

• Les paramètres physico-chimiques

• La température

• Le pH

• Les Matières en Suspension (MES), exprimées en mg/l

Les Matières en Suspension représentent toutes les pollutions (organiques et minérales) non dissoutes dans l'eau. Présentes en grandes quantités, elles empêchent la pénétration de la lumière ce qui diminue l'activité photosynthétique. Elles sont aussi le support d'un grand nombre de polluants.

• La Demande Biochimique en Oxygène (DBO), exprimée en mg/l d'O₂

La demande biochimique en oxygène permet de quantifier les matières organiques biodégradables, c'est-à-dire se dégradant naturellement par les phénomènes d'autoépuration. Plus précisément, la DBO₅, paramètre classiquement utilisée en station d'épurations, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour que les micro-organismes présents dans l'eau usée dégradent et stabilisent les matières organiques, après 5 jours d'incubation

• La Demande Chimique en Oxygène (DCO), exprimée en mg/l d'O₂

La demande chimique en oxygène permet de quantifier les matières organiques dissoutes dans l'eau. Plus précisément, elle correspond à la quantité d'oxygène (O₂) nécessaire pour oxyder par voie chimique les matières organiques présentes.

• La pollution azotée

L'azote est présent sous de nombreuses formes dans les eaux usées : forme ammoniacale (NH₄⁺), forme organique, nitrates (NO₃⁻) ou nitrites (NO₂⁻). Chaque forme peut être déterminée séparément, ou l'on utilise des paramètres globaux comme l'azote Kjeldahl (NTK), regroupant les formes réduites de l'azote (formes organiques et ammoniacales), ou l'azote global (NGL), regroupant l'azote sous toutes ses formes.

• La pollution phosphorée

De même que pour l'azote, le phosphore est présent sous différentes formes dans les eaux usées : phosphore organique (phospholipides) ou phosphore minéral (polyphosphates, orthophosphates). Le paramètre généralement utilisé est le Phosphore Total (PT), exprimé en mg, quantifiant le phosphore sous toutes ses formes.

Ces paramètres physico-chimiques permettent de caractériser l'eau usée afin d'optimiser son traitement en station d'épuration (dimensionnement des ouvrages, type de traitement...). De plus, la réglementation impose des normes de rejet pour les paramètres DBO₅, DCO, MES, PT et NGL.

• Les paramètres microbiologiques

Les paramètres microbiologiques permettent d'évaluer le risque sanitaire des eaux usées, provoqué par la présence de bactéries, protozoaires, métazoaires et virus. Il existe des indicateurs de contamination fécale (IDF) qui permettent de déterminer le potentiel pathogène des eaux usées, comme les coliformes, les *Escherichia coli*, les entérocoques intestinaux. Il n'existe pas à l'heure actuelle de réglementation sur les paramètres microbiologiques pour les rejets de stations d'épuration vers le milieu naturel (dont une grande partie est abattue par le traitement). L'eau potable, les eaux de baignade mais aussi eaux usées traitées destinées à l'irrigation de cultures ou d'espaces verts disposent d'une réglementation sur les paramètres microbiologiques.

Les usines disposent d'équipements différents pour faire face aux eaux excédentaires, au-delà du débit de référence, transitant par temps de pluie. Par exemple, les usines Seine Aval et Seine Amont dévient le cheminement d'une partie des eaux (le by-pass) vers une unité de traitement spécifique par décantation rapide des matières en suspension. L'usine Seine Centre change la configuration des équipements en les mettant en parallèle au lieu d'être en série pour accepter des volumes plus importants. Ces équipements supplémentaires permettent une épuration rapide mais moins poussée de la pollution, dont la qualité de rejet est très inférieure à celle obtenue par temps sec. De plus, lorsque les volumes d'eaux excèdent la capacité maximale de traitement de l'usine, les exploitants sont contraints de les déverser en amont de leur usine (par un déversoir agissant comme une soupape de sécurité) afin de la protéger.

À titre d'exemple, lors de l'orage très important du 14 juillet 2010, 41 % des volumes d'eaux générés sur la zone SIAAP (soit 3 285 422 m³) ont été déversés en Seine sans avoir été traités. Les 59 % restants ont été interceptés par les ouvrages du SIAAP et ont pu être traités avant rejet en Seine (dont 20 % de ces eaux n'ayant subi qu'un traitement spécifique au temps de pluie). En comparant les flux de polluants rejetés par les usines lors de cet orage avec les moyennes de temps sec, on mesure alors l'influence sur le milieu récepteur du fonctionnement dégradé des usines d'épuration par temps de pluie sur le milieu récepteur.

Volumes déversés et interceptés par les usines du SIAAP lors de l'orage du 14 juillet 2010

	Total volumes transportés (m ³)	Volumes déversés (m ³)		Volumes dirigés vers les usines			
				Volume admis sur les usines (m ³)	Volumes stockés (m ³)	Total part interceptée et traitée (m ³)	
Événement du 14 juillet 2010	8 058 358	3 285 422	41 %	3 823 627	949 309	4 772 936	59 %

Flux de polluants rejetés par les usines le 14 juillet 2010

Paramètres (t/j)	MES	DCO	DBO5	Azote global	Phosphore total
Moyenne de temps sec	21,8	83	16,5	51,6	2,5
Événement du 14 juillet 2010	44,4 (x2)	129 (x1,6)	22,8 (x1,4)	67 (x1,3)	4 (x1,6)

Source : bilan sur le fonctionnement du système d'assainissement géré par le SIAAP pendant les orages du mois de juillet 2010

Fonctionnement du système d'assainissement lors de l'orage du 14 juillet 2010
 Pluie lame d'eau : 43,1 mm - Période de retour : entre 5 et 10 ans



© Photo-libre.fr

Territoires métropolitains



© ph.guignard@air-images.net

© Apur - David Bourreau

Réseaux communaux

Réseaux départementaux

Réseaux SIAAP
 8 058 358 m³ (dont Paris : 2 289 000 m³)

Usines du SIAAP



© ph.guignard@air-images.net

Rejets sans traitement :
 Total Paris : 1 060 000 m³
 Hors Paris : non renseigné

Déversements sans traitement : 3 285 422 m³

Admis pour traitement : 4 772 936 m³
 (dont issus du stockage : 949 309 m³)

Rejets après traitement : 4 772 936 m³

By Pass 18 %

Complet 77 %

Spécifique 5 %



La Seine

© Apur

Sources : SIAAP, DPE Paris



- **Le réseau séparatif implique des contraintes pour la préservation des cours d'eau par temps de pluie**

Le réseau séparatif qui permet de collecter, d'une part, les eaux usées domestiques et, d'autre part, les eaux pluviales, est très présent dans les zones périurbaines. Le réseau d'eaux usées est dirigé vers une station d'épuration, tandis que le réseau d'eaux pluviales rejette directement ces eaux au milieu naturel. Le réseau séparatif a été rapidement plébiscité dès le développement du système d'assainissement au XX^e siècle, puisqu'il était plus économique et permettait d'éviter une variation de débits importante dans les réseaux liée à l'occurrence d'un temps de pluie. Les systèmes épuratoires de l'époque ne permettaient pas, en effet, une telle variation.

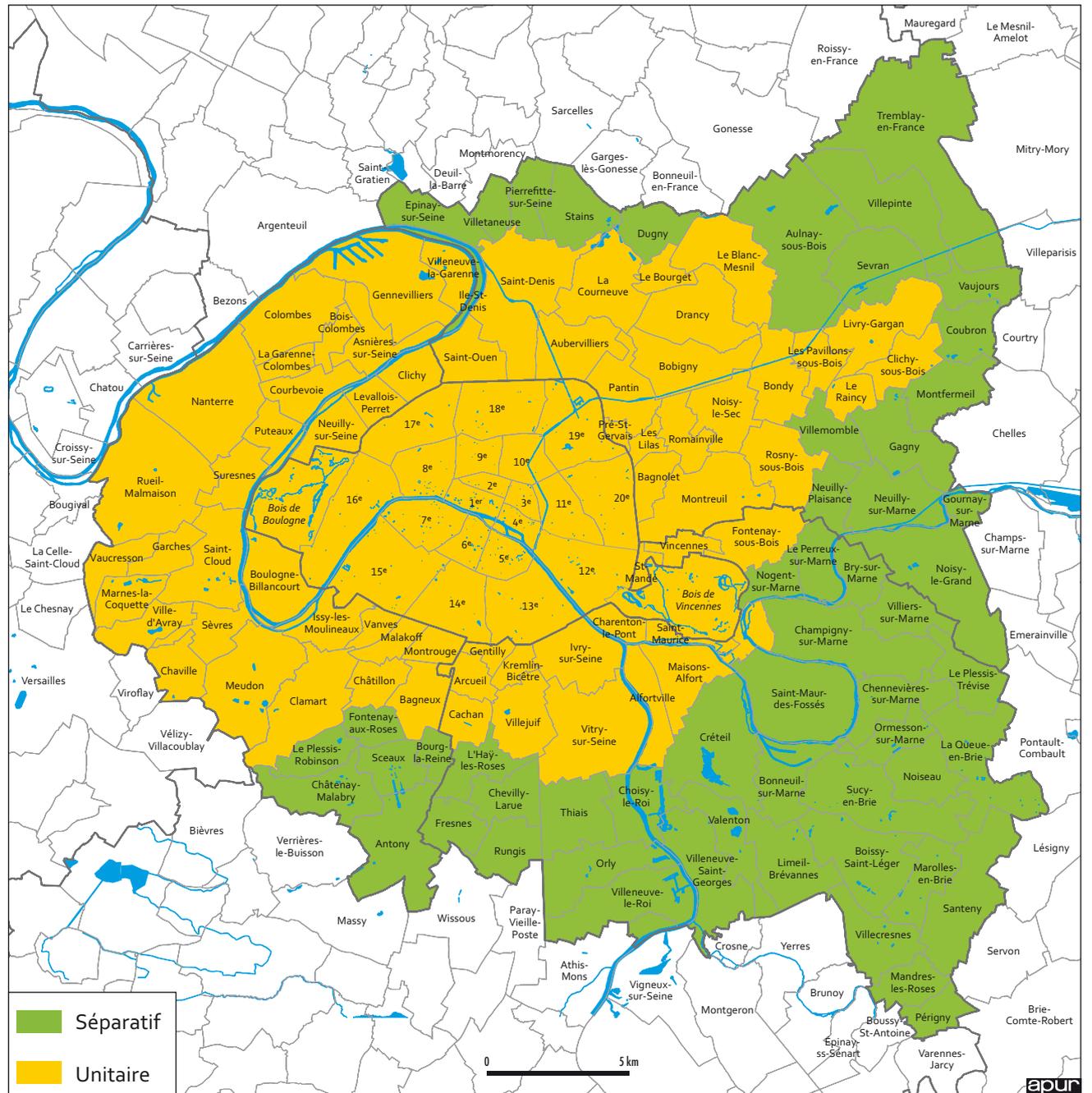
Aujourd'hui les enjeux sont différents car si le principe théorique du réseau séparatif reste séduisant, en pratique de nombreuses contraintes techniques contrarient ce principe. L'installation d'un double réseau et l'absence de contrôle a mené à de nombreux mauvais branchements. On estime que le taux de mauvais branchements peut atteindre jusqu'à 40 % dans certaines villes nouvelles de la région parisienne ⁽¹⁸⁾. Ce sont ainsi des eaux usées qui se retrouvent directement rejetées vers le milieu naturel sans avoir subi de traitement.

De plus, la reconnaissance de la pollution des eaux de ruissellement constitue un enjeu pour la préservation du milieu naturel. Avec un réseau séparatif, les eaux de ruissellement chargées en polluants dus au lessivage des voiries et toitures, sont rejetées directement au milieu naturel sans avoir subi de traitement préalable. Face aux efforts de mise en conformité des usines d'épuration, avec des exigences de rejets très stricts, ce rejet d'eaux pluviales sans traitement paraît incohérent dans une optique de volonté globale de préservation de la qualité du milieu récepteur.

Les acteurs commencent à prendre en compte ces enjeux de qualité des rejets d'eaux pluviales placés en troisième position de la hiérarchie et dont le traitement est compliqué. Le SIAAP dans son schéma directeur d'assainissement 2007-2021 prévoyait la création de 5 Stations de Dépollution des Eaux Pluviales (SDEP). Il note cependant les incertitudes techniques liées à ces SDEP, notamment pour la mise en route après un arrêt prolongé.

18- Jean-Claude Deutsch, « Annexe 81 : les réseaux unitaires », in Gérard Miquel, *La qualité de l'eau et assainissement en France*, Rapport de l'OPECST n° 2152 (2002-2003), 2003.

Types de réseaux d'assainissement dominants



Sources: CG92 - CG93 - CG94 - DPE

Les grandes étapes de traitement des eaux usées

Le fonctionnement d'une usine d'épuration est très complexe et repose sur des procédés physiques, chimiques et biologiques. L'eau usée s'écoule à travers différentes unités de traitement visant à éliminer certains types de pollution.

• Le prétraitement

Le prétraitement consiste à éliminer les matières flottantes, les huiles et graisses et les matières lourdes grâce à des procédés physiques ou physico-chimiques.

- Le dégrillage

Le dégrillage consiste à retenir les déchets volumineux grâce à des grilles dont l'espacement des barreaux est de plus en plus étroit. Pour éviter le colmatage, les déchets retenus sur les grilles sont éliminés automatiquement par un peigne monté sur un treuil. Les déchets collectés sont ensuite compactés et envoyés vers une usine d'incinération des ordures ménagères

- Le dessablage

Le dessablage consiste à éliminer les matières minérales lourdes (graviers, sables) pour protéger les ouvrages et pompes et éviter un ensablement. En diminuant la vitesse d'écoulement, les sables se déposent au fond du bassin où ils sont extraits par raclage. Ces derniers peuvent être valorisés ou évacués en décharge.

- Le déshuilage

Le déshuilage consiste à éliminer les graisses et huiles pouvant gêner le traitement biologique. Les graisses étant plus légères que l'eau, elles se retrouvent à la surface et sont raclées par un râteau. Le dessablage et le déshuilage peuvent avoir lieu dans le même bassin. Les huiles et graisses retenues peuvent être incinérées.

• Le traitement primaire : la décantation

Une fois l'étape de prétraitement terminée, les eaux usées subissent une étape de traitement physique, appelé décantation primaire. Elle repose sur l'élimination des matières en suspension (MES) par décantation. Le lent passage de l'eau dans un bassin de décantation permet aux matières en suspension de tomber au fond. Un racleur situé au fond du bassin récupère ce que l'on appelle les boues primaires, qui sont dirigées vers la filière de traitement des boues. La décantation peut parfois être accélérée grâce à l'ajout de réactifs chimiques. Ces réactifs permettent d'agglomérer les particules entre elles. Celles-ci décantent alors plus vite du fait de leur poids plus important.

• Le traitement secondaire : l'épuration biologique

L'épuration biologique permet l'élimination des substances polluantes dissoutes dans l'eau (pollution carbonée, azotée, phosphorée). Elle repose sur le principe que les eaux usées contiennent naturellement toutes les bactéries impliquées dans les processus d'épuration. Les bactéries transforment la pollution organique dissoute en gaz et en nouvelles bactéries dites boues secondaires. Pour chaque type de pollution est associée processus biologique, les principales étant l'abatement du carbone, la nitrification, la dénitrification et la déphosphatation. Ces boues sont récupérées et dirigées vers la filière de traitement des boues.

Il s'agit pour chaque composé soluble à éliminer de sélectionner les conditions optimales pour le développement de ces bactéries épuratrices : température, concentration d'oxygène, temps de séjour des bactéries dans le bassin, etc.

Il existe plusieurs techniques d'épuration biologique. La plus ancienne et la plus répandue est l'épuration par boues activées. Elle est constituée d'un bassin d'aération propice au développement des bactéries épuratrices, et d'un clarificateur (ou bassin de décantation secondaire) effectuant la séparation de l'eau épurée et des boues produites. Une partie de ces boues est renvoyée dans le bassin d'aération, pour maintenir une concentration bactérienne optimale, et l'autre partie est dirigée vers la filière de traitement des boues.

Il existe également des techniques dites de culture fixée comme les biofiltres. L'eau ruisselle à travers un matériau filtrant sur lequel se développe une biomasse permettant l'épuration. Il n'y a alors pas besoin de clarification, ce qui rend le procédé plus compact. Ce procédé permet une très bonne épuration des eaux, mais est plus coûteux que l'épuration par boues activées.

Il existe d'autres techniques d'épuration biologique comme l'épuration dite mixte pour laquelle la biomasse se développe sur un support naturel ou artificiel de quelques centimètres de diamètre circulant librement dans l'eau usée, ou l'épuration par filtres plantés de roseaux, particulièrement adaptés aux zones rurales.

À l'issue du traitement secondaire, l'eau épurée est reversée vers le milieu naturel. Certaines stations d'épuration disposent cependant d'un traitement tertiaire, pour une épuration plus poussée.

• **Le traitement tertiaire**

Les eaux usées peuvent parfois faire l'objet d'un traitement complémentaire dans le but d'une réutilisation ou de la protection du milieu récepteur. La désinfection permet d'éliminer les polluants microbiologiques, qui peuvent être néfastes dans le cas où le milieu naturel est un lieu de baignade. Elle consiste souvent en une chloration ou une exposition à des rayons ultraviolets. Au titre du traitement tertiaire on trouve aussi le traitement du phosphore par voie physico-chimique pour atteindre les 80 % de rendement exigés par la DERU.

• **La filière de traitement et de valorisation des boues**

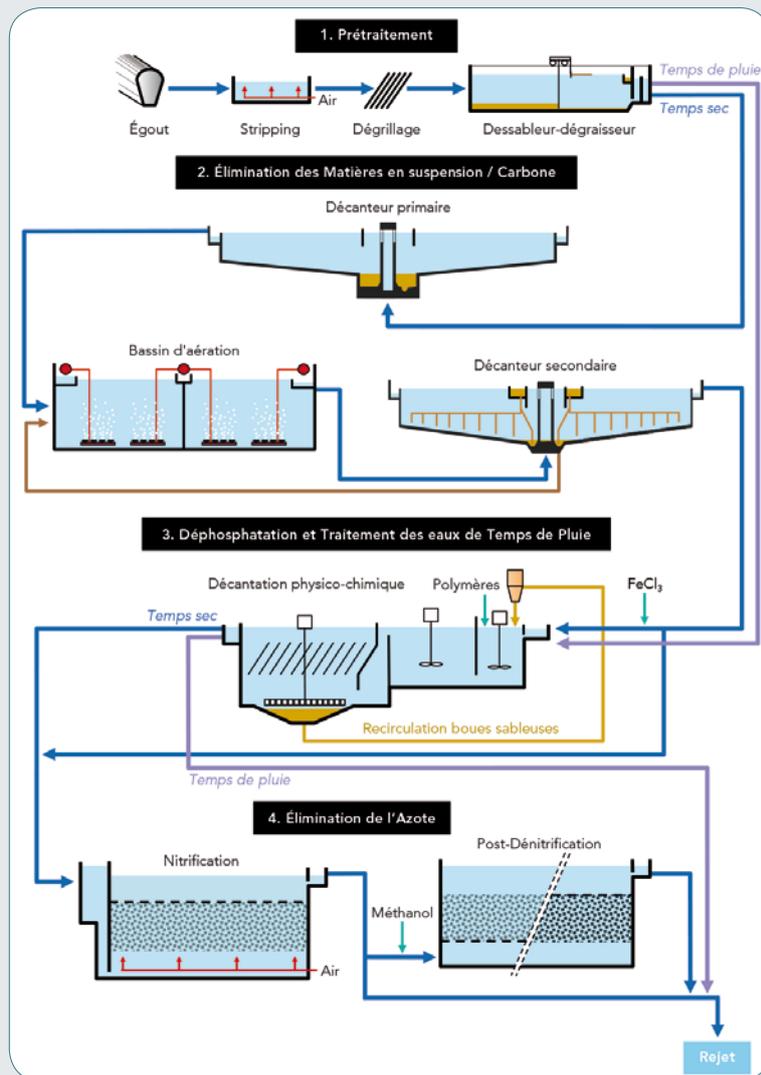
Les boues primaires et secondaires issues de la filière d'épuration de l'eau sont récupérées et subissent plusieurs étapes de traitement pour être valorisées. En général le traitement consiste en une combinaison des procédés suivants :

- Réduction de la teneur en eau des boues par épaissement, déshydratation et séchage
- Stabilisation biologique pour éliminer ou réduire les odeurs
- Hygiénisation pour éliminer les organismes pathogènes.

Il existe différentes filières de valorisation agricole des boues, comme l'épandage sur des terres cultivables ou le compostage mais aussi la valorisation énergétique, en récupérant la chaleur et l'énergie lors de l'incinération ou la production de biogaz.

Dans le cas d'un traitement des eaux de temps de pluie, des volumes d'eaux beaucoup plus importants arrivent en station d'épuration. Selon l'importance de la pluie, il n'est alors pas toujours possible de réaliser un traitement biologique optimal des eaux usées. Certaines usines sont équipées d'unités de traitement spécifiques aux temps de pluie, et d'autres modifient le fonctionnement classique pour accepter des volumes supplémentaires. Ce fonctionnement permet l'élimination d'une partie importante de la pollution, mais qui reste inférieure à celle obtenue par temps sec, pouvant poser des problèmes pour le respect du bon état.

Schéma de fonctionnement par temps sec/temps de pluie d'une usine (ex. de Seine Aval)



© SIAAP

II- Vers des actions communes et partagées de bonne gestion des eaux pluviales

II. Vers des actions communes et partagées de bonne gestion des eaux pluviales

Les rejets par temps de pluie représentent un flux de pollution important pour la Seine du fait des volumes qu'ils représentent mais aussi de leur fréquence. Ce flux de polluants a des conséquences immédiates sur la qualité de la Seine, et les répercussions sont d'autant plus importantes en été lorsque le fleuve est à l'étiage et que les températures sont plus élevées. Ce flux de polluants est néfaste à plusieurs points de vue, puisqu'il dégrade la qualité de vie de l'écosystème aquatique.

Ce constat a amené les acteurs de l'eau et de l'assainissement (départements, SIAAP, DRIEE...) à mutualiser leurs réflexions à l'échelle de chaque département et dans le cadre du SDA du SIAAP. La poursuite de ses rapprochements et la nécessité de construire une réflexion globale sont d'autant plus importantes que les simulations effectuées par le SIAAP sur les trente à cinquante prochaines années tendent vers une imperméabilisation extrême du territoire s'accompagnant d'une augmentation significative des volumes d'eaux pluviales à collecter. Si rien n'est fait, les dispositifs jusqu'alors mis en place (augmentation des capacités épuratoires des usines, créations d'ouvrages de stockage...) ne suffiront alors pas à satisfaire les nouvelles exigences.

Les acteurs de la gestion de l'eau de la région parisienne ont intégré ces nouvelles exigences de quantité d'eau pluviale et de qualité des eaux du milieu récepteur dans leur stratégie opérationnelle de gestion des eaux pluviales. Le schéma directeur d'assainissement du SIAAP existant, comme sa révision en cours, tablent sur un effort généralisé de contrôle local des apports d'eaux de ruissellement liés aux imperméabilisations nouvelles. En effet, il a été jugé inefficace et non durable de concevoir un système d'assainissement prenant en compte toutes les eaux pluviales futures tant sur le plan de la pollution que de l'inondation. Il est donc indispensable que dès maintenant, soient amplifiées les politiques déjà en vigueur de réglementation des apports d'eaux de ruissellement liées aux urbanisations nouvelles pour stabiliser les apports à la production actuelle. Les collectivités et les départements peuvent s'appuyer sur un contexte législatif et réglementaire favorable à la mise en place d'actions, ainsi que sur un savoir-faire acquis pour certains depuis les années 1980.

1. Un cadre réglementaire qui amène l'ensemble des communes à revoir leur stratégie en matière de gestion des eaux pluviales

La réglementation sur les eaux pluviales est dispersée dans différents codes (de l'environnement, des collectivités territoriales, de l'urbanisme...) et encadrée par plusieurs textes législatifs. Sa mise en place s'est faite progressivement, mais a été accélérée depuis les 20 dernières années par la législation européenne.

C'est la Directive-cadre sur l'Eau de 2000 qui structure désormais toutes les actions nationales, régionales et communales en matière de préservation de la ressource et de gestion de l'eau. Les lois LEMA (loi sur l'eau et les milieux aquatiques, 2006)⁽¹⁹⁾ et Grenelle II (loi portant engagement national pour l'environnement, 2010)⁽²⁰⁾ rénovent le cadre général de la gestion de l'eau en intégrant les grands principes de la Directive.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Pluviales (SDAGE) devient le plan de gestion sur six ans (2010-2015) défini dans la Directive. Il fixe les grandes orientations à suivre. Une place plus importante est accordée à la gestion des eaux pluviales, dont la portée est variable d'un SDAGE à l'autre. Le SDAGE Seine Normandie propose de grands objectifs sur la gestion de l'eau pluviale, notamment :

- Réduire les volumes collectés et déversés par temps de pluie ;
- Privilégier les mesures alternatives et le recyclage des eaux pluviales ;
- Maîtriser l'imperméabilisation et les débits de fuite en zones urbaines ;

19- Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171>

20- Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id>

- Privilégier, dans les projets neufs ou de renouvellement, les techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle en limitant le débit de ruissellement ;
- Renforcer la prise en compte des eaux pluviales par les collectivités qui « doivent mettre en place un plan de zonage pluvial en application de l'article L. 2224-10 du CGCT » ⁽²¹⁾.

Cette dernière disposition renvoie à un article du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT), dont le contenu a été élargi à deux nouvelles zones par la loi portant engagement national pour l'environnement en 2010 (2010-788) :

Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre I^{er} du code de l'environnement :

- 1° *Les zones d'assainissement collectif où elles sont tenues d'assurer la collecte des eaux usées domestiques et le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées ;*
- 2° *Les zones relevant de l'assainissement non collectif où elles sont tenues d'assurer le contrôle de ces installations et, si elles le décident, le traitement des matières de vidange et, à la demande des propriétaires, l'entretien et les travaux de réalisation et de réhabilitation des installations d'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 et de ruissellement ;*
- 4° *Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.*

NOTA : Ces dispositions s'appliquent aux projets, plans, programmes ou autres documents de planification pour lesquels l'arrêté d'ouverture et d'organisation de l'enquête publique est publié à compter du premier jour du sixième mois après la publication du décret en Conseil d'État prévu à l'article L. 123-19 du code de l'environnement.

Article L 2224-10 du CGCT, disponible sur <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006070633&idArticle=LEGIARTI000006390357&dateTexte=&categorieLien=cid>

Les alinéas 3 et 4 définissent ce que l'on appelle un plan de zonage pluvial. Étant défini dans le CGCT, sa mise en place est obligatoire. Cependant, et à l'inverse des objectifs fixés par la DCE, aucune échéance n'est imposée pour sa mise en place, ni de sanction en cas contraire. Conformément au SDAGE, le plan de zonage pluvial peut être articulé aux documents d'urbanisme tel que le PLU. Le code de l'urbanisme stipule en effet que le PLU peut contenir des documents graphiques et « fixer les conditions de desserte par les voies et réseaux des terrains susceptibles de recevoir des constructions ou de faire l'objet d'aménagements. Il peut délimiter les zones visées à l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales concernant l'assainissement des eaux pluviales » (code de l'urbanisme, article L.123-1-5).

Aujourd'hui à l'échelle métropolitaine, les départements du Val-de-Marne, de la Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine s'inscrivent dans un cadre incitatif en proposant aux communes un document leur permettant de prendre des mesures prescriptives. Paris en tant que commune est en voie de se doter d'un plan de zonage pluvial qui aura valeur réglementaire

21- SDAGE 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands.

Enfin, ancien territoire de marécages, le développement rapide et pas toujours contrôlé de l'urbanisation dès la première moitié du XX^e siècle a engendré très rapidement de nombreux problèmes d'inondations. « Aujourd'hui, la Préfecture de la Seine-Saint-Denis classe 25 communes sur 40 en catégories risque fort ou assez fort pour les inondations pluviales urbaines »⁽²²⁾.

Dès les années 70, le département se lance dans une politique de construction de grands bassins de stockage, l'urbanisation galopante incite la collectivité à impliquer les aménageurs en leur demandant de gérer leurs propres eaux de ruissellement afin de ne pas aggraver la situation existante. Dès le début des années 90, les aménageurs sont tenus de respecter une limitation des débits de 10 l/s/ha pour les grandes opérations d'aménagement. Cette valeur reflète un compromis entre la nécessité du département de gérer les eaux pluviales et l'effort demandé aux aménageurs.

Dès le milieu des années 90, le dispositif en place est enrichi et intègre un accompagnement des aménageurs vers des solutions non plus de bassins (enterrés ou non, souvent mal entretenus et intégrés...) mais vers des dispositifs à ciel ouvert, acceptant d'autres fonctions urbaines que la seule gestion des eaux pluviales.

La multifonctionnalité de ces ouvrages présente de nombreux avantages :

- Mutualisation des coûts d'investissement et de gestion,
- Valorisation de l'eau en ville, rôle paysager et social des ouvrages,
- Sensibilisation des usagers aux risques d'inondation.

Dès 2003, le schéma d'assainissement départemental AUDACE généralise l'application de cette limitation à tous les nouveaux permis de construire et non plus seulement aux grandes opérations d'aménagement. Un plan de zonage pluvial est annexé au règlement d'assainissement. Comme indiqué précédemment, il n'a pas une valeur réglementaire mais une valeur incitative, l'objectif étant de sensibiliser les communes à l'application de mesures visant à mieux contrôler les entrées d'eau dans les réseaux d'assainissement.

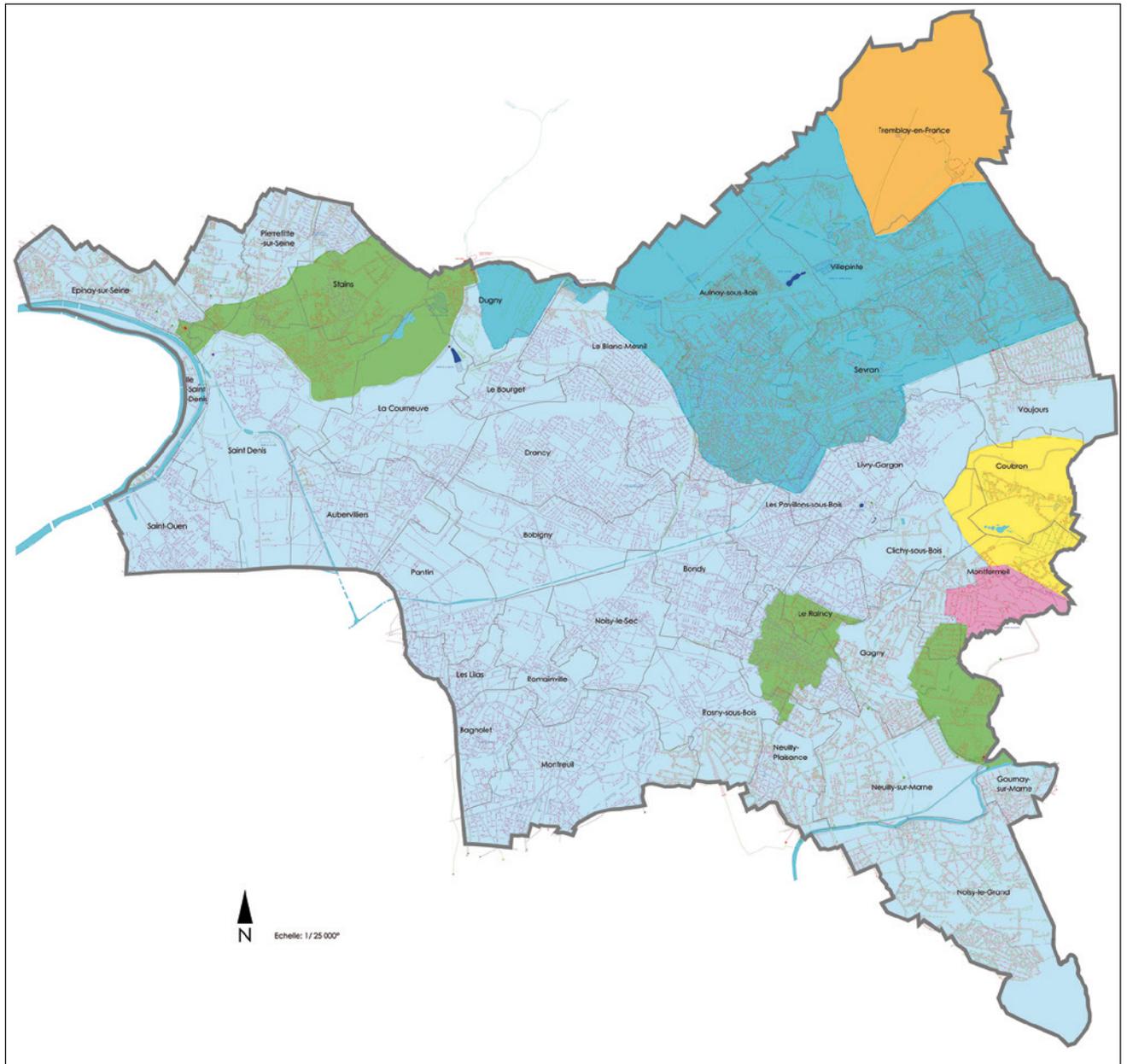
Au cours des années, ce document s'est enrichi pour aboutir aujourd'hui à un plan de zonage pluvial préconisant en premier lieu l'infiltration. Si cette solution n'est pas envisageable des mesures de débits limitées sont appliquées en fonction de la localisation des projets.

Les documents graphiques établis par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement liés à la gestion des eaux pluviales comportent deux volets. Le premier volet est hydraulique, et représente la limitation des débits de fuite. Le deuxième volet est axé sur la géologie du territoire, et détermine les zones pour lesquelles l'infiltration et/ou l'injection sont possibles en distinguant les zones de réseau unitaire et de réseau séparatif. Ces possibilités reposent sur l'étude des risques associés à l'infiltration (présence d'argile, de formation gypseuse) et l'injection (présence d'une couche imperméable trop épaisse ou présence d'une nappe utilisée pour la consommation humaine).

Parce qu'elle s'est lancée très tôt dans la maîtrise du ruissellement du fait de son exposition au risque d'inondation, la Seine-Saint-Denis possède désormais un savoir-faire et une expertise reconnus nationalement dans la gestion des eaux pluviales. Le département a développé une base de données recensant les différents dispositifs de contrôle à la source des eaux pluviales. Alimentée au fur et à mesure des projets, elle constitue une ressource sur le savoir-faire acquis. Une grande force du département est également la grande présence des équipes de l'assainissement dans les phases d'avant-projet des aménageurs comme dans les phases d'exécution. La Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Seine-Saint-Denis possède d'ailleurs un service entièrement dédié à la liaison avec l'aménagement et l'urbanisme.

22- Guido Petrucci, 2012, *La diffusion du contrôle à la source des eaux pluviales urbaines. Confrontation des pratiques à la rationalité hydrologique*, thèse, Université Paris-Est, 390 p. p. 159.

Zonage des limitations de débit des eaux pluviales en Seine-Saint-Denis



Sources: Conseil Général de la Seine-Saint-Denis, DEA - 2008

Maître d'ouvrage de l'étude
Conseil Général de la Seine Saint Denis

Direction de l'Eau et de l'Assainissement
BP 193
93006 Bobigny Cedex

Dates : Mai 2007 Echelle : 1/25000

Composante Urbaine
Eau et Paysage

• Réf : DEA - ESCA - 06 - Zonage
• Fichier
• Concepteur : Yann Le Corre
• Dessinateur : Laurent Benoit

Paysagistes, hydrologues, bureau d'étude
Sarl E.P. Composante Urbaine
45 avenue Trudaine - 75009 PARIS France
tél: 01 48 78 09 09 / fax: 01 48 78 09 10
e-mail: ep@composanteurbaine.fr

LEGENDE

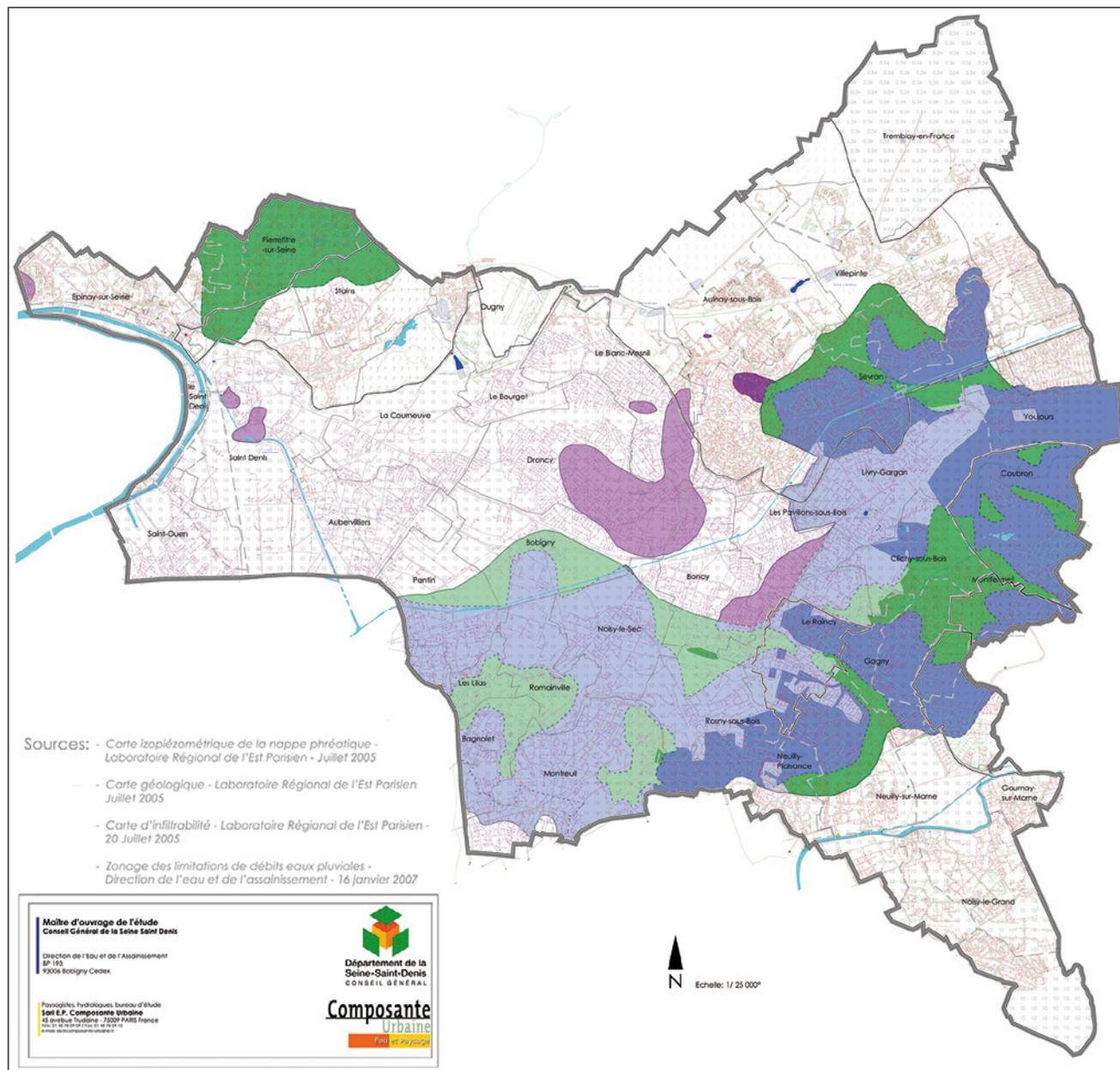
- Limite départementale
- Limite communale
- Limite des bassins versants

DEBITS LIMITES

- Limites des zones à débits limités
- Débit limité à Q= 10 L/s/ha
- Débit limité à Q= 7 L/s/ha
- Débit limité à Q= 6 L/s/ha
- Débit limité à Q= 4 L/s/ha
- Débit limité à Q= 2 L/s/ha
- Débit limité à Q= 0.34 L/s/ha

- Sources: - Carte izopiezométrique de la nappe phréatique -
Laboratoire Régional de l'Est Parisien - Juillet 2005
- Carte géologique - Laboratoire Régional de l'Est Parisien
Juillet 2005
- Carte d'infiltrabilité - Laboratoire Régional de l'Est Parisien -
20 Juillet 2005
- Zonage des limitations de débits eaux pluviales -
Direction de l'eau et de l'assainissement - 16 janvier 2007

Infiltrabilité des sols en Seine-Saint-Denis



Sources: Conseil Général de la Seine-Saint-Denis, DEA - 2008

LEGENDE

— Limite départementale

— Limite communale

— Limite des bassins versants

INFILTRABILITE		Injection et infiltration proscrites et réseau séparatif
		Injection et infiltration proscrites et réseau unitaire
		Infiltration proscrite et réseau séparatif
		Infiltration proscrite et réseau unitaire
		Injection proscrite et réseau séparatif
		Injection proscrite et réseau unitaire

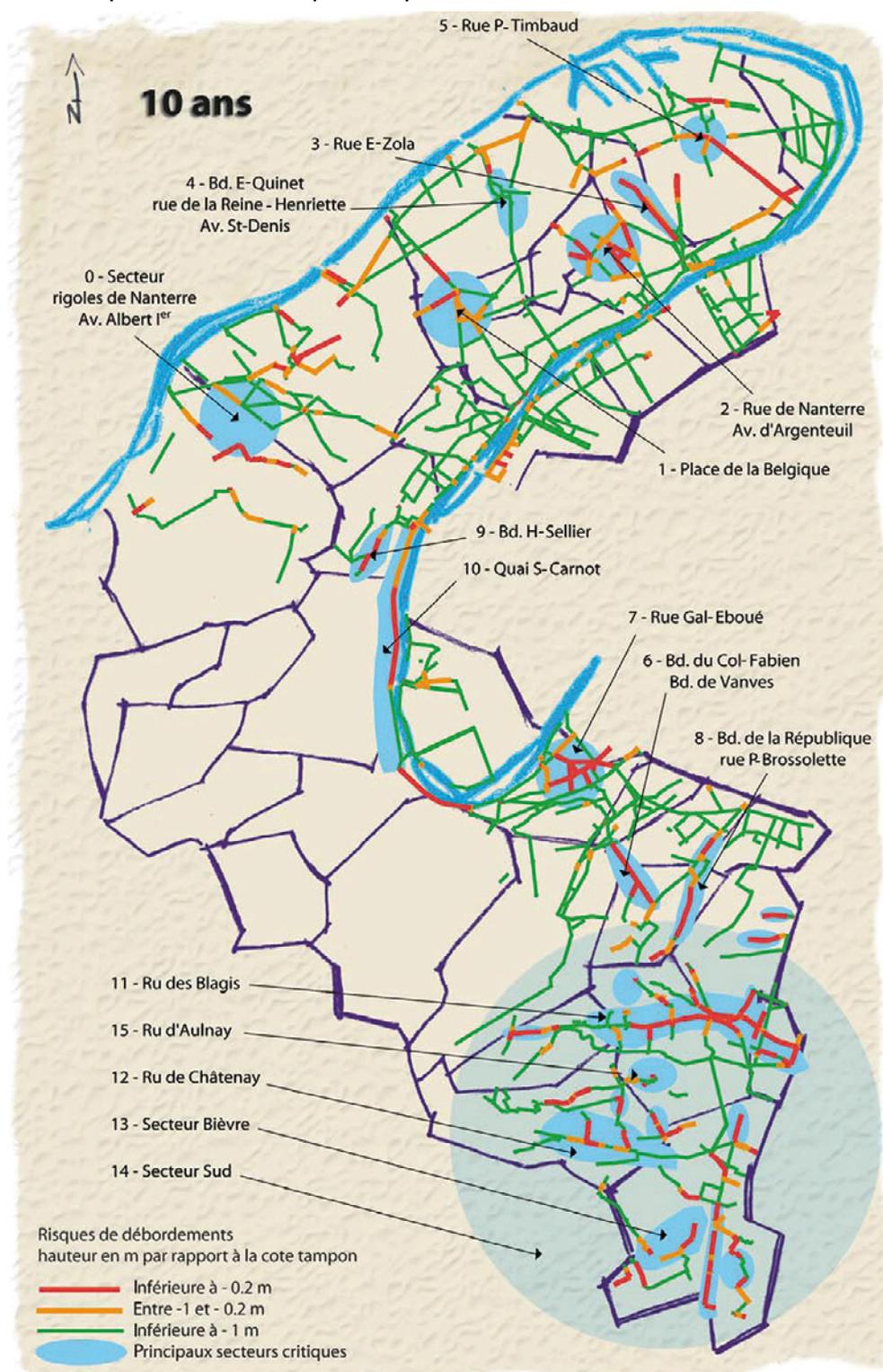
DEBITS LIMITES		Limites des zones à débits limités
		Débit limité à Q= 10 L/s/ha
		Débit limité à Q= 7 L/s/ha
		Débit limité à Q= 6 L/s/ha
		Débit limité à Q= 4 L/s/ha
		Débit limité à Q= 2 L/s/ha
	Débit limité à Q= 0.34 L/s/ha	

• Les Hauts-de-Seine : une volonté politique forte de bonne gestion des eaux pluviales

Le département des Hauts-de-Seine est parcouru sur une grande partie de son territoire par la Seine. Il est aussi drainé dans sa partie Est par la Bièvre. Le sud du territoire, à la limite du Bassin de la Bièvre urbanisé plus tardivement, est équipé d'un réseau d'assainissement en séparatif. Le reste du département est équipé d'un réseau unitaire qui s'est historiquement constitué en bassins indépendants reliés directement au fleuve et disposant de nombreux exutoires.

Ces caractéristiques permettent aux gestionnaires de soulager le réseau lors de fortes pluies en déversant les eaux en Seine afin d'éviter les débordements au-delà du terrain naturel. Pour la partie Bièvre, la situation est plus critique.

Zone critique de débordement pour une pluie décennale



Sources : Schéma départemental d'assainissement 2005, CG 92/DE

Dans les années 2000, un tournant est pris avec la DCE, visant à protéger le milieu récepteur, mais aussi du fait des investissements importants qui devaient découler d'une politique de construction de grands bassins de stockage. Le département s'est alors tourné vers le développement des techniques alternatives.

Dès 2002, les premières applications de limitation de débit aux opérations d'aménagements et constructions neuves sont prises par le règlement d'assainissement. Le nord du département est alors limité à 15 l/s/ha et le sud à 10 l/s/ha, à l'exception de la commune de Rueil-Malmaison où la limitation est de 3 l/s/ha.

En 2005, la réalisation d'un schéma départemental d'assainissement affirme une volonté de concertation afin d'asseoir une réelle politique en matière d'assainissement à l'échelle départementale avec un double objectif partagé avec la majorité des communes dans le cadre de la convention de gestion coordonnée de l'assainissement :

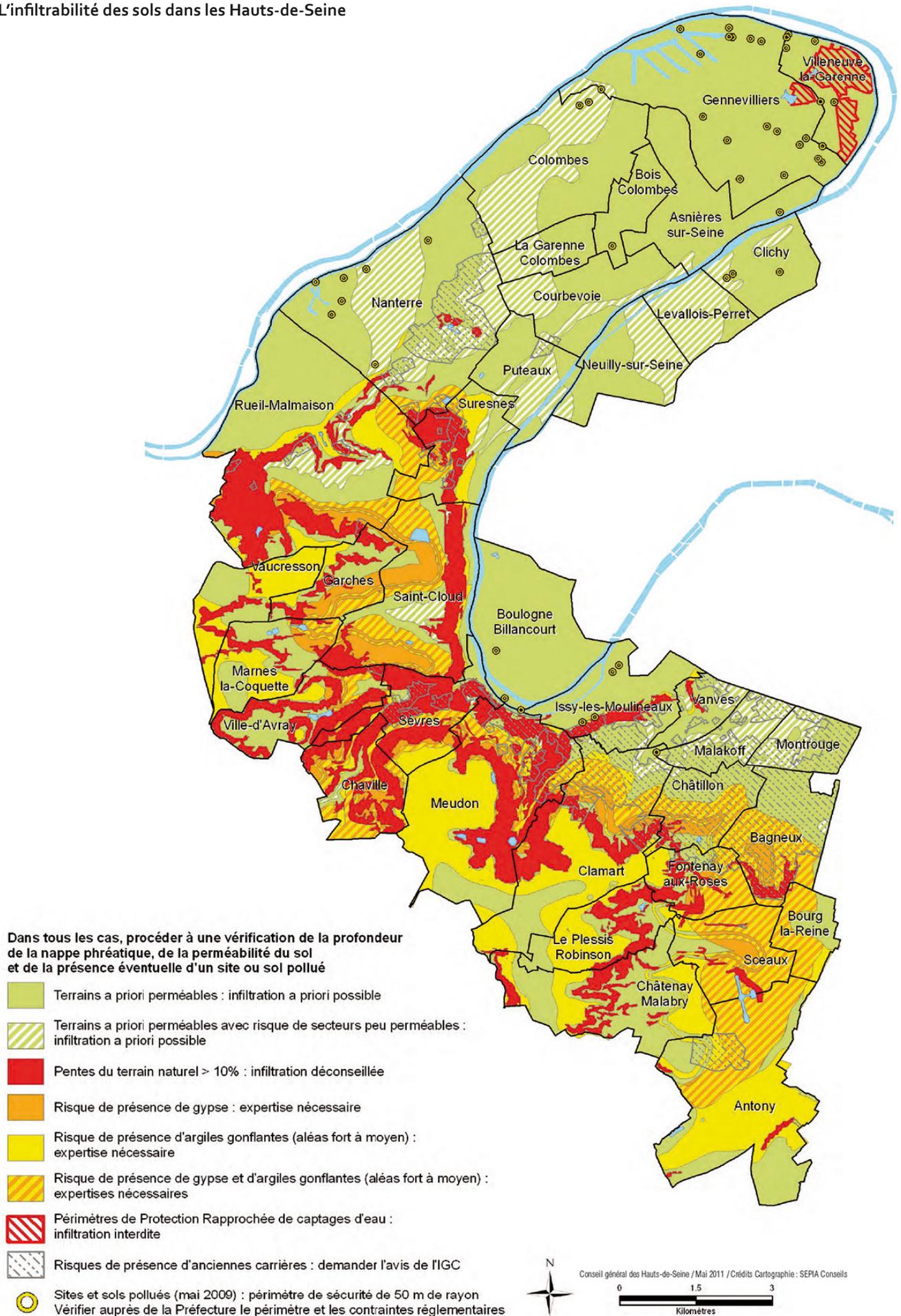
- Réduire les risques d'inondation,
- Protéger le milieu récepteur.

Ce contexte a permis d'aboutir à une baisse significative des limitations de débit de fuite à 2 l/s/ha pour les rejets en réseau unitaire et 10 l/s/ha au milieu naturel directement ou via un réseau pluvial. Cependant, tout comme le département de la Seine-Saint-Denis, la première solution recherchée dans les projets est celle d'une non-connexion au réseau. Si aucune autre solution n'existe, le CG autorise le raccordement au réseau mais avec des limitations de débits. L'application dans les PLU des communes du département des règles de limitations de débits (à l'exception des communes de Vaucresson, de Garches et de Saint-Cloud) montre bien que le travail de concertation est primordial dans ce type de démarche.

Le département a également produit une cartographie de l'infiltrabilité des sols, localisant la nature de ceux-ci et les risques associés à une infiltration (vulnérabilité des nappes d'eau souterraines, présence de sites et sols pollués, présence de gypse, argiles gonflantes, pentes supérieures à 10 %). Cette cartographie a un rôle d'outil pour les communes et les aménageurs. Elle est complétée par de nombreux documents sur les techniques alternatives.

En parallèle, la volonté d'aller au-delà de la seule application de ces règles pour les nouveaux projets a conduit le département, dès 2004, à mettre en place une politique incitative, qui s'est enrichie au fil des années sous la forme de subventions s'appliquant à tous (collectivités, aménageurs privés ou particuliers...). Pour les aménageurs privés et les particuliers, ces subventions permettent d'intervenir sur les projets ne faisant pas l'objet d'un permis de construire. L'idée étant que tous ceux qui souhaitent améliorer leur gestion des eaux pluviales afin d'éviter le rejet dans les réseaux départementaux peuvent bénéficier, en fonction du choix des techniques mises en œuvre, de subventions dont le montant varie selon le type de solution. Cette politique est soutenue par une communication permanente visant à privilégier les solutions alternatives aux réseaux enterrés.

L'infiltrabilité des sols dans les Hauts-de-Seine



Sources : Cartographie de l'infiltrabilité dans les sols du département des Hauts-de-Seine, CG92/DE - mai 2011

• Le Val-de-Marne : des actions plus récentes intégrant dès le départ la problématique du milieu récepteur

Le Val-de-Marne est l'un des derniers départements du cœur de la métropole parisienne à s'être doté d'une politique incitative de gestion des eaux pluviales.

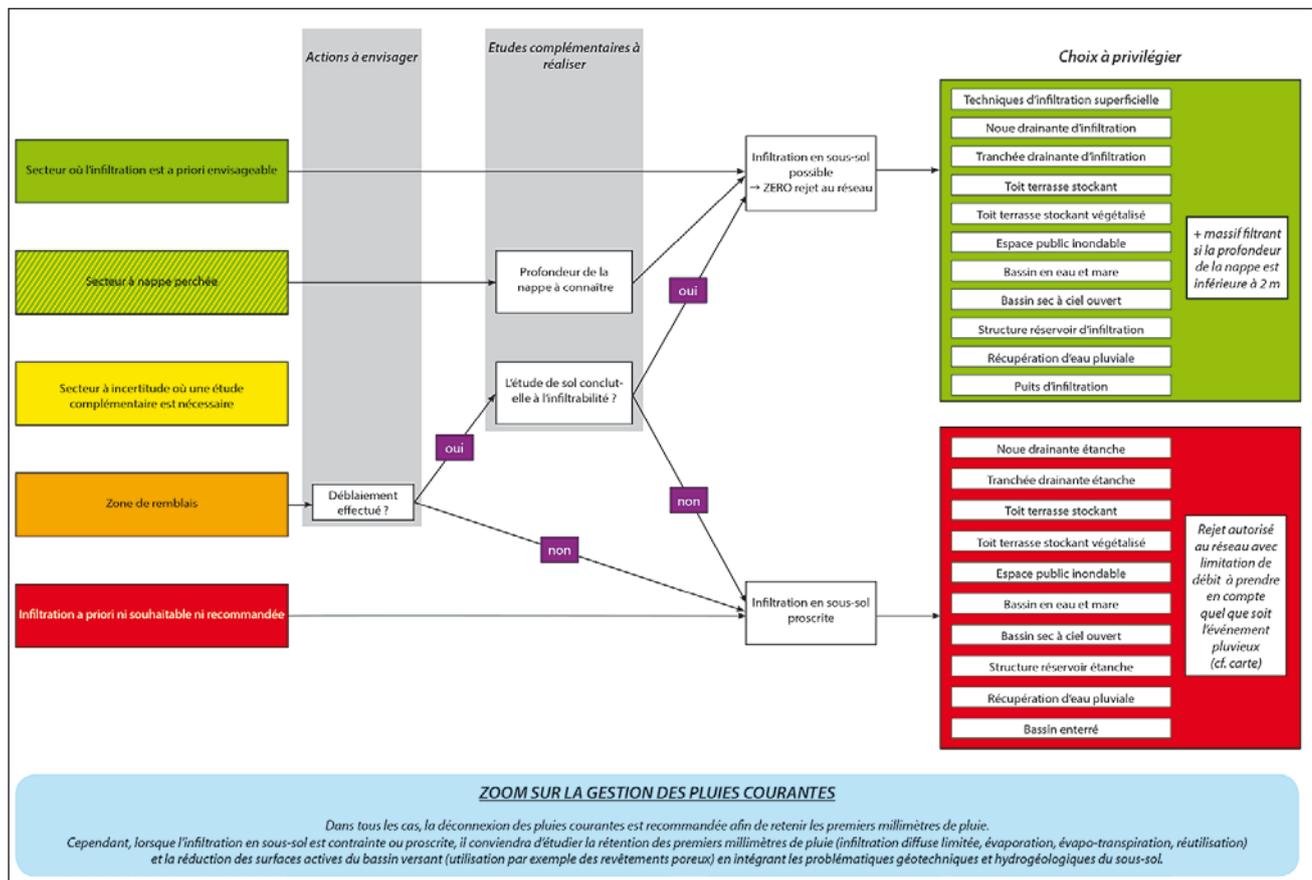
L'application de la DCE et un contexte de très fortes mutations attendues à moyen et long termes (ZAC, projets de renouvellement urbain, contrats de développement territorial, projets de transports...) a obligé le département à réduire ses déversements en Seine tout en anticipant l'apport éventuel de nouveaux volumes d'eaux pluviales dans les réseaux départementaux. Face aux coûts importants générés par la construction de grands ouvrages de stockage, le Val-de-Marne a réorienté sa politique de gestion des eaux pluviales vers des techniques dites « alternatives » visant à gérer la pluie au plus près de son point de chute.

Un important travail de diagnostic et de concertation avec les communes a permis d'aboutir au Plan Bleu, un plan de zonage pluvial adopté par l'Assemblée du Conseil Général en mai 2014.

Dans la continuité des plans de zonage d'assainissement pluvial des départements de la Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine, le Val-de-Marne propose l'infiltration comme règle de base pour la gestion des eaux pluviales. Dans le cas où cette solution ne peut pas s'appliquer (contraintes de terrain), des études hydrauliques ont permis de définir en fonction des bassins-versants des règles de limitations de débits.

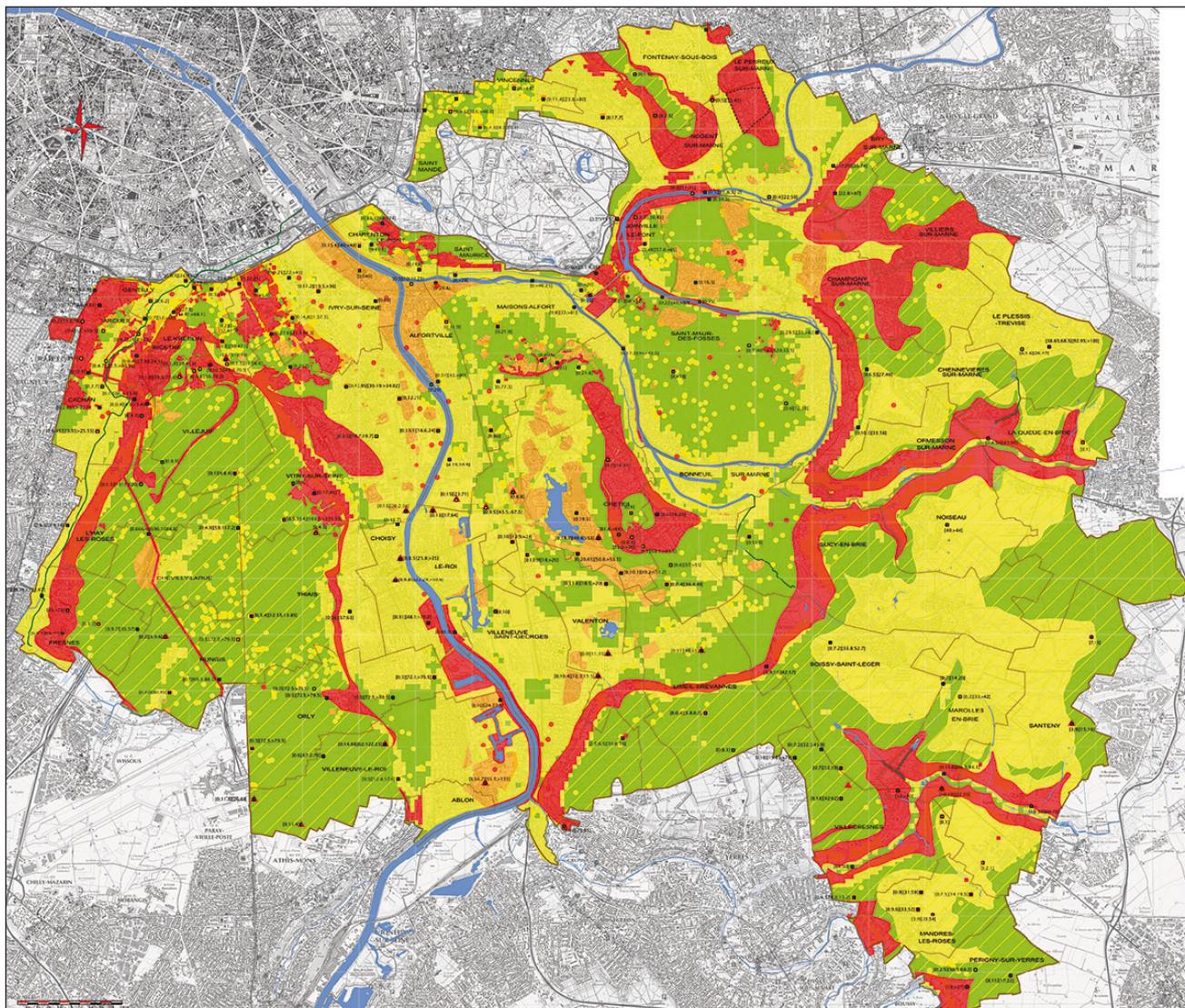
Il faut noter que tout comme les départements de Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine, le Val-de-Marne a fourni un effort important en matière de communication en produisant des fiches synthétiques et didactiques permettant d'accompagner les aménageurs dans les choix des solutions possibles à mettre en œuvre. Ces efforts de communication sont essentiels pour une bonne prise en compte des enjeux liés à ces politiques mais aussi des modalités pratiques de mise en œuvre.

Logigramme d'infiltrabilité en sous-sol pour le choix de la technique de gestion des eaux pluviales



Sources : Conseil Général du Val-de-Marne, Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement

Zonage pluvial départemental du Val-de-Marne : possibilités d'infiltration des sols



Sources : Conseil Général du Val-de-Marne, Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement

**DIRECTION
DES SERVICES
DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'ASSAINISSEMENT**

100 000
BUREAU VERITAS
Certification
DIRECTION DES SERVICES DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'ASSAINISSEMENT

ZONAGE PLUVIAL DEPARTEMENTAL

BILAN DE L'INFILTRABILITE EN SOUS-SOL

Échelle : 1/25 000
Édition : janvier 2014

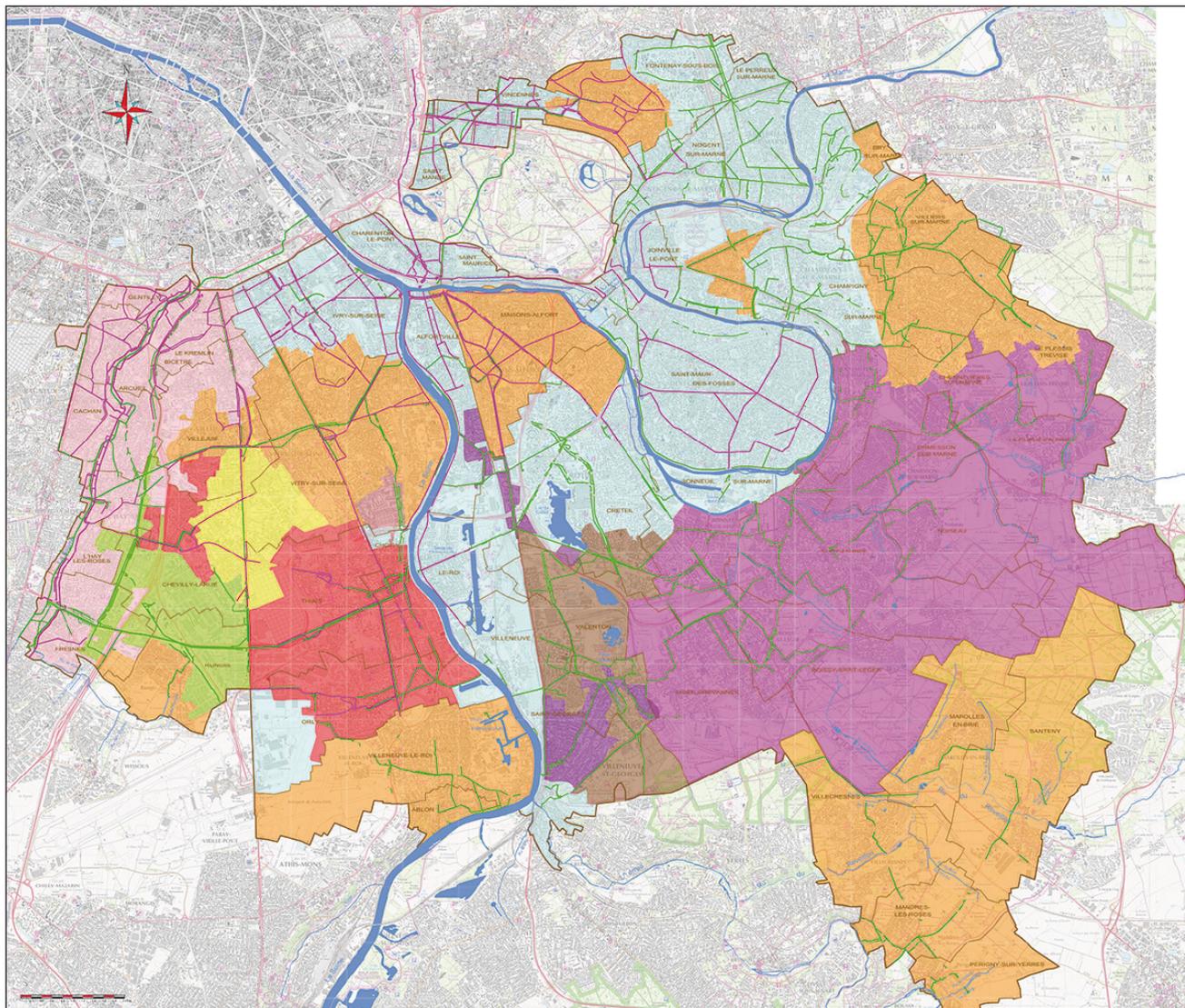
SERVICE ÉTUDES GÉNÉRALES ASSAINISSEMENT ET MILIEUX AQUATIQUES

Parc d'activité des Petits Carreaux
2, avenue des Violettes
94365 Bonneuil-sur-Marne Cedex

Tél. 01 49 56 88 63
Fax 01 49 56 88 30
Courriel etudes@dses.cog94.fr

-  Limite départementale
-  Limite communale
-  Réseau hydrographique de surface
-  Réseau hydrographique canalisé
- Bilan de l'infiltrabilité**
-  Infiltration à priori ni souhaitable, ni recommandée
-  Infiltration à priori ni souhaitable, ni recommandée (risque de tassement remblai)
-  Secteur à incertitude où une étude complémentaire est nécessaire
-  Secteur à incertitude où une étude complémentaire est nécessaire (présence potentielle de nappe perchée de profondeur indéterminée)
-  Infiltration à priori envisageable
- Perméabilité**
-  Infiltration à priori envisageable en surface et à profondeur moyenne et importante
-  Infiltration à priori envisageable en surface et à profondeur moyenne. Incertitude pour l'infiltration à profondeur importante
-  Infiltration à priori envisageable en surface et à profondeur importante. Incertitude pour l'infiltration à profondeur moyenne
-  Infiltration à priori envisageable en surface. Incertitude pour l'infiltration à profondeur moyenne et importante
-  Infiltration à priori envisageable à profondeur moyenne et importante. Incertitude pour l'infiltration en surface
-  Infiltration à priori envisageable à profondeur moyenne. Incertitude pour l'infiltration en surface et à profondeur importante
-  Infiltration à priori envisageable à profondeur importante. Incertitude pour l'infiltration en surface et à profondeur moyenne
- [profondeur du sommet et de la base des couches perméables]
-  Zone de gypse possible

Zonage pluvial départemental du Val-de-Marne : limitation des débits



Sources : Conseil Général du Val-de-Marne, Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement

**DIRECTION
DES SERVICES
DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'ASSAINISSEMENT**



ZONAGE PLUVIAL DEPARTEMENTAL

CARTE DES DEBITS DE RESTITUTION ADMISSIBLES AU
RESEAU D'ASSAINISSEMENT DEPARTEMENTAL LORSQUE
L'INFILTRATION EN SOUS-SOL EST IMPOSSIBLE

Échelle : 1/25000
Édition : février 2014

SERVICE ÉTUDES GÉNÉRALES ASSAINISSEMENT ET MILIEUX AQUATIQUES
Parc d'activité des Petits Carreaux
2, avenue des Violettes
94385 Bonneuil-sur-Marne Cedex

Tél. 01 49 56 88 63
Fax 01 49 56 88 60
Courriel etuderesseau.dsea@cg94.fr

-  Limite départementale
-  Limite communale
-  Lac, ru, rivière, fleuve
-  Cours d'eau canalisé
-  Cours d'eau canalisé souterrain
-  Réseau départemental d'eaux pluviales
-  Réseau interdépartemental d'eaux pluviales
-  Réseau départemental unitaire
-  Réseau interdépartemental unitaire hors gestion DSEA

Débit de restitution maximal admissible

-  1 L/s/ha associé à une déconnexion de 30% d'imperméabilisation
-  1 L/s/ha
-  2 L/s/ha
-  2 L/s/ha si rejet sur la Bièvre ou le ru de Rungis canalisés ou 8 L/s/ha si rejet en réseaux d'assainissement unitaire ou pluvial
-  2 L/s/ha associé à une déconnexion de 25% d'imperméabilisation
-  4 L/s/ha
-  5 L/s/ha
-  7 L/s/ha
-  8 L/s/ha
-  10 L/s/ha

• Paris : l'abattement, une gestion novatrice de l'eau de pluie

Le département de Paris, tout comme les Hauts-de-Seine, est traversé par la Seine et dispose historiquement de nombreux déversoirs (45 à l'heure actuelle) qui lui ont permis de se protéger des risques d'inondation. Sur les 45 déversoirs présents sur le territoire parisien, le Conseil Général du 92 en gère 2 (Pégout et Pont de Suresnes) et la section de l'assainissement de Paris gère 42 déversoirs vers la Seine et 1 vers le canal Saint-Martin. Dès le début des années 2000, le service de l'assainissement de la Ville de Paris a entrepris une politique de modernisation de ses déversoirs d'orage visant à limiter les déversements en Seine.

Cependant, les nouvelles règles en matière de protection du milieu naturel (application de la DCE) ont conduit les services techniques à réfléchir, dès 2006, à l'application d'un plan de zonage pluvial réglementaire cette fois-ci, Paris étant une commune.

La première partie de l'étude de faisabilité hydraulique d'un zonage pluvial à Paris, effectuée par le bureau d'études Safège en 2007, montre que l'application indifférenciée de techniques alternatives utilisant le stockage-restitution à débit limité sur l'ensemble du territoire ne permet pas une amélioration significative des déversements en Seine lors d'événements pluvieux. Une régulation du débit de fuite a un impact positif sur la plupart des zones de débordement du réseau, à partir de 10 l/s/ha (le résultat est significativement meilleur à 2 l/s/ha). En revanche, elle n'a que très peu d'effets sur la réduction des déversements en Seine, voire dans certains cas un effet néfaste, liée à des « phénomènes de concomitance ». Un abattement volumique d'une fraction de la lame d'eau a , à l'inverse, toujours un impact positif sur les déversements en Seine (même si l'impact est faible par temps d'orage).

Cette étude a permis de souligner que l'application d'une mesure considérée comme forcément bénéfique (les techniques de stockage-restitution à débit limité) ne l'est pas nécessairement pour un système d'assainissement complexe.

Le Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement au sein de la Direction de la Propreté et de l'Eau a donc pris l'initiative de privilégier des règles d'abattement volumique des petites pluies. Cette technique consiste à empêcher que le volume d'eau pluvial à « abattre » ne rejoigne le réseau d'assainissement. Ce choix s'appuie sur les résultats de l'étude de faisabilité hydraulique, mais s'inscrit également dans une volonté de la Ville de répondre aux objectifs de l'Agence de l'Eau sur la prise en compte des « petites pluies ». Ces petites pluies, d'occurrence statistique inférieure ou égale à 6 mois, représentent en effet 80 % de la pluviométrie annuelle et donc un volume d'eau important. De plus, comme décrit dans la première partie de cette étude, les déversements d'eaux usées non traitées par les déversoirs d'orage n'ont pas uniquement lieu lors d'événements pluvieux exceptionnels, mais aussi lors d'événements courants. Gérer les petites pluies c'est ainsi se donner les moyens de réduire les déversements d'eaux usées non traitées en Seine.

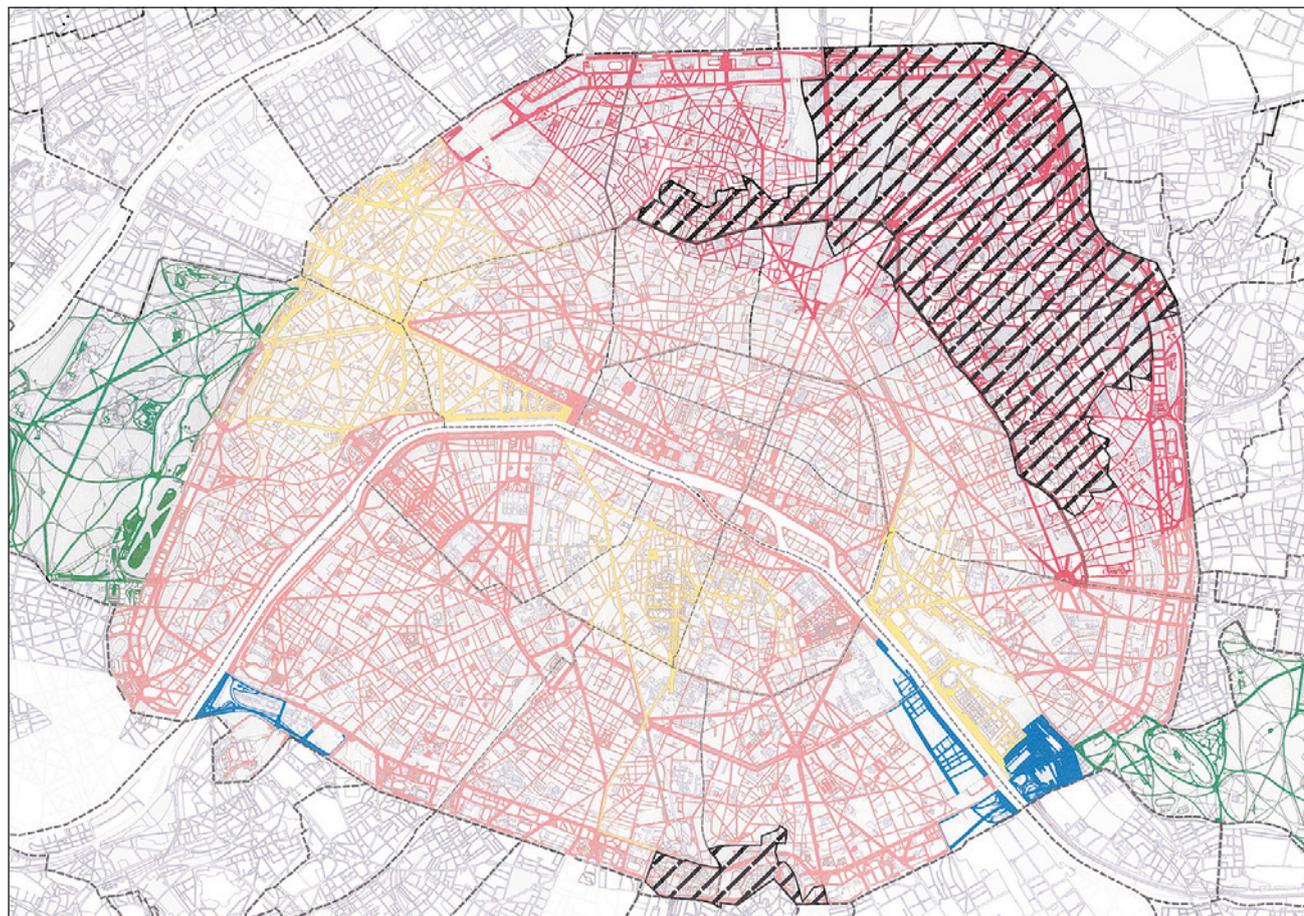
L'abattement volumique permet ainsi une diminution de la quantité d'eau transitant dans les réseaux, ce qui évite une surcharge de ceux-ci et diminue également les volumes à traiter par les stations d'épuration. Le Plan pluie à Paris est le premier document réglementaire à l'échelle de ce territoire à proposer des règles d'abattement. Il s'applique à tous les espaces publics et privés et prend comme hypothèses d'entrée celles du SDA du SIAAP pour les volumes de référence acheminés aux usines d'épurations.

Ce plan délimite des zones d'abattement des petites pluies, jusqu'à la pluie dite « 16 mm », correspondant à une pluie « 6 mois » d'une durée de 4 heures. Pour chaque zone d'abattement, l'objectif optimal est la déconnexion complète des eaux pluviales, et l'objectif minimal prescrit l'abattement de la pluie 16 mm, 12 mm (zones où l'abattement d'1 m³ d'eau pluviale peut réduire jusqu'à 2 m³ les déversements unitaires en Seine pour une pluie décennale), 8 mm (zones de sols « sensibles » où les techniques d'infiltrations sont soumises à la réalisation d'une étude de sol) ou 4 mm (zones de gypse). Selon les zones, un pourcentage minimal d'abattement de la pluie 16 mm peut être admis, respectivement 100, 80, 55 ou 30 %. Ces zones ont été délimitées par le Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement (STEA) grâce à l'étude hydraulique du bureau d'études Safège, en fonction de l'incidence qu'elles ont sur la réduction des déversements en Seine. Une dernière zone (principalement au Nord-Est de Paris) délimite les lieux où le stockage avec restitution au réseau des eaux pluviales jusqu'à la pluie décennale peut être demandé par le service en charge de l'assainissement pluvial. Ce secteur se superpose à des zones de gypse où l'infiltration concentrée est déconseillée. Les zones du Plan pluie correspondent à des emprises en amont de points de débordement sur

chaussées lors d'événements pluvieux exceptionnels (pluie décennale). Cette prescription constitue donc une mesure de prévention contre le risque inondation.

Suite au découpage des zones, d'autres études (Prolog) ont suivi en 2013 et 2014, pour évaluer la pertinence de telles mesures sur les déversements en Seine, et des techniques qui pourraient être mises en place. Le STEA préconise des techniques dites « vertes » comme la végétalisation des toitures, les noues urbaines ou jardins de pluie, par ailleurs compatibles à d'autres de ses objectifs. Celles-ci s'opposent aux techniques dites « grises » se référant aux ouvrages de stockage et autres équipements hydrauliques lourds.

Projet de plan de zonage d'assainissement pluvial de la Ville de Paris



Source : Mairie de Paris, Direction de la Propreté l'Eau (DPE) - avril 2014

Zone d'abattement

- Total** ○ Lame d'eau : pas de raccordement au réseau (bois parisiens)
○ Fraction minimale : abattement de 16 mm sur 100% de la surface

- Renforcé** ○ Lame d'eau : 12 mm
○ Fraction minimale : abattement de 16 mm sur 80% de la surface

- Normal** ○ Lame d'eau : 8 mm
○ Fraction minimale : abattement de 16 mm sur 55% de la surface

- Réduit** ○ Lame d'eau : 4 mm
○ Fraction minimale : abattement de 16 mm sur 30% de la surface

Zone de rejet vers le milieu naturel

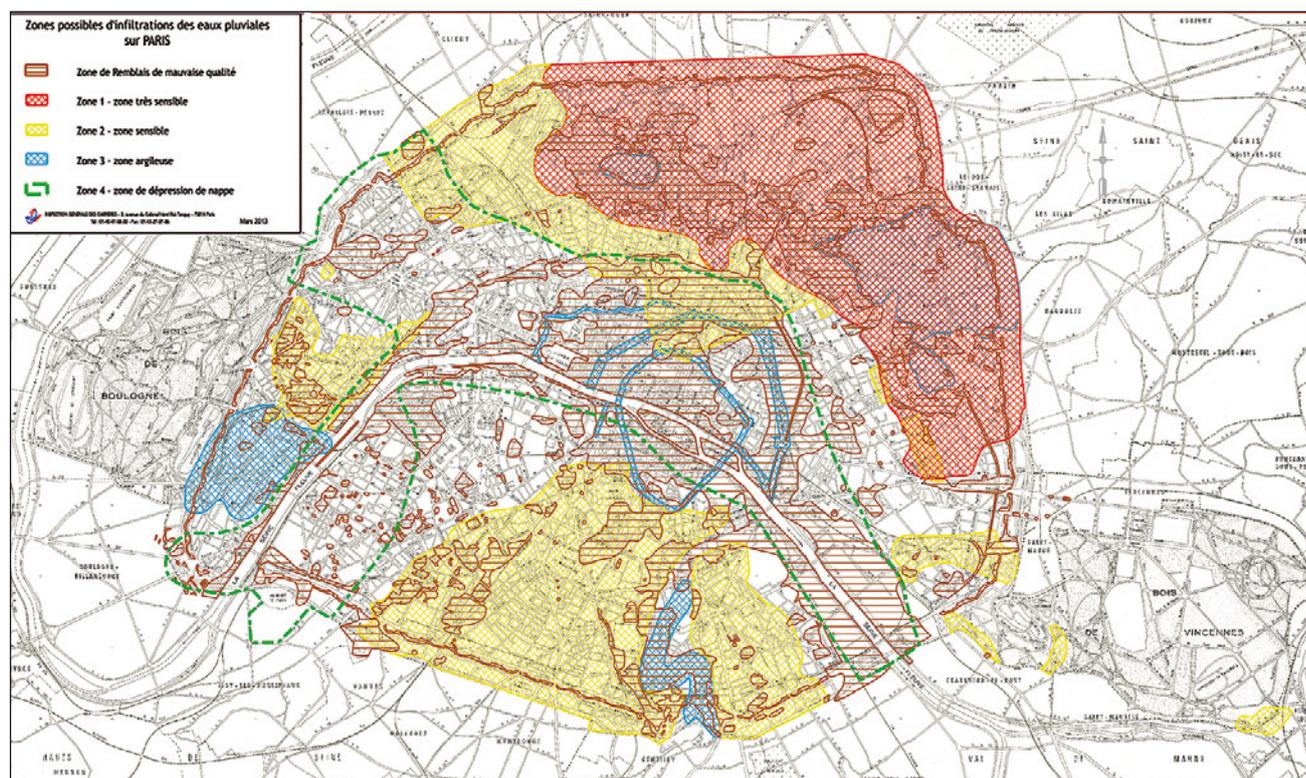
- Les prescriptions sont spécifiques à chaque zone équipée ou non d'un réseau séparatif avec rejet en milieu naturel.

Zone complémentaire de stockage restitution des eaux pluviales

- Stockage avec restitution à 10 l/s/ha jusqu'à la pluie décennale. En dehors de cette zone, le stockage restitution est interdit.

L'évaluation environnementale, préalable à l'enquête publique, a été finalisée en 2013 (SEPIA). Elle intègre, en plus de la partie de faisabilité technique et de la définition de scénarios permettant d'atteindre les objectifs d'abattement, un volet sur la géologie parisienne et les possibilités d'infiltration élaboré avec l'Inspection Générale des carrières (IGC). Le contexte du sous-sol parisien est particulier pour des raisons aussi bien géographiques qu'historiques et les contraintes sont nombreuses pour l'infiltration des eaux pluviales: présence de gypse, d'anciennes carrières, de remblais de mauvaise qualité, de zones de dépression de nappes etc.

Possibilités d'infiltration des sols de la Ville de Paris



Le plan de zonage d'assainissement pluvial, élaboré depuis 2007, inaugure une nouvelle gestion des eaux pluviales sur un territoire quasi exclusivement unitaire hérité du XIX^e siècle. À cette époque l'objectif était d'évacuer et de concentrer les eaux le plus loin possible de la ville (imperméabilisation de l'espace public, construction d'importants réseaux...), via les réseaux d'assainissement. La gestion locale des eaux pluviales et la nouvelle pensée sur les sols de la ville qu'elle engage doit pouvoir mobiliser l'ensemble des services impliqués dans sa transformation et sa gestion (DEVE, DU, DVD, DPE, DLH, IGC...). Une concertation importante a déjà été coordonnée par la DPE. La construction d'une approche commune et l'engagement de nouvelles études et expérimentations se sont prolongés en 2014 et se poursuivront en 2015, pour consolider les techniques de conception les mieux adaptées pour Paris, compte tenu de ses fortes densités urbaines.

3. L'actualisation du Schéma Directeur du SIAAP : un tournant pour la protection du milieu récepteur

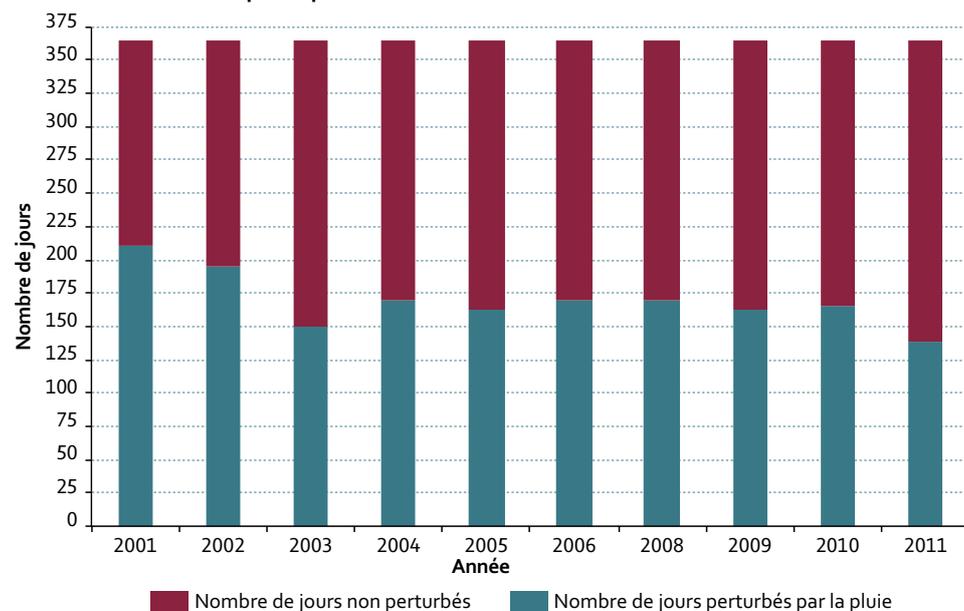
Après le Schéma Directeur d'Assainissement (SDA) de 1997, très axé sur la déconcentration des moyens épuratoires et une meilleure gestion des usines en temps de pluie, le dernier Schéma Directeur, datant de 2007, est une révision prenant en compte principalement les évolutions intervenues au cours des 10 années écoulées. Une nouvelle actualisation de ce SDA est en cours de finalisation. Elle s'intègre totalement dans l'optique de la DCE. C'est un document clef porteur d'une approche globale de toutes les problématiques de gestion des eaux pluviales à l'échelle du territoire métropolitain. Réalisées dans le cadre d'une large concertation, toutes les étapes de validation ont impliqué l'ensemble des acteurs concernés sur le territoire. Cette concertation est d'autant plus importante que le SDA n'a aucune valeur réglementaire.

Une nouvelle modélisation hydraulique à l'échelle du territoire SIAAP met en perspective des éléments déterminants pour la gestion des eaux pluviales.

Cette modélisation, au maillage fin et portant sur une chronique de 10 ans de pluie, a nécessité un an et demi d'études. Elle a pris en compte l'ensemble des réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales des départements sur la zone couverte par le SIAAP ainsi que les principaux ouvrages de stockage ou de déversements.

Les résultats permettent de dénombrer les jours où le réseau d'assainissement est perturbé par la pluie. Ceux-ci ne correspondent pas qu'aux jours où il pleut mais bien au nombre de jours où le réseau d'assainissement est perturbé par le ruissellement, la vidange des bassins de rétention, etc. De 2001 à 2011, cette perturbation représente entre un tiers et la moitié de l'année (selon la pluviométrie annuelle).

Répartition du nombre de jours perturbés / non perturbés sur les 10 ans de chronique de pluie



Sources : Actualisation du Schéma Directeur de la zone SIAAP. Modélisation Hydrauliques et Qualité. Prolog Ingénierie 2012)

Ces résultats montrent clairement les effets des politiques de gestion des eaux pluviales menées sur ce territoire depuis 10 ans : construction d'ouvrages de stockage et renvoi à débit limité vers les stations d'épuration. Ces nouveaux résultats devraient conduire l'ensemble des acteurs concernés à se poser la question de l'impact de la mise en œuvre de leurs politiques de gestion des eaux pluviales non plus à la seule échelle de leur territoire mais bien à une échelle plus globale.

La déconnexion, via l'infiltration ou d'autres techniques permettant de ne plus renvoyer les eaux de pluie vers les réseaux d'assainissement, sera dorénavant la meilleure manière de gérer l'ensemble des eaux du territoire. En effet, il n'est pas efficace d'imaginer concevoir un système d'assainissement en mesure de faire face à toutes les situations pluvieuses futures. La philosophie est de dimensionner un système d'assainissement pouvant faire face aux pollutions générées par les apports existants et de stabiliser ceux-ci à la valeur actuelle.

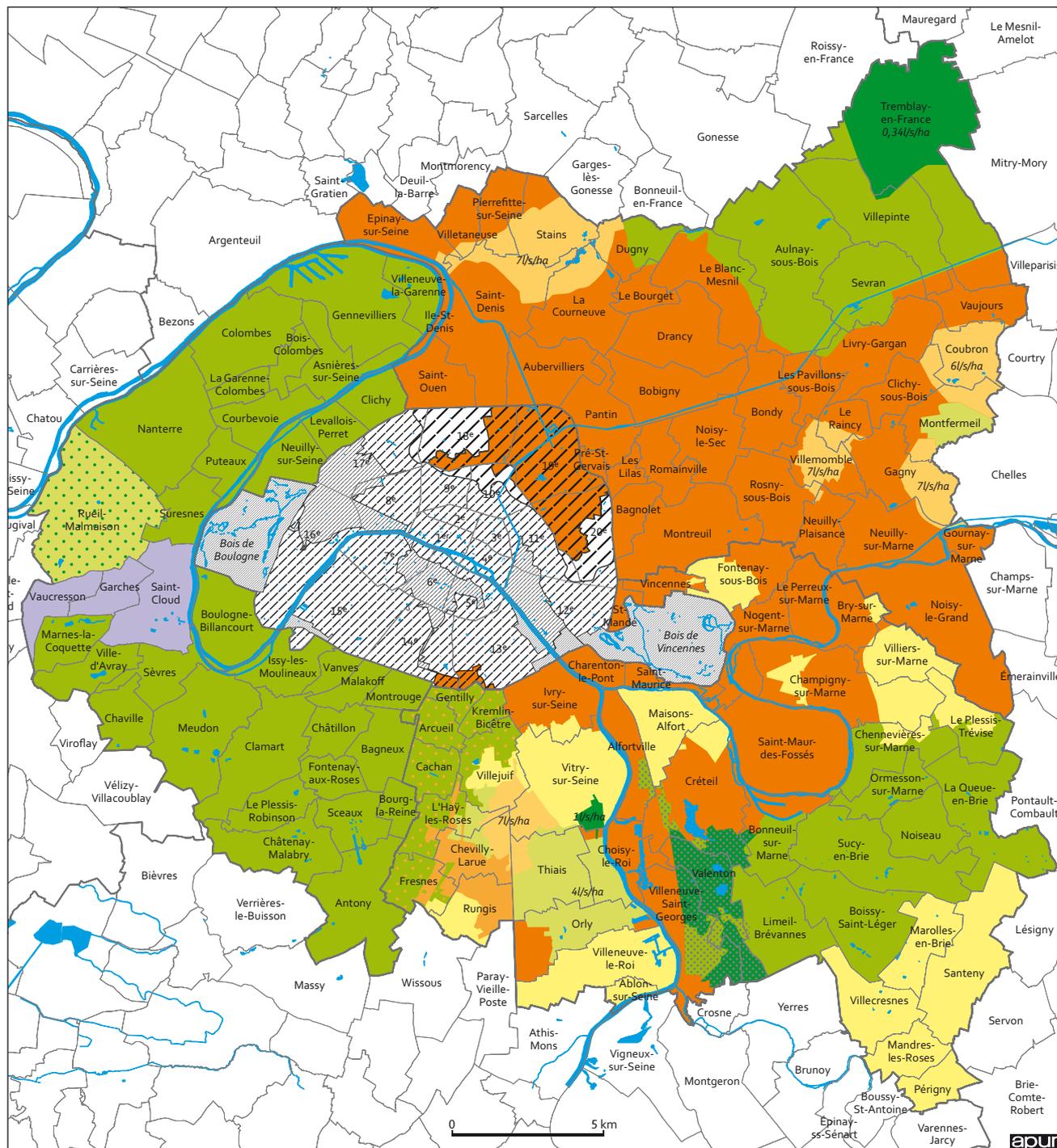
Enfin, il faut noter que cette actualisation prend en compte, pour la première fois dans les simulations, les politiques de gestion des eaux pluviales de chaque département. Cette approche offre une vision plus fine des réalités du terrain que celle du schéma directeur de 1997, pour lequel avait été considérée une imperméabilisation uniforme sur tout le territoire. Dans cette actualisation, pour chaque département, les hypothèses retenues ne traduisent qu'une très faible augmentation globale du volume ruisselé. Cette prévision traduit la volonté forte des départements de réduire les volumes d'eaux ruisselés entrant dans les réseaux si l'on considère l'évolution importante de l'urbanisation et donc des surfaces imperméabilisées dans les années à venir.

Il est prévu dans les projets du SIAAP de faire un scénario aggravant (sans application de politiques de gestion des eaux pluviales) pour sensibiliser aux difficultés auxquelles devrait faire face le SIAAP en cas d'augmentation des volumes d'eaux pluviales envoyées vers les stations d'épuration.

Rappel des principales caractéristiques des politiques de gestion des EP à l'échelle métropolitaine

	Zone SIAAP	Paris	CG 92	CG 93	CG 94
Objectifs affichés	Protection du milieu récepteur.	Limitier les débordements de réseaux, améliorer la qualité du milieu récepteur, lutter contre les îlots de chaleur en ville.	Limitier les débordements de réseaux et améliorer la qualité du milieu récepteur.	Limitier les débordements de réseaux et améliorer la qualité du milieu récepteur.	Limitier les débordements de réseaux et améliorer la qualité du milieu récepteur.
Stratégie générale	Actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement.	Réalisation d'un plan de zonage pluvial réglementaire.	Réalisation d'un plan de zonage pluvial départemental incitatif pour les communes.	Réalisation d'un plan de zonage pluvial départemental incitatif pour les communes.	Réalisation d'un plan de zonage pluvial départemental incitatif pour les communes.
Volet hydraulique	Étude hydraulique fine : Pluie chronologique sur 10 ans, modèle intégrant l'ensemble des ouvrages départementaux.	Étude hydraulique fine : pluie de projet prise en compte des petites pluies et de la pluie décennale, découpage par bassin-versant.	Étude hydraulique fine : pluie de projet prise en compte des petites pluies et de la pluie décennale.	Étude hydraulique fine : pluie chronologique prise en compte des petites pluies et de la pluie décennale.	Étude hydraulique fine : pluie chronologique prise en compte des petites pluies et de la pluie décennale.
Volet géologique	\	Prise en compte de l'aléa Gypse avec la zone rouge (abattement de 4 mm) dans le ZAP de Paris.	Carte d'infiltrabilité (prise en compte des risques liés au Gypse, aux captages, remblais, remontée de nappes...)	Carte d'infiltrabilité (prise en compte des risques liés au Gypse, aux captages, remblais, remontée de nappes...)	Carte d'infiltrabilité (prise en compte des risques liés au Gypse, aux captages, remblais, remontée de nappes...)
Méthodologie de projet	Large avec l'ensemble des départements.	Large concertation des instances au sein de la Ville, se poursuit sur les conditions d'opposabilité réglementaire du zonage.	Large concertation avec l'ensemble des acteurs de l'aménagement de l'agglomération parisienne	Non renseignée	Large concertation a été menée avec les collectivités et syndicats.
État d'avancement	Finalisation	- Évaluation environnementale terminée en juillet 2013 - Mise à jour de l'évaluation prévue le 1 ^{er} trimestre 2015 Enquête publique prévue au printemps 2015 - Délibération et approbation prévues début automne 2015.	Cartographie de l'infiltrabilité des sols effectuée en 2012.	Donner une valeur réglementaire au plan de zonage pluvial en utilisant l'exception de compétence départementale prévue dans le CGCT.	Plan de zonage pluvial approuvé par le Conseil général le 21 mai 2014.
Type de réglementation		L'abattement est réglementé.	L'infiltration est la première solution recherchée dans les projets (non-connexion au réseau). En cas d'impossibilité technique, la limitation de débit prévaut.	L'infiltration est la première solution recherchée dans les projets (non-connexion au réseau). En cas d'impossibilité technique, la limitation de débit prévaut.	L'infiltration est la première solution recherchée dans les projets (non-connexion au réseau). En cas d'impossibilité technique, la limitation de débit prévaut.
Techniques privilégiées pour la gestion des EP	Le SDA n'est pas réglementaire.	L'abattement réglementé implique d'infiltrer une partie des pluies, les techniques privilégiées sont celles dites « végétales » notamment les toitures végétalisées, les noues et les jardins de pluies.	Aucune c'est le projet qui détermine les solutions.	Aucune c'est le projet qui détermine les solutions.	Aucune c'est le projet qui détermine les solutions.
Échelle d'application de la réglementation		Application à la parcelle, voire au terrain afin d'englober à la fois les parcelles privées et l'espace public. Études en cours pour répondre aux difficultés de mutualisation.	Application au cas par cas, privilégie une logique de projet, les techniques utilisées sont adaptées à la spécificité du territoire.	Application au cas par cas, privilégie une logique de projet, les techniques utilisées sont adaptées à la spécificité du territoire.	Application au cas par cas, privilégie une logique de projet, les techniques utilisées sont adaptées à la spécificité du territoire.
Au-delà de la réglementation (outils de mise en place)	Incitation à une gestion coordonnée entre les acteurs de la gestion de l'eau avec l'outil IMAGES.	Absence de politique incitative (pas d'aide financière envisagée de la Ville ou du Département), mais le plan pluie est l'un des programmes de la mandature qui se traduit par un soutien technique auprès des services de la Ville concernés, des aménageurs, voire des maîtres d'ouvrage privés...	Mise en place de subvention sur l'existant (sans demande de PC) pour améliorer la gestion des EP.	- Savoir-faire reconnu - Présence accrue sur le terrain - Accompagnement des équipes techniques de l'eau auprès des aménageurs.	Absence de politique incitative.

Zonage de délimitation de débit des eaux pluviales



Sources : CG92, CG93, CG94, DPE

Débits limités (en litre/seconde/ha)

- Débits limités à ≤ 1
- Débits limités à 2
- Débits limités à 3 ou 4
- Débits limités à 5
- Débits limités à 6 ou 7
- Débits limités à 8
- Débits limités à 10
- Sans limitation

Abattements (en mm)

- 16 mm
- 12 mm
- 8 mm
- 4 mm

Conditions particulières

- Zones de réduction de l'imperméabilisation
- 0,5 L/s/ha si $S < 1\ 000\ m^2$
- 8 L/s/ha si rejet en réseaux d'assainissement unitaire ou pluvial

4. Une gestion métropolitaine des eaux pluviales

• Pertinence des échelles d'actions et d'intervention en matière de gestion des eaux pluviales

Une approche de la gestion des eaux à l'échelle des bassins-versants est fondamentale et les récents documents réglementaires comme le SDAGE et les SAGE permettent de retrouver une vision au plus près du cycle de l'eau.

Cependant, ce cycle naturel des eaux ne correspond pas à l'histoire de la gestion des eaux pluviales à l'échelle du centre de la métropole parisienne.

En effet, 1854 marque une rupture radicale dans la gestion des eaux pluviales et/ou usées, c'est alors qu'est décidée la mise en œuvre d'un plan des égouts qui vise à s'affranchir de toutes les contraintes géographiques en créant en profondeur un nouveau réseau d'égout gravitaire visant à envoyer les eaux usées et pluviales le plus loin possible en aval des villes vers des champs d'épandage qui deviendront plus tard les sites sur lesquels seront construites les stations d'épuration du SIAAP.

C'est parce que des hommes ont façonné la trajectoire des eaux usées et pluviales à l'échelle du département de la Seine depuis bientôt près de deux siècles que c'est cette échelle qui apparaît aujourd'hui pertinente pour poser les bonnes questions en matière de gestion des eaux usées et pluviales, que le cycle des eaux soit naturel ou artificiel. Cette échelle est indissociable d'une gestion coordonnée à la source qui se génère principalement à l'échelle communale via le contrôle des permis de construire, des contrôles de raccordement.

L'étude de la valorisation des ressources alternatives en ville implique de se poser les questions à une échelle cohérente en fonction de la réalité du cheminement actuel des eaux pluviales.

La gestion des eaux pluviales nécessite des actions qui ne se limitent pas aux périmètres administratifs (communes et départements) et doit intégrer les différentes échelles des cycles naturels et artificiels existants.

Synthèse de l'étude

- Le réseau d'assainissement est un des premiers grands réseaux technique d'échelle métropolitaine, toute intervention liée à celui-ci a des répercussions sur l'ensemble de la chaîne d'assainissement (de la source au bout du tuyau).
- Aujourd'hui, le point noir de l'assainissement, responsable du rejet de grandes charges polluantes en Seine, est la gestion du temps de pluie.
- À terme, la baisse des débits des cours d'eau en période estivale, confirmée par différents programmes de recherche, limitera la capacité de dilution des rejets en Seine. Les effets de chocs lors des événements pluvieux, survenant généralement en été, seront plus importants.
- Si l'ensemble des acteurs locaux mène depuis plus ou moins longtemps des actions pour une meilleure gestion des eaux pluviales, leurs répercussions « au bout du tuyau » (arrivée des eaux dans les stations d'épuration) sont rarement prises en compte :
 - * Les politiques de modernisation des déversoirs d'orage en sont une bonne illustration : elles ont certes permis de diminuer fortement les rejets d'eaux usées à la ressource mais ont par ailleurs augmenté les volumes d'eau envoyés vers les usines d'épuration.
 - * De même, les dernières modélisations réalisées par le SIAAP, dans le cadre de la révision de son Schéma Directeur, montrent que le nombre de jours ou le fonctionnement des usines est perturbé ne correspond pas aux jours de pluie, mais aux perturbations liées au ruissellement dans les réseaux d'assainissement dû aux vidanges des ouvrages de stockage.
- Le contrôle de la qualité de l'eau de l'ensemble du milieu récepteur, imposé par la DCE, responsabilise désormais l'ensemble des acteurs du territoire. Ce nouveau contexte réglementaire incite les collectivités à se doter d'un plan de zonage pluvial leur permettant ainsi de prendre des mesures prescriptives.
- La déconnexion, via l'infiltration ou d'autres techniques permettant de ne plus renvoyer les eaux de pluie vers les réseaux d'assainissement (zéro rejet), sera dorénavant la meilleure manière de gérer l'ensemble des eaux du territoire.
- Le SIAAP arrive aujourd'hui au terme d'une politique de modernisation de ses usines. Par ailleurs son infrastructure de transport est maintenant figée. Les volumes supplémentaires générés par l'accroissement de l'imperméabilisation des sols ne pourront être pris en charge par les infrastructures existantes.

Bibliographie

• Paris

- Artelia, *Projet de zonage d'assainissement de la ville de Paris, Évaluation environnementale*, 2013.
- DPE, *Règlement du zonage d'assainissement de la Ville de Paris*, 2013.
- DPE, *Notice d'information sur les techniques alternatives*, 2013.
- Mouy N., Duguet P., Laurent C. (STEA/Paris et Safège), « Faisabilité hydraulique du zonage pluvial à Paris », Novatech, 2007.
- Alexandre Nezeys (STEA/Paris), « Un zonage pluvial pour Paris : réintégrer les eaux pluviales dans le grand cycle de l'eau », Novatech, 2013.
- Prolog Ingénierie, Artélia V&T, Sépia Conseils, *Étude d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice*, Rapports des phases 1, 2 et 3, 2013.
- Safège, *Étude de faisabilité hydraulique d'un zonage pluvial à Paris*, Rapport en 4 parties, Mairie de Paris/DPE, 2007.
- SAP, *Bilan 2010 de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de Paris*, 2011.
- SAP, *Bilan 2012 de l'autosurveillance du réseau d'assainissement de Paris*, 2013.

• Seine-Saint-Denis

- Composante Urbaine, *Document de référence portant sur les modes d'évacuation des eaux pluviales et les débits de rejet maximum au réseau public, à prescrire pour les opérations nouvelles d'aménagement sur la Seine-Saint-Denis*, 2008.
- Composante urbaine, *Étude des débits optimaux en Seine-Saint-Denis - Mission d'étude des contraintes pour l'intégration et la valorisation des ouvrages de maîtrise du ruissellement liées à la définition des débits de rejet*, 2011.
- DEA/CG 93, *Règlement du service d'assainissement de la Seine-Saint-Denis. Assainissement Collectif*, 2013.

• Val de Marne

- DSEA/CG 94, *Dossier Plan Bleu sur le zonage pluvial départemental : Note méthodologique, cartographie, fiches techniques, logigramme d'aide à la décision*, 2014.

• Hauts de Seine

- CG 92, *Règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine*, 2012.
- CG 92, *Cartographie de l'infiltrabilité dans les sols du département des Hauts-de-Seine*, 2011.
- C. Lehoucq et al, « Bilan et perspectives sur la gestion des eaux pluviales à la parcelle sur le territoire des Hauts-de-Seine. Points forts, réticences et axes d'amélioration », *TSM*, n° 6, 2013.

• Gestion de l'assainissement sur la zone SIAAP

- Prolog Ingénierie, Hydratec, *Actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement de la zone SIAAP. Tranche ferme Phase F.2 Modélisation hydraulique et qualité*, 2014.
- Prolog Ingénierie, Hydratec, *Actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement de la zone SIAAP. Phase F.1 État des lieux et perspectives – Évaluation de la sensibilité du milieu récepteur aux effets de choc*, 2014.
- SIAAP, *Bilan sur le fonctionnement du système d'assainissement géré par le SIAAP pendant les orages du mois de juillet 2010*, 2010.

• Conséquences des rejets urbains par temps de pluie

- Krejci V., Frutiger A., Kreikenbaum S. et Rossi L., *Impact des rejets pluviaux urbains sur les milieux récepteurs*. Projet STORM, EAWAG/BUWAL, 2005.
- Mouchel J.M., Thierial C., Lesage L., Lucas F., Servais P. Rocher V., Goncalvers A., *Bactéries indicatrices fécales dans les rejets urbains de temps de pluie parisien et la Seine à la traversée de Paris*, Piren Seine, 2011.
- Prolog Ingénierie, Hydratec, *Actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement de la zone SIAAP. Tranche ferme Phase F.2 : Modélisation hydraulique et qualité. Note sur les effets de chocs*, 2014.

• Gestion des eaux pluviales dans d'autres villes

- Communauté urbaine de Lyon, Direction de l'eau, *Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon. Guide à l'usage des professionnels*, 2008.

• Historique de l'assainissement en région parisienne

- Emmanuel Bellanger et Eléonore Pineau, *Assainir l'agglomération parisienne. Histoire d'une politique publique interdépartementale de l'assainissement (XIX-XX^e siècles)*, Ivry-sur-Seine, SIAAP, Les Éditions de l'atelier, 2010.
- Jean-Pierre Tabuchi, *L'assainissement de l'agglomération parisienne*, Agence de l'Eau Seine Normandie, 2008.

• Autres

- B. Chocat, *État de l'art sur la gestion urbaine des eaux pluviales et leur valorisation, Tendances d'évolution et technologies en développement*, Office International de l'Eau et Onema, 2008.
- Jean-Claude Deutsch, « Annexe 81 : les réseaux unitaires », in Gérard Miquel, *La qualité de l'eau et assainissement en France*, Rapport de l'OPECST n° 2152 (2002-2003), 2003.
- DPE Mairie de Paris, *Vade-mecum sur la pollution des eaux pluviales urbaines*, 2011.
- Direction Générale de l'Environnement Ile-de-France, *SDAGE Seine Normandie 2010-2015*.
- Aurélie Lamé, *Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains*, 2013.
- Guido Petrucci, *La diffusion du contrôle à la source des eaux pluviales urbaines. Confrontation des pratiques à la rationalité hydrologique*, 2012.
- Jean-Pierre Tabuchi (AESN), « Urbanisation et eaux pluviales », Colloque « Inondations et Gestion de la ville par temps de pluie » des 15 et 16 novembre 2001.
- Jean-Pierre Tabuchi, « Grand Paris et perspectives pour le SIAAP », *TSM*, juin 2014.

Préservation et valorisation de la ressource en eau brute

Cette étude prolonge les réflexions sur gestion de l'eau brute en ville inscrites au programme partenarial de l'Apur depuis 2010. L'objectif est de dégager une vision prospective de la place des ressources alternatives à l'eau potable en milieu urbain et d'aider à mieux comprendre comment celles-ci sont prises en compte aujourd'hui et pourraient l'être à l'avenir, à différentes échelles.

L'étude engagée sur 2014 et 2015, avec le soutien de la Direction de la propreté et de l'eau de la Ville de Paris (DPE), vise à mettre en perspective la dimension métropolitaine de la gestion des eaux pluviales.

Cette première partie concerne Paris et les trois départements riverains qui se sont engagés ces dernières années dans l'élaboration de zonages d'assainissement pluviaux. Sur ces territoires, les contextes hydrogéologiques, techniques et réglementaires sont différents.

Un récolement des approches et méthodes préconisées à l'échelle du cœur de la métropole parisienne a donc été réalisé et mis en perspective avec les orientations du schéma directeur d'assainissement du SIAAP. Cette étude témoigne de la richesse des réflexions en cours et vise à faire partager une vision métropolitaine de l'eau.

La seconde partie s'inscrit dans la poursuite des réflexions sur le plan pluie pour Paris en proposant des déclinaisons à l'échelle de l'espace public et de l'espace privé (quartiers existants représentatifs, îlot, parcelles). Cette approche par scénarios s'appuiera sur les préconisations de ce plan et cherchera aussi une valorisation de la présence de l'eau non potable, en termes de recyclage, de stockage, de présence visible dans les espaces parisiens et des dispositifs techniques existants ou possibles.