

GUIDE TECHNIQUE

LA PLUIE EN VILLE - Maîtriser le ruissellement urbain

LA GESTION DURABLE de l'eau de pluie sur la voirie



Cette publication a été réalisée
par le Conseil général

www.hauts-de-seine.net

92

Conseil général
Hauts-de-Seine





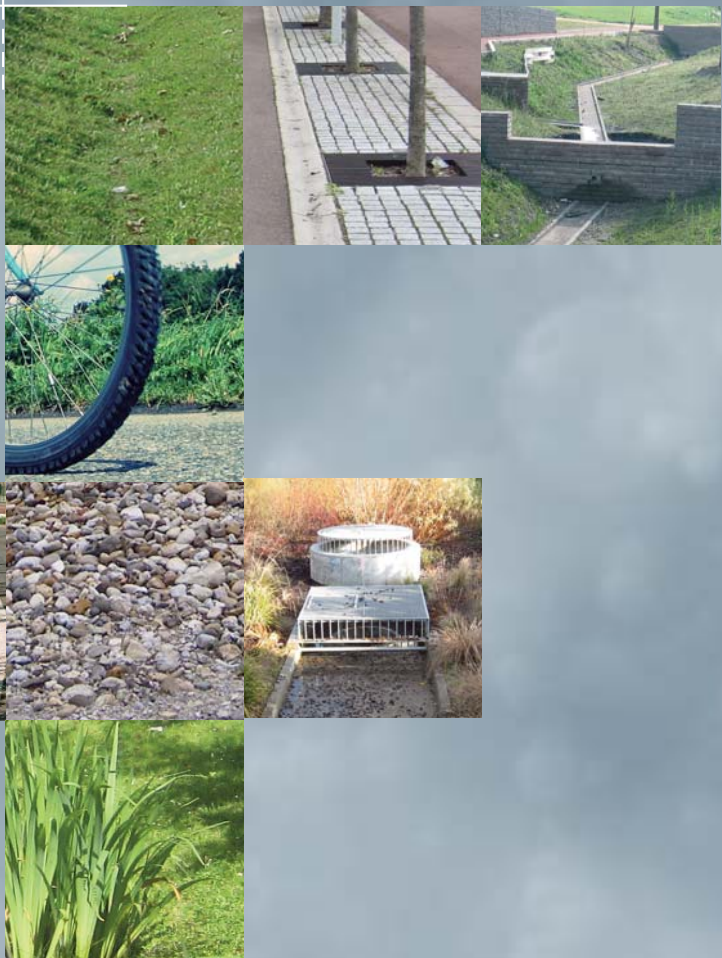
L'urbanisation dense du territoire des Hauts-de-Seine a entraîné une forte imperméabilisation des sols qui a pour conséquence l'apport d'importantes quantités d'eaux pluviales dans les réseaux d'assainissement, en particulier ceux du Département. Dans ce contexte, le Conseil général des Hauts-de-Seine a mis en place une politique dynamique de gestion des eaux pluviales et de maîtrise du ruissellement urbain. Le schéma départemental d'assainissement, approuvé par l'Assemblée départementale en décembre 2005, a pour objectifs la réduction du risque d'inondations liées aux orages et l'amélioration de la qualité du milieu naturel avec la diminution des rejets polluants.

Les voiries et les espaces de stationnement ou de circulation qui leur sont associés représentant la majeure partie des surfaces imperméabilisées en milieu urbain, le Département a souhaité élaborer un guide sur la gestion alternative des eaux de voirie. La bibliographie sur les techniques alternatives adaptées aux voiries est déjà riche. Ainsi, cet ouvrage se veut opérationnel et s'adresse aux professionnels de la voirie pour les accompagner tout au long d'un projet qui intègre la gestion alternative des eaux pluviales. Il s'adresse également aux maîtres d'ouvrage afin de les aider à encadrer le travail effectué par leur concepteur.

Ce guide décrit, sous forme de 11 fiches-étapes, les questions à se poser et les outils pour y répondre, de l'initiation du projet jusqu'à la définition des modalités d'entretien des ouvrages après leur réalisation.

Patrick Devedjan

Ministre auprès du Premier ministre
chargé de la mise en œuvre du plan de relance
Président du Conseil général des Hauts-de-Seine



SOMMAIRE



Introduction

▣ page 6

Les objectifs de la gestion des eaux pluviales

▣ page 8

Volet A **La conception**

▣ page 12

Volet B **Les équipements et les ouvrages spéciaux**

▣ page 36

Volet C **La mise en œuvre**

▣ page 44

Volet D **L'exploitation**

▣ page 48

Annexes

▣ page 52

Lexique

▣ page 54

Bibliographie

▣ page 55



INTRODUCTION



► Un exemple de gestion alternative des eaux pluviales à Gennevilliers

Le Conseil général a mis en place une politique dynamique de gestion des eaux pluviales et de maîtrise du ruissellement urbain, définie par son schéma départemental d'assainissement approuvé par l'Assemblée départementale en décembre 2005. Ce schéma a pour objectifs l'amélioration de la qualité du milieu naturel et la réduction du risque d'inondations liées aux orages.

La forte urbanisation du territoire des Hauts-de-Seine, et donc les quantités importantes d'eaux pluviales à gérer, conduit à rechercher des solutions alternatives et complémentaires à l'assainissement traditionnel. Cette démarche, qui vise à limiter les rejets de ces eaux vers les égouts, est l'occasion de redécouvrir l'intérêt de l'eau pour la qualité de vie de nos concitoyens.

Le Conseil général encourage toutes les techniques de gestion des eaux pluviales « alternatives » à la création de nouveaux réseaux ou à l'augmentation de la capacité des réseaux existants. Ces techniques étant généralement innovantes en milieu urbain, le Conseil général apporte une assistance à tous les acteurs de l'aménagement (collectivités, aménageurs, résidents et usagers) afin de leur permettre de mieux connaître et de mettre en œuvre ces techniques.

Les techniques alternatives d'assainissement pluvial qui complètent ou se substituent au « tout tuyau », visent principalement à assurer une meilleure protection face au risque d'inondation, en évitant de concentrer les eaux en quelques points bas en aval du bassin versant.

Toutefois, leurs atouts sont bien plus diversifiés :

- en répartissant de façon diffuse la gestion des débits et des flux polluants, elles limitent l'importance des ouvrages et les risques de dégradation de l'environnement,
- en favorisant l'infiltration des eaux, elles recréent le cycle de l'eau naturel en permettant les transferts d'eau dans les sols, voire dans les nappes,
- économiquement, lorsque les ouvrages sont intégrés dans un aménagement urbain, ils assurent souvent plusieurs fonctions (gestion des eaux pluviales, structure de la voirie, aménagement paysager, ...). Cette multifonctionnalité permet de réaliser des économies financières et foncières et favorise de plus, la pérennité des ouvrages,
- socialement, elles ont un rôle pédagogique en permettant aux habitants de mieux comprendre le cycle de l'eau en ville.

Ainsi, la gestion alternative des eaux pluviales évolue d'une simple logique d'hydraulique et d'assainissement vers une réflexion sur l'aménagement de l'espace urbain et peut s'inscrire dans une démarche de développement durable.



LES OBJECTIFS

de la gestion des eaux pluviales



Pourquoi le système du « tout tuyau » ne suffit plus

Le système du « tout tuyau », consiste à collecter systématiquement les eaux pluviales pour les évacuer à l'aval via le réseau d'assainissement. Il a révélé ses limites et il est désormais indispensable de mettre en place une gestion « à la source » des eaux pluviales.



Réduire les inondations en ville

L'augmentation du taux d'imperméabilisation des sols réduit le potentiel de stockage et l'infiltration naturelle. De fait, les ruissellements sont amplifiés et accélérés, ce qui génère une concentration des eaux et une augmentation des débits de pointe à l'aval des bassins versants*. Les réseaux d'assainissement qui reçoivent ces écoulements deviennent aujourd'hui insuffisants, ce qui conduit à des inondations de plus en plus fréquentes.

Exemple

L'orage du 7 août 2008 a provoqué des inondations urbaines, des perturbations de la circulation et la coupure de l'A86 à Antony et à Fresnes.

Depuis 1992, toutes les communes du département des Hauts-de-Seine ont fait l'objet d'au moins un arrêté de catastrophe naturelle au titre d'inondations.



► Inondation à Sèvres en juillet 2000

*Dans ce guide, chaque mot suivi d'un astérisque renvoie au lexique situé à la fin de l'ouvrage

Soulager les ouvrages de traitement et limiter les rejets de temps de pluie en Seine



► Pollution de la Seine à Issy-les-Moulineaux (dans les années 80)

Le réseau d'assainissement des Hauts-de-Seine est majoritairement unitaire. De ce fait, les eaux pluviales sont envoyées vers les stations d'épuration, ce qui nécessite de les sur-dimensionner et diminue leur rendement épuratoire par dilution de la pollution.

De plus, les réseaux sont équipés de déversoirs d'orage qui évacuent les débits excédentaires directement vers la Seine lorsque les réseaux sont saturés lors de forts épisodes pluvieux. Ces rejets unitaires constituent une source importante de pollution de la Seine. La dégradation induite de sa qualité compromet le respect des objectifs fixés par la Directive Cadre européenne sur l'Eau, et entraîne périodiquement une forte mortalité piscicole.

Être en conformité avec la réglementation départementale

Les rejets dans le réseau départemental sont soumis au règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine.

Les rejets vers le milieu naturel sont encadrés par la réglementation de la Police de l'Eau.

Ces réglementations imposent de réguler le débit de rejet, d'assurer le traitement des eaux pluviales et de mettre en place, si nécessaire, des mesures compensatoires aux impacts générés.

La Réglementation actuelle

Type de rejet	Prescription	Source
Rejet dans le réseau départemental unitaire	Débit de rejet limité à 2 L/s/ha	Règlement d'assainissement départemental
Rejet direct en Seine ou via un réseau d'assainissement pluvial	Débit de rejet limité à 10 L/s/ha	Accord Conseil général des Hauts-de-Seine/Service Navigation de la Seine ¹ (SNS)
	La qualité des eaux rejetées ne doit pas compromettre le bon état écologique	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE*)
	Les rejets sont soumis à déclaration ou autorisation en fonction de la superficie du bassin versant collecté	Rubrique 2.1.5.0 figurant dans l'article R 214 - 1 du Code de l'environnement

¹ Hors accord, la limitation de débit de rejet préconisée par le (SDAGE*) du bassin Seine Normandie est de 1 L/s/ha. Elle correspond au débit de ruissellement naturel moyen estimé dans le secteur.

Où trouver des informations supplémentaires :

Documents du Conseil général des Hauts-de-Seine :

« *Le schéma départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine* », www.hauts-de-seine.net

« *Le règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine* », www.hauts-de-seine.net

« *Rétention des eaux pluviales à la parcelle. Instructions techniques d'application du Règlement d'Assainissement Départemental* »

Liste et présentation des textes juridiques :

« *L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* », Certu, 2008, p. 129

Informations générales sur l'intérêt des techniques alternatives :

« *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », Lavoisier TEC&DOC, 1994 p. 9-30

« *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* », Lavoisier TEC&DOC, 1997, p. 973-976

« *Pluies en ville, débordements, pollutions, des solutions existent, faites de la pluie une alliée* », AESN

« *Fascicule II, guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement* », CETE du Sud-ouest, 2002, p. 1-4

(site internet : <http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/eau/compensation/Fascicule%20II.pdf>)

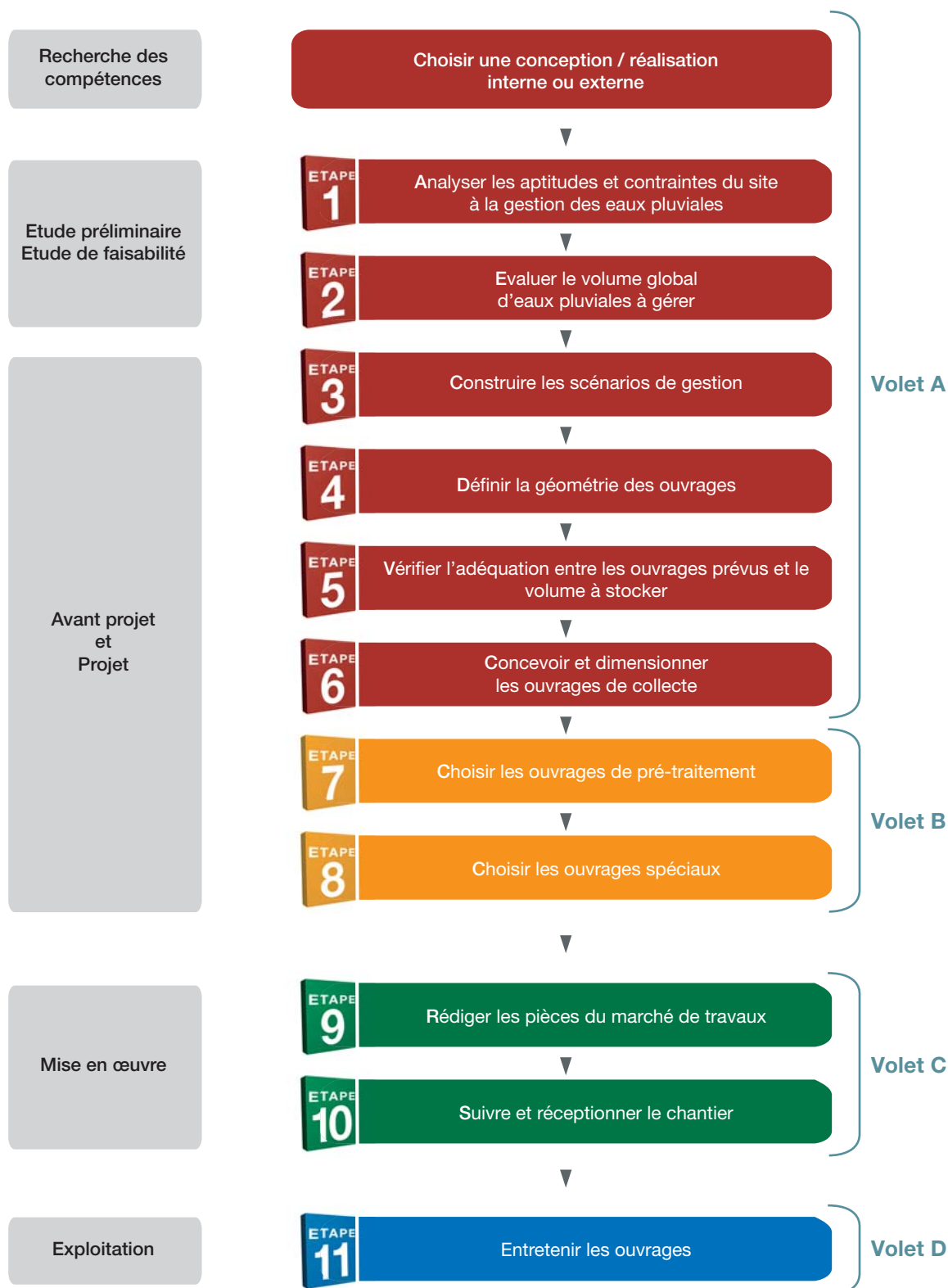


Volet A

LA CONCEPTION



Les étapes d'élaboration d'un système de gestion alternative des eaux de pluie



La nécessité de compétences spécifiques

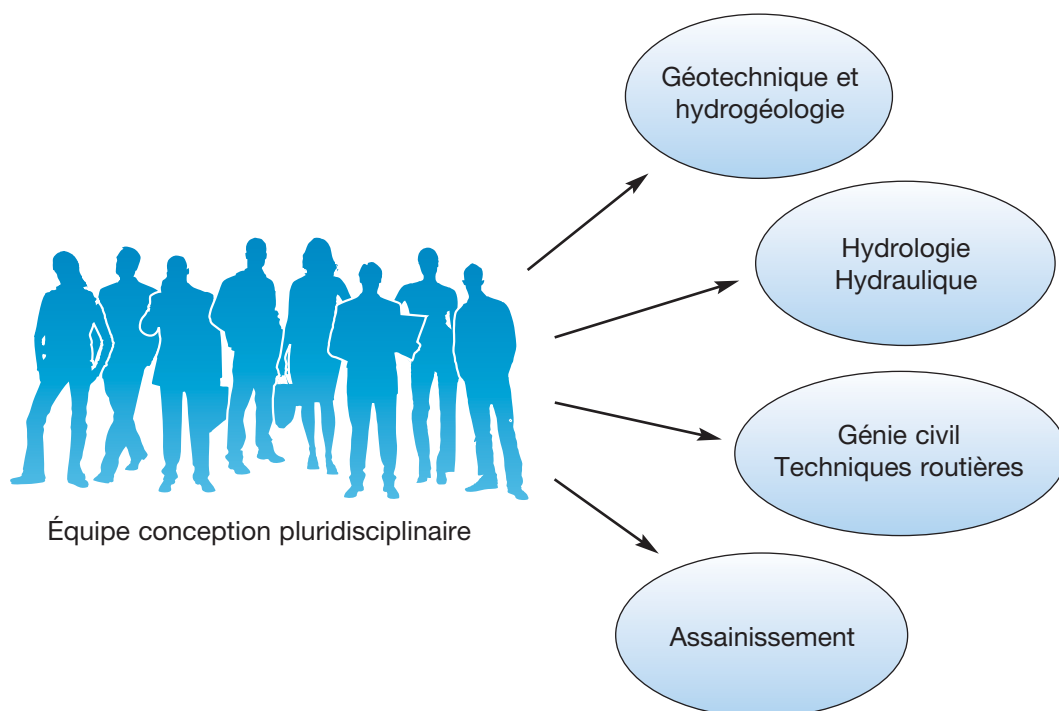
La conception d'un système de gestion alternative des eaux pluviales requiert des compétences et des références spécifiques.

Le concepteur du système de gestion alternative des eaux pluviales intervient dans les études préalables et dans l'avant projet (AVP*) pour définir, concevoir et dimensionner les ouvrages hydrauliques et de génie civil. Il peut en outre assurer le suivi et le contrôle des travaux. Chacune de ces missions fait appel à des compétences particulières qu'il doit posséder pour anticiper et mener à bien l'ensemble du projet.

C'est pourquoi le concepteur du système, qu'il soit interne ou extérieur à la structure maître d'ouvrage de l'opération, doit posséder des compétences dans les domaines suivants :

- géotechnique et hydrogéologie afin de piloter et d'analyser les études de sol et déterminer les contraintes liées au sous-sol,
- hydrologie et hydraulique pour dimensionner et concevoir les ouvrages de collecte et de stockage des eaux pluviales,
- génie civil et techniques routières pour réaliser les ouvrages d'art,
- assainissement pour assurer l'intégration des ouvrages dans le réseau existant.

Autant que possible, il doit également présenter des références variées de réalisation d'ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales tels que des noues (page 24), mais aussi des tranchées d'infiltration (page 26), des chaussées à structure réservoir (page 28), ou des bassins enterrés (pages 30).



ETAPE 1

Analyser les aptitudes et contraintes du site à la gestion des eaux pluviales

La mise en place de techniques alternatives nécessite d'étudier les caractéristiques hydrologiques et les contraintes du site pour concevoir des ouvrages de gestion des eaux pluviales présentant une plus grande efficacité hydraulique tout en respectant les milieux récepteurs.

Il s'agira dans cette étape de caractériser le bassin versant* dans lequel se situe le projet

- **Définir les limites du bassin versant*** : il est constitué de toutes les surfaces qui contribuent à alimenter en eau la zone du projet, soit par ruissellement direct, soit par les réseaux. Ce périmètre peut être limité à l'emprise du projet ou plus étendu (voiries annexes et habitations).
- **Évaluer la longueur et la pente moyenne du plus long chemin hydraulique***.
- **Localiser les exutoires** : c'est-à-dire les points de raccordement et de rejet de la zone du projet dans un cours d'eau superficiel, dans les réseaux d'assainissement, ou vers le sous-sol.

Sources d'information : plans des réseaux et plans topographiques, fournis par le Service d'Information Géographique du Conseil général des Hauts-de-Seine.

- **Découper le bassin versant*** en surfaces homogènes qui présentent des niveaux d'imperméabilisation équivalents.

Sources d'information : tracé du projet voirie, carte IGN ou photographies aériennes

- **Identifier les contraintes géotechniques** : si les études du sous-sol indiquent la présence de cavités souterraines ou de gypse, les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront imperméabilisés pour éviter l'infiltration des eaux et ainsi réduire les risques de déstabilisation dus à la dissolution du gypse. Une attention particulière doit également être observée en cas de présence d'argiles gonflantes.
- **Rechercher les éventuels captages d'alimentation en eau potable** à proximité et leurs périmètres de protection afin d'intégrer les contraintes correspondantes dans l'étude.

Sources d'information : le Conseil général des Hauts-de-Seine dispose d'une carte illustrant par zone à l'échelle du département, les potentialités d'infiltration en fonction de la nature des sols et des contraintes pouvant limiter ou interdire cette infiltration (périmètre de protection, risques géotechniques...) ainsi que les recommandations associées. Si le projet est situé dans un périmètre de protection de captage, il s'agira de contacter la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) pour connaître ses prescriptions. Des essais d'infiltration peuvent être imposés pour évaluer la vulnérabilité des nappes présentes (voir annexe 1).



La prise en compte ou non des eaux pluviales issues de surfaces situées en dehors du périmètre d'aménagement sera définie ultérieurement (voir étape 2 Définir la surface à gérer* et la surface active*).

Où trouver des informations supplémentaires :

Description des données pouvant être recueillies et analysées :

- « L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement », Certu, 2008, p. 36-42
- « La ville et son assainissement », Certu, 2004, p. 235

Le premier élément de dimensionnement est le volume global à stocker en tenant compte de la surface interceptée, du débit de fuite autorisé en fonction de cette surface et de l'infiltrabilité potentielle. Il permet d'apprécier l'importance des volumes à gérer et les emprises nécessaires à leur gestion.

2.a. Définir la surface à gérer* et la surface active*

Le bassin versant* a été défini dans l'étape 1.

- s'il correspond à l'emprise du projet, la surface à gérer* (A) correspond à l'emprise du projet,
- si le bassin versant* inclut d'autres surfaces que celle du projet, la surface à gérer* (A) peut être supérieure à l'emprise du projet. Dans ce cas, il est nécessaire de définir si les surfaces non aménagées sont raccordées sur les ouvrages créés dans le cadre du projet. Elles sont alors prises en compte dans la **surface à gérer***.

La surface active* (Sa) est une valeur théorique, correspondant à une surface totalement imperméabilisée générant le même volume d'eau que la surface à gérer* dont l'imperméabilisation varie suivant l'occupation du sol (espaces verts, habitations, voiries...).

La méthode la plus simple pour estimer la surface active* est de regrouper les surfaces homogènes vis-à-vis de l'occupation du sol définies lors de l'étape 1. La surface à gérer* est donc divisée en surfaces homogènes (S') auxquelles sont affectés des coefficients de ruissellement* élémentaires (C'). A partir de (Sa), le coefficient de ruissellement* de l'ensemble du bassin versant* (C) peut être estimé.

$$S_a = \sum (S' \times C') = A \times C$$

Les coefficients de ruissellement* définis dans les prescriptions techniques du règlement d'assainissement départemental sont :

Coefficients de ruissellement type

Nature du sol	Coefficient de ruissellement
Terre végétale (pleine terre)	0,2
Terre végétale sur dalle	0,4
Toitures, terrasses gravillonnées	0,7
Voiries, allées et parkings, toitures classiques, et toute surface totalement imperméabilisée	0,95



Par simplification, la brochure "Instruction technique d'application du règlement d'assainissement départemental" emploie le terme de "coefficient de ruissellement*". L'encyclopédie de l'hydrologie urbaine parle de "coefficient d'apport". Pour être en cohérence avec les prescriptions techniques du règlement d'assainissement départemental utilisées pour le dimensionnement, nous employons dans ce guide le terme de "coefficient de ruissellement*".

2.b. Fixer la période de retour*

Conformément au règlement d'assainissement départemental, les ouvrages raccordés sur le réseau départemental sont dimensionnés pour une pluie décennale.

2.c. Déterminer le débit de rejet

Le débit de rejet Q_{rejet} de chaque ouvrage est obtenu en multipliant la surface à gérer* (A, en ha) par le débit spécifique* imposé par la réglementation :

- 2 L/s/ha pour les rejets vers un réseau unitaire,
- 10 L/s/ha pour les rejets en Seine ou vers un réseau pluvial dont l'exutoire est le milieu naturel.

Exemple :

pour une surface de voirie à gérer* (A) d'1 ha, le débit de rejet autorisé est de 2 L/s vers le réseau ou 10 L/s vers le milieu naturel.

2.d. Déterminer le volume global d'eaux pluviales à gérer

Le volume global à gérer correspond au volume qui serait géré si un seul ouvrage collectait l'ensemble des eaux de la surface à gérer* (A) et les vidangeait au débit de rejet correspondant.

La méthode décrite ici est issue de l'Instruction technique de 1977 (IT77*). Les étapes sont les suivantes :

- **transformer le débit de rejet en hauteur équivalente répartie sur la surface active :**

$$q \text{ (mm/h)} = 360 \times Q_{\text{rejet}} / S_a$$

avec q la hauteur d'eau en mm/h, S_a la surface active en ha, Q_{rejet} le débit de rejet en m³/s

- **lire sur l'abaque Ab7** de l'IT77* (voir page suivante) la hauteur d'eau à stocker: le département des Hauts-de-Seine appartient à la région I. Identifier sur l'abaque (page 18) la courbe associée à la pluie décennale de la région I et lire la valeur de la hauteur spécifique de stockage h_a (en mm) correspondant à q (en mm/h)
- **calculer le volume à stocker :**

$$V_{10} \text{ (m}^3\text{)} = 10 \times S_a \text{ (ha)} \times h_a \text{ (mm)}$$

Exemple :

pour une voirie d'1 ha raccordée sur le réseau départemental :

$$S_a = 0,95 \times 1 = 0,95 \text{ ha}$$

$$Q_{\text{rejet}} = 2 \text{ L/s} = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = 360 \times 0,002 / 0,95 = 0,76 \text{ mm/h}$$

L'abaque Ab7 de l'IT77* donne une hauteur à stocker $h_a = 36,5 \text{ mm}$ pour une pluie décennale.

Le volume à stocker pour l'ensemble de la voirie d'1 ha s'élève à : $V_{10} = 10 \times 0,95 \times 36,5 = 347 \text{ m}^3$



Pour le calcul des volumes à stocker, voir le fascicule « Rétention des eaux pluviales à la parcelle - Instructions techniques d'application du règlement d'assainissement départemental » du Conseil général des Hauts-de-Seine.

A titre de vérification, l'ordre de grandeur suivant peut être retenu dans les projets réalisés :

il faut gérer environ 350 m³ d'eau pour 1 ha de voirie totalement imperméabilisée.

D'autres méthodes utilisant les données pluviométriques locales peuvent être utilisées (voir ci-dessous).

Où trouver des informations supplémentaires :

Dimensionnement des ouvrages :

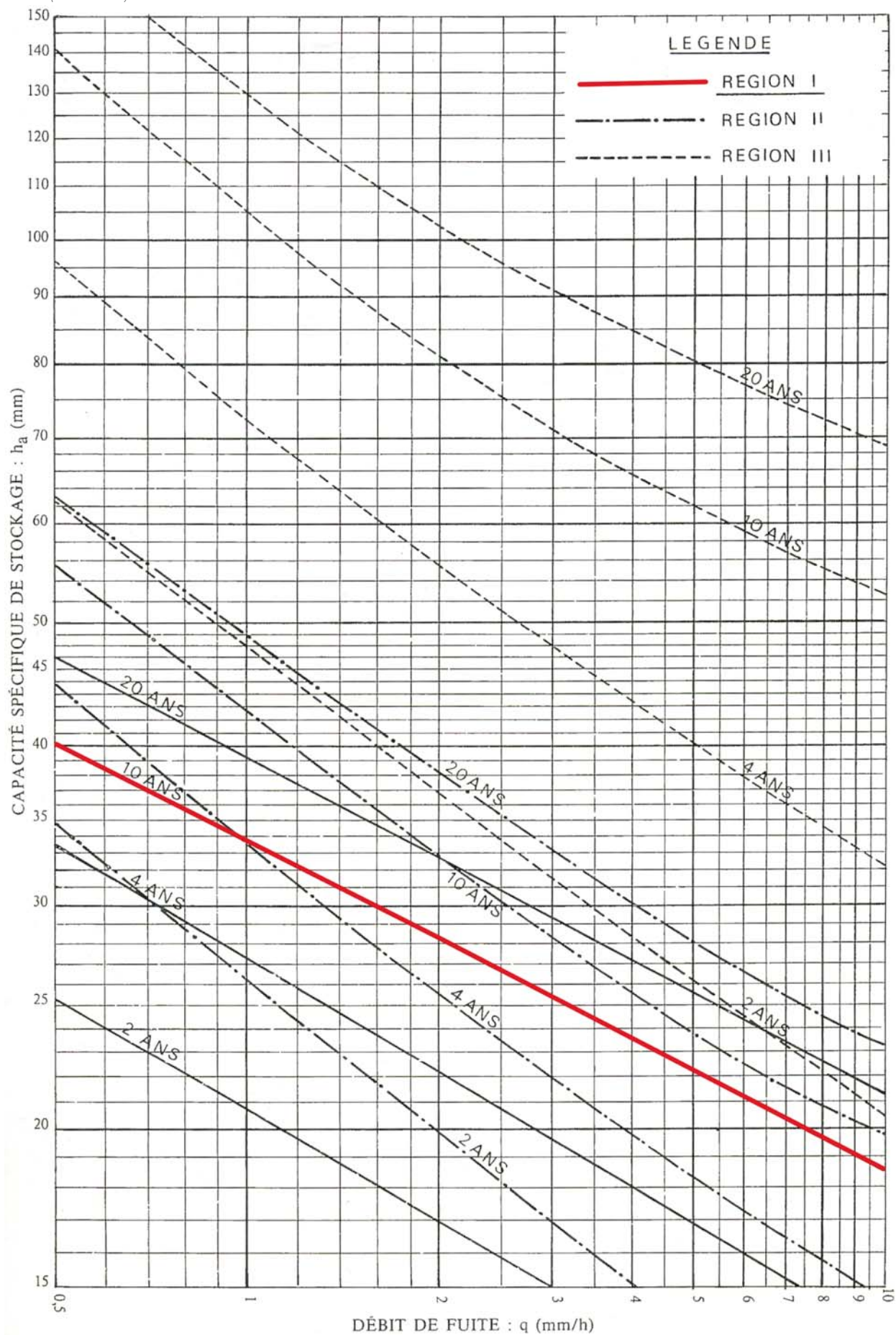
« L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement », Certu, 2008

« Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998

« Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations », issue de la circulaire 77-284 du 22 juin 1977

Abaque de dimensionnement des hauteurs d'eau à stocker

(source: IT77*)



ETAPE
3
Construire les scénarios de gestion

Cette étape vise à concevoir le système de gestion des eaux pluviales qui permet de gérer le volume global calculé à l'étape précédente. À ce stade, seuls sont définis : le nombre, le type, l'emplacement et l'ordre de grandeur des dimensions caractéristiques des ouvrages projetés.

3.a. Localiser les emprises disponibles pour la gestion des eaux

Toutes les surfaces situées en bordure et sous la voirie sont considérées comme des emprises disponibles pour y implanter des ouvrages de gestion des eaux pluviales (infiltration / stockage infiltration / stockage restitution). Les zones de rétention sont autant que possible situées au plus près du ruissellement. Ainsi les ouvrages sont préférentiellement linéaires et positionnés « au fil de la route » c'est-à-dire le long de la voirie pour favoriser une collecte et un stockage diffus.

Les différentes emprises envisageables sont par exemple :

- les espaces verts,
- les délaissés,
- les ronds points, les terre-pleins centraux,
- les zones de stationnement.
- les pistes cyclables,
- les trottoirs,
- les chaussées,

3.b. Evaluer la faisabilité du stockage des eaux dans les emprises disponibles

Le respect des critères suivants conditionne l'implantation et la gestion ultérieure des ouvrages de stockage. Ils sont donc évalués pour chaque emprise disponible recensée afin de hiérarchiser ces dernières et d'orienter le choix de l'implantation définitive des ouvrages :

- **un fonctionnement gravitaire** : l'implantation des ouvrages de gestion des eaux pluviales doit favoriser autant que possible des modes de collecte, des écoulements et des vidanges gravitaires, afin d'éviter la mise en place de pompes. Dans ce but, la pente du site et la cote de raccordement sur l'exutoire (réseau ou milieu naturel) doivent être connues ;
- **des ouvrages en faible pente** : une faible pente en fond d'ouvrage assure un maximum de volume de stockage. Dans le cas où les pentes du terrain sont fortes, la mise en place de cloisonnements avec régulateur tout au long de l'ouvrage permet de ralentir les débits et d'augmenter le volume stockable (voir schémas pages 25 et 28) ;
- **une faible densité des réseaux de concessionnaires** : l'absence de réseaux enterrés au droit des ouvrages facilite leur mise en œuvre. Dans le cas contraire, les secteurs à faible densité sont privilégiés et les précautions et autorisations nécessaires doivent être prises. Les raccordements des riverains sur les réseaux publics, souvent présents sous les trottoirs, doivent dans ce but être recensés comme les réseaux des concessionnaires ;
- **un exutoire à proximité** : la proximité des points de vidange et de l'exutoire permet de limiter le linéaire des canalisations à mettre en place.

3.c. Evaluer les capacités de stockage sous les espaces circulés

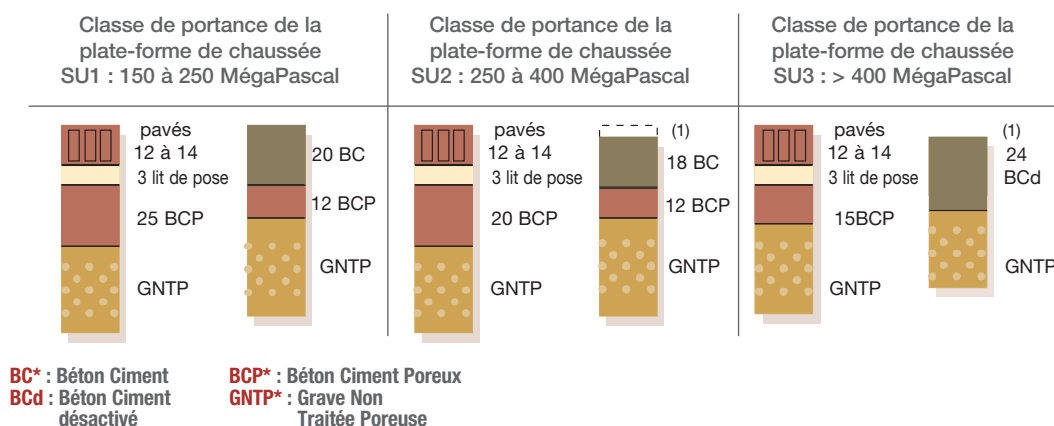
Cette étape concerne les voiries départementales, pistes cyclables, parkings, voies piétonnes...

Le catalogue des structures de voiries du Conseil général des Hauts-de-Seine propose d'employer des matériaux auto-compactants dans la couche de plate-forme. Nous préconisons, si les cotes des seuils, des bordures, des réseaux enterrés et des fourreaux le permettent, d'utiliser de la Grave Non Traitée Poreuse (GNTP*), sur une épaisseur comprise entre 30 et 50 cm. La portance de la plate-forme ainsi créée pourra atteindre la classe 2 (noté SU2 pour la Direction de la Voirie du Conseil général des Hauts-de-Seine) et pourra également stocker les eaux pluviales.

Pour les voies douces telles que les pistes cyclables et les voies piétonnes, ainsi que pour les parkings, il est préconisé d'adapter les coupes-type des structures qualitatives pour un trafic moyen journalier annuel total dans les deux sens inférieur à 5000 véhicules (noté T4 pour la Direction de la Voirie du Conseil général des Hauts-de-Seine), de la façon suivante (sur la base du catalogue des structures-type de chaussées du Conseil général des Hauts-de-Seine) :

- le BM* (Béton Maigre), est remplacé par du BCP* (Béton Ciment Poreux),
- la plate-forme support du corps de chaussée est composée de GNTP*.

Epaisseur des couches constituant le corps de chaussée (en cm) pour les voies de circulation douce ou parking pour trois classes de portance de la plate-forme



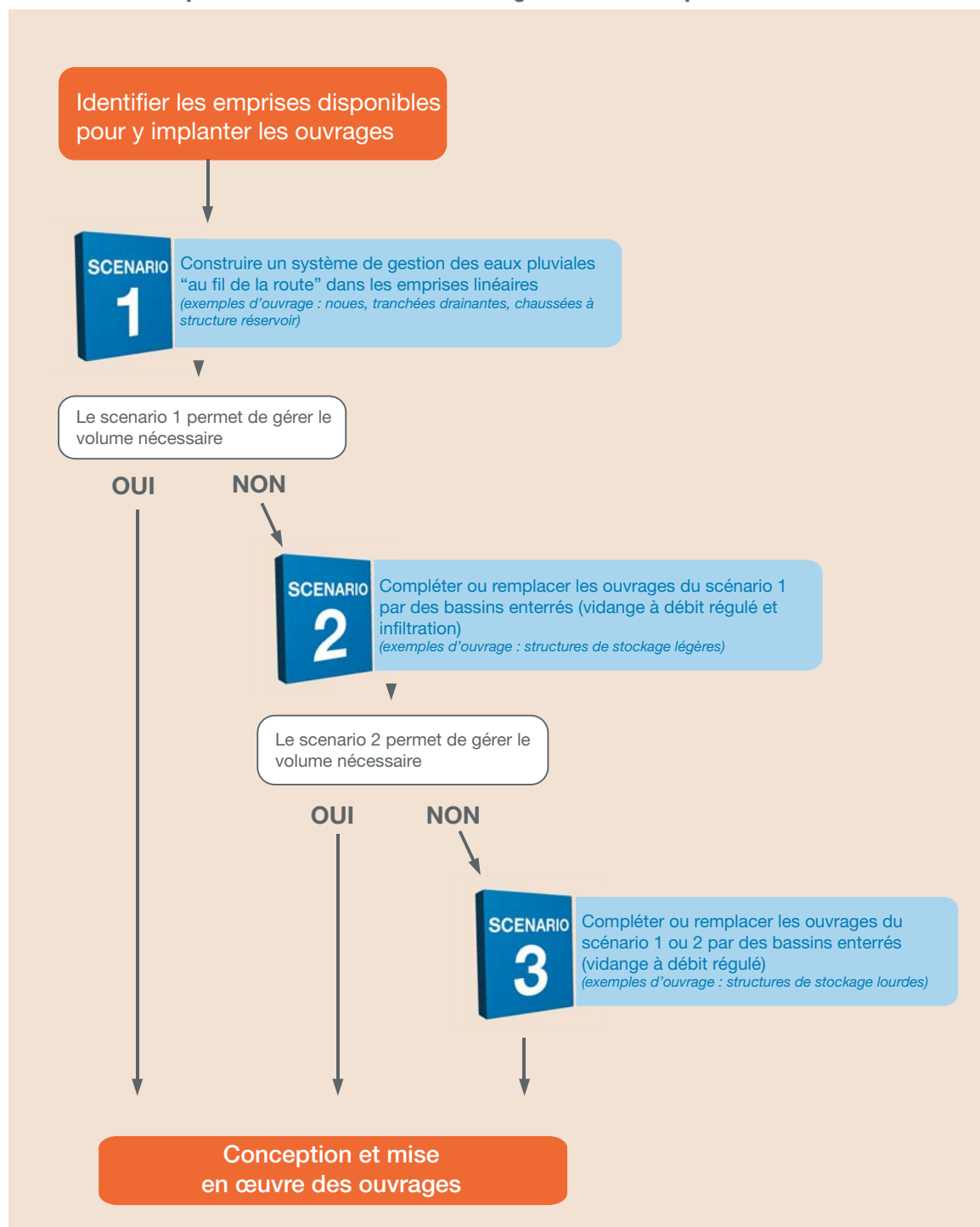
3.d. Déterminer le scénario de gestion optimal

- Construire le **scénario 1** qui, comme indiqué à l'étape 3a (*localiser les emprises disponibles pour la gestion des eaux*), repose sur la création d'ouvrages linéaires de gestion des eaux pluviales dans les emprises disponibles « au fil de la route ». Les ouvrages à considérer sont des noues, des tranchées drainantes ou des structures réservoirs, qui favoriseront de plus, l'infiltration des eaux pluviales (voir pages 24 à 30).
- Calculer le volume pouvant être stocké dans ces ouvrages à l'aide du tableau ci-contre.

Ouvrages	Calcul des volumes approximatifs	Grandeurs caractéristiques
Noüe à section triangulaire	Linéaire x largeur x profondeur / 2	Largeur : emprise disponible Pente des berges : 3 pour 1 (pentes douces) Profondeur : dépend de la largeur et de la pente des berges. Indice de vide* : 100 % <i>Exemple : profondeur d'une noüe de 3 m de large avec des pentes douces à 3 pour 1 = 0,5 m soit un volume stocké de 0,75 m³/ml de noüe</i>
Structure drainante sous trottoir, piste cyclable, espace vert	Emprise x profondeur x Indice de vide	Profondeur : épaisseur de couches poreuses prévues dans l'ouvrage en fonction du profil retenu Indice de vide* : 25 % pour le BCP* 40 % pour la GNTP* <i>Exemple : volume stocké dans une couche de plate-forme de piste cyclable (100 ml x 2 m) formée par 30 cm de GNTP* : (100 x 2 x 0,3) x 0,4 = 24 m³</i>
Chaussée à structure réservoir	Emprise x profondeur x Indice de vide	Profondeur : épaisseur de couches poreuses prévues dans l'ouvrage en fonction du profil retenu Indice de vide* : 40 % <i>Exemple : volume stocké dans une couche de fondation de chaussée (100 ml x 10 m) formée par 30 cm de GNTP* : (100 x 10 x 0,3) x 0,4 = 120 m³</i>
Bassin enterré pré-fabriqués	Emprise x profondeur x Indice de vide	Profondeur : épaisseur de la structure en fonction des besoins et des fils d'eau Indice de vide* : 95 % <i>Exemple : volume stocké dans un bassin enterré pré-fabriqués d'1 m d'épaisseur sur 100 m² = 100 x 1 x 0,95 = 95 m³</i>
Canalisation surdimensionnée	Linéaire x π x Diamètre² / 4	Diamètre : à choisir en fonction des besoins de stockage Indice de vide* : 100 % <i>Exemple : volume stocké dans une canalisation d'1 m de diamètre = 0,79 m³/ml</i>

- Vérifier que le scénario 1 permet de gérer le volume global calculé à l'étape 2 (déterminer le volume global d'eau pluviale à gérer).
- Si les emprises sont insuffisantes pour gérer ce volume global, construire un **scénario 2** pour optimiser le volume de stockage dans les emprises disponibles. Pour cela, compléter ou remplacer les tranchées drainantes et les structures réservoirs par des bassins enterrés pré-fabriqués à fort indice de vide* (voir page 30) pour augmenter le volume stocké par m².
- Calculer le volume pouvant être stocké dans ces nouveaux ouvrages.
- Vérifier que le scénario 2 permet de gérer le volume global calculé à l'étape 2 (déterminer le volume global d'eau pluviale à gérer).
- Si le scénario 2 reste insuffisant pour gérer le volume global, construire un **scénario 3** qui consiste à compléter le scénario 2 avec des ouvrages de stockage enterrés de type canalisation surdimensionnée, canalisation de stockage en acier ou bassin en béton aux points bas (voir page 30).
- Calculer le volume pouvant être stocké dans ces ouvrages.
- Vérifier que le scénario 3 permet de gérer le volume global.

Arbre de décision pour l'élaboration du scénario de gestion des eaux pluviales



Le choix du scénario dépend en outre des critères suivants :

- **le coût** : a priori les scénarios de 1 à 3 sont classés par coût croissant. Les ordres de grandeur suivants (estimation 2009) permettront de vérifier que l'ouvrage reste moins onéreux qu'un ouvrage enterré en béton (voir tableau page suivante),
- **l'entretien** : le choix du scénario devra être effectué en concertation avec les services assainissement et espaces verts, ou tout autre service susceptible d'entretenir par la suite les ouvrages réalisés.

Ouvrages	Coût
Noue/bassin sec végétalisés (surcoût / espace vert : terrassements + géotextile + drain)	45 à 90 €/m³ stockés (hors ouvrages type regards, avaloirs, régulation...)
Tranchées ou fossés drainants (tranchée + géotextile + drain + graves)	40 à 80 €/m³ de tranchée soit 120 à 240 €/m³ stockés (hors revêtement de surface, ouvrages type regards, avaloirs, régulation)
SAUL* (structure fournie posée hors regards amont/aval)	200 à 400 €/m³ stockés
Canalisations de stockage en acier	200 à 400 €/m³ stockés
Limiteur de débit type vortex	2000 à 3000 €/U
Bassin en béton couvert	800 à 1500 €/m³ stockés

Où trouver des informations supplémentaires :

Documents du Conseil général des Hauts-de-Seine :

« *Catalogue des structures-type de chaussées* »

« *Inventaire et choix des revêtements et structures des plates-formes de transports collectifs de surface* »

Portance des sols :

« *Réalisation des remblais et des couches de forme* », SETRA, LCPC, 1992

Classe de trafic :

Norme NFP 98.082

« *Catalogue de structures* », LCPC, SETRA, 1998

« *Chaussées poreuses urbaines* », Certu, 1999

Risques de calcul :

« *Catalogue des structures neuves* », SETRA, LCPC, 1998

« *Chaussées poreuses urbaines* », Certu, 1999

Performances mécaniques des matériaux :

Normes NFP 98.129, NFP 98.130, NFP 98.134, NFP 98.138, NFP 98.170

Principe du dimensionnement mécanique :

« *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », LCPC, INSA Lyon, Agences de l'eau, Certu, GRAIE, Tec & Doc, 1994 ;

« *Chaussées poreuses urbaines* », Certu, 1999

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998

Abaques de dimensionnement des chaussées :

« *Chaussées poreuses urbaines* », Certu, 1999

« *Guide technique conception et dimensionnement des structures de chaussées* », LCPC, SETRA, 1994

Fiches de structures de chaussée :

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998

Dimensionnement de la taille des ouvrages :

« *L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* », Certu, 2008 ;

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998

◆ Noues, fossés et zones de plantations

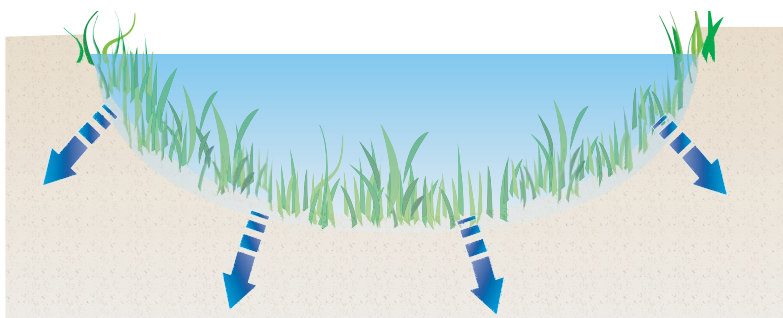


► Noue avec cloison - Villeneuve-la-Garenne

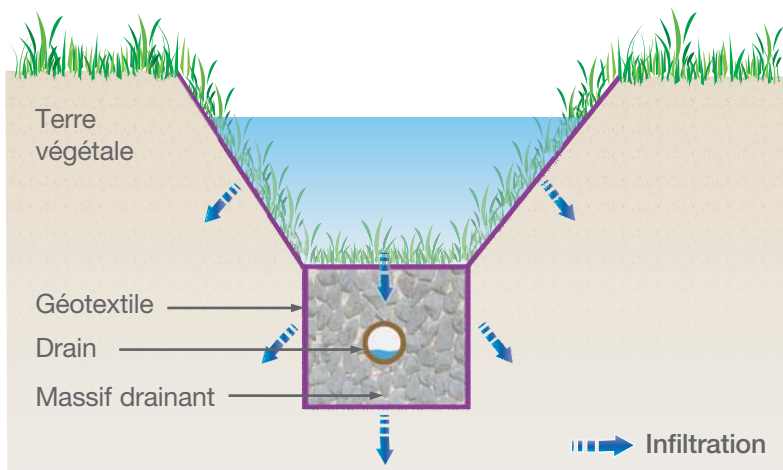
Les bords de voirie et les terre-pleins centraux sont des espaces propices à l'installation de noues, de fossés et de zones de plantation. Les eaux pluviales sont ainsi régulées et traitées au plus près des zones ruisselantes.

Géométrie :

- la noue peut avoir différents profils en travers en fonction de l'espace disponible, de l'aspect visuel, de l'accessibilité et de la sécurité,
- la pente du profil en travers : les berges sont dites douces si leur pente est au plus à 3 pour 1 **①**. Si la pente est supérieure à du 2 pour 1 **②**, les berges seront stabilisées par exemple en les recouvrant d'un géotextile ou en les renforçant par des enrochements,
- la pente du fond de l'ouvrage : si les pentes sont supérieures à 0,5 % **③** les noues seront équipées de cloisons pour limiter les vitesses d'écoulement et optimiser les volumes de stockage, afin d'être divisées en biefs.



► Profil arrondi avec infiltration (source: SEPIA Conseils) **①**



► Profil trapézoïdal avec tranchée drainante et drain (source: SEPIA Conseils) **②**



► noue végétalisée intégrée au terre-plein central d'une voirie - Dieppe

Alimentation et vidange :

- l'alimentation s'effectue directement par ruissellement ou par l'intermédiaire de canalisations,
- la vidange est assurée par infiltration ou via un ou plusieurs drains (étape 6) placés sous la noue et raccordés sur le réseau exutoire de la zone après régulation ⁴.

Végétalisation :

- la végétation permettra une filtration (rôle de peigne), une meilleure infiltration (les racines évitent le compactage) et l'évapotranspiration de l'eau,
- la végétation sera choisie en fonction de sa résistance à l'immersion (quelques heures à 2 jours) et de l'entretien nécessaire.

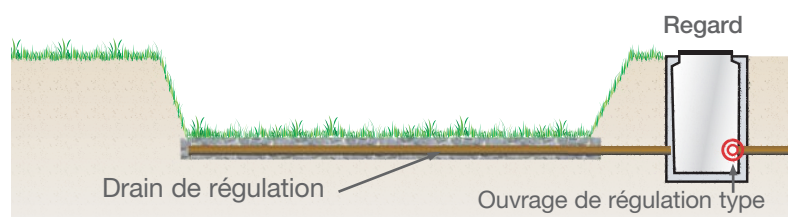


► Zone de plantation linéaire - Boulogne-Billancourt RD1

Hunter Consultants



► Gestion du volume de stockage dans une noue en pente (profil en long) ³



► Principes de régulation d'une noue (profil en long)
(source: SEPIA Conseils) ⁴



► Noue végétalisée - Zac des chenevreaux - Nanterre

CG92 - DE

Tranchées drainantes



► Tranchée drainante -
ZI Mérignac

Les tranchées drainantes trouveront naturellement leur place sous les voies vertes, les pistes cyclables, les trottoirs et les stationnements. Les tranchées seront donc, selon l'usage, recouvertes en superficie de végétation, de graviers ou de revêtements poreux (dalles, pavés, enrobés...).

Géométrie :

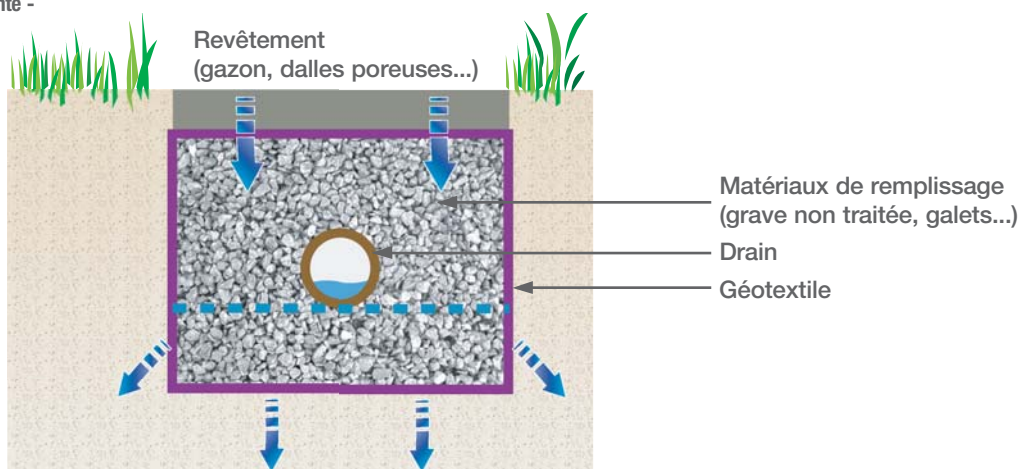
si la pente du terrain est supérieure à 0,5 %, les tranchées seront équipées de cloisons pour optimiser le volume de stockage.

Revêtement :

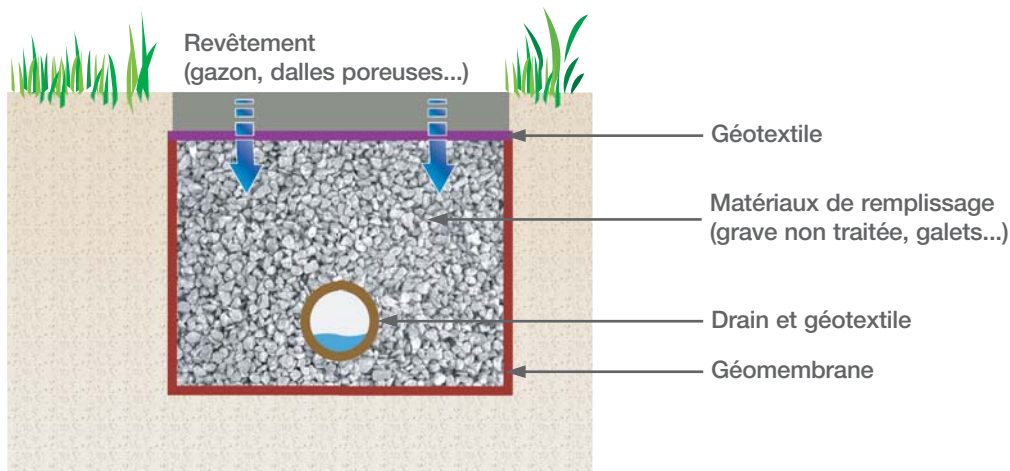
le revêtement est choisi en fonction de la fréquentation et de l'aspect visuel : galets, graviers, pavés poreux, enrobés drainants, stabilisé, gazon...

Alimentation et vidange :

- l'alimentation s'effectue directement par ruissellement et infiltration au travers d'un revêtement poreux ou par l'intermédiaire d'avaloirs,
- la diffusion et la vidange : si nécessaire un réseau de drains sera installé en fond d'ouvrage pour bien répartir les flux entrants. La vidange s'effectuera soit à débit régulé par les drains vers un exutoire soit par infiltration **5**. Le drain de régulation sera dimensionné conformément à l'étape 6.



► Tranchée drainante : avec drain de régulation placé au milieu de la tranchée pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales



► Tranchée drainante : étanche avec drain de régulation en fond de tranchée **5**



► Tranchée drainante - Grande lande - Draguignan



► Noue plantée - Zac des Louvresses - Gennevilliers



► Tranchée drainante

◆ Chaussées à structure réservoir

Géométrie :

si la pente du terrain est supérieure à 0,5 %, le corps de la chaussée devra être compartimenté pour optimiser le volume de stockage **6**.

Matériaux de remplissage :

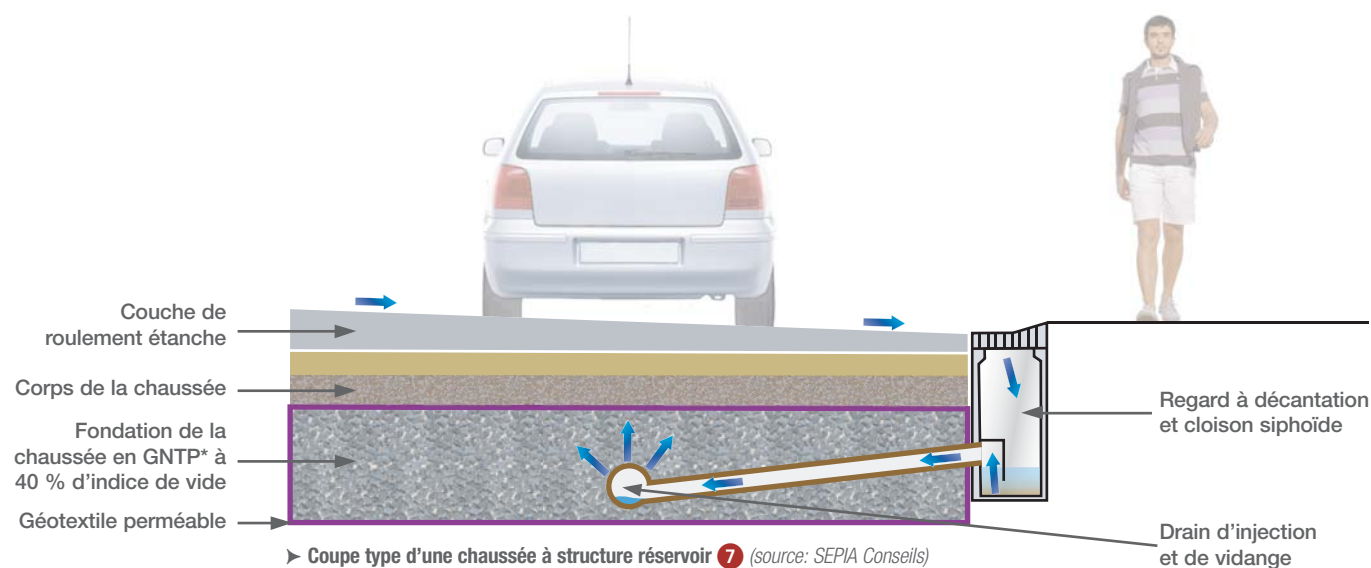
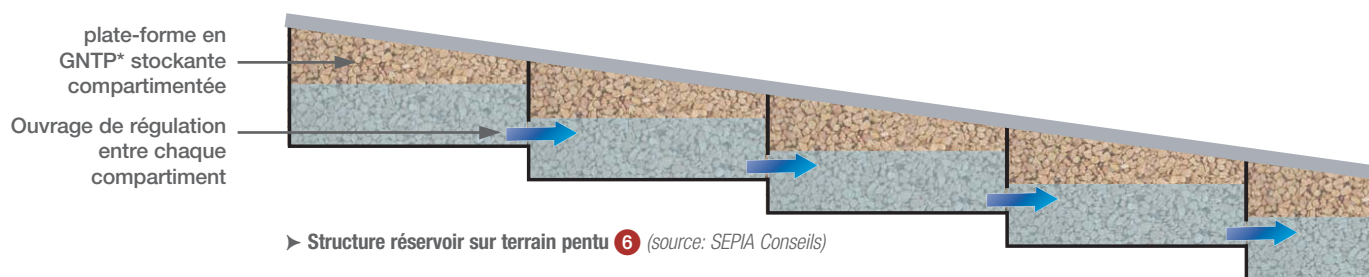
les matériaux de remplissage et l'épaisseur sont choisis en prenant en compte les aspects mécanique et hydraulique. (voir étape 3, *évaluer les capacités de stockage sous les espaces circulés*).

Alimentation et vidange **7** :

- l'alimentation s'effectue par infiltration à travers un revêtement poreux ou par avaloirs,
- la diffusion et la vidange : un réseau de drains est installé dans la couche drainante. Il permet de répartir les flux entrants et sert également d'ouvrage de vidange. Il est dimensionné selon la méthode présentée à l'étape 6,
- localisation du réseau de drains : il est disposé systématiquement dans la plateforme.



Des équipements de pré-traitement doivent être mis en place au niveau des avaloirs pour éviter le colmatage de la structure (Etape 8).



Structures de stockage enterrées légères

Les structures de stockage enterrées pré-fabriquées telles que les structures alvéolaires ultra légères (SAUL*) ou autres structures modulaires utilisent des matériaux plastiques à très forte porosité (90-95 %). Elles sont mises en place en complément ou à la place de structures en graves à 30 % - 40 % d'indice de vide.

Leurs propriétés mécaniques sont suffisantes pour supporter des structures de chaussées, des pistes cyclables, des trottoirs ou des parkings.

De plus, certains dispositifs présentent l'avantage d'être curables.

Géométrie :

si la pente est supérieure à 0,5 %, les SAUL devront être compartimentées pour optimiser le volume de stockage.

Matériaux de remplissage :

il existe deux principaux types de SAUL :

- des structures en nid d'abeilles en polypropylène, type Nidaplast,
- des structures en canaux verticaux de section hexagonale et en canaux horizontaux de section losange en PVC, type Géolight, Raintank, Rainbox...

Alimentation et vidange :

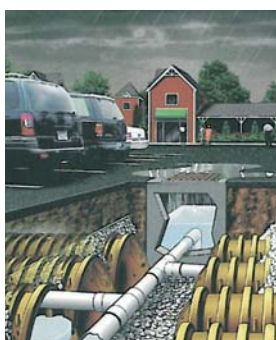
- l'alimentation s'effectue soit directement par infiltration dans un revêtement poreux soit par l'intermédiaire d'un réseau,
- l'injection et la vidange sont assurées soit par des drains qui fonctionnent en charge et en décharge, soit par la structure alvéolaire elle-même.



En phase travaux, les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront protégés (bouchage des avaloirs ou mise en place de bâches de protection) afin d'éviter que des écoulements chargés en matières en suspension ne les atteignent.



► Pose de blocs alvéolaires
(structures non visitables et non curables)



► Chambre haute capacité
(structures visitables et curables)



► Bloc alvéolaires (source : Nidaplast)



► Bloc Géolight
(Source : Hamon Industrie thermique)



► Bloc Raintank (source : Funke)



► Rausikko®- Box (source : Rehau)



► Rainbox (source : Sotra-Seperef)



► Module Q-Bic (source : Wavin)

♦ Structures de stockage enterrées lourdes

Ce sont des structures pré-fabriquées de type canalisations de stockage en acier, canalisations surdimensionnées ou bassins en béton.

Lorsqu'il n'est pas possible d'exploiter les techniques précédentes, directement intégrées aux projets, il est nécessaire d'avoir recours à des structures de stockage enterrées complémentaires afin d'atteindre les objectifs de régulation hydrauliques. La mise en place de ces structures nécessite un chantier mécanique et, de fait, des conditions d'accès à l'espace de travail plus contraignantes.



► Canalisations de stockage en acier (source: Tubosider France)

Où trouver des informations supplémentaires :

Description des différentes techniques alternatives :

- « *L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* », Certu, 2008
- « *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », TEC&DOC, 1994
- « *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », CUB, 1998
- « *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* », TEC&DOC, 1992
- « *T.57 Voiries et aménagements urbains en béton - revêtements et structures réservoirs* », CimBéton, 2007
- « *Les structures alvéolaires légères en assainissement pluvial* » Certu, LCPC, Agence de l'eau

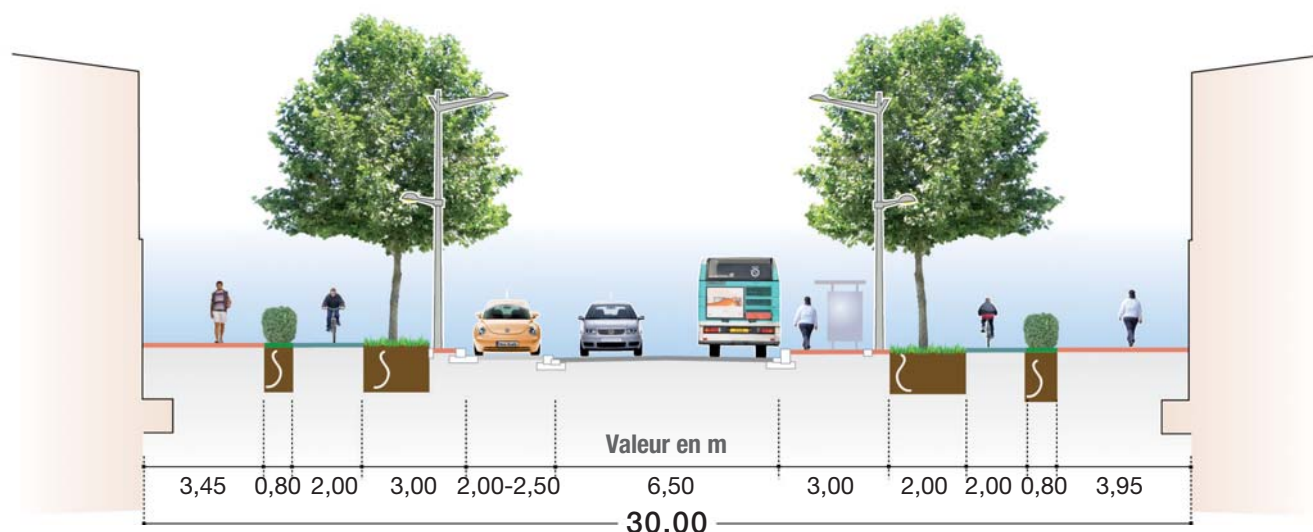
♦ Et les plantations d'alignement ?



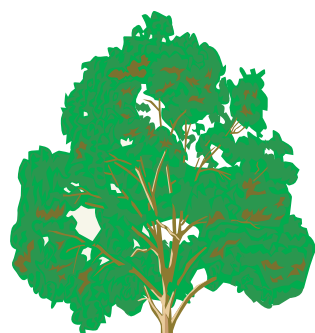
► Zone de plantation linéaire - Boulogne-Billancourt RD1

La présence d'arbres d'alignement ou de bandes plantées dans les aménagements effectués sont autant d'opportunités de collecter et d'infiltrer une partie des eaux pluviales issues des surfaces non circulées ou voies vertes telles que les trottoirs ou les pistes cyclables. L'aménagement de ces surfaces en pente douce vers les fosses ou bandes plantées permet de collecter gravitairement les eaux de ruissellement « non polluées » et de les infiltrer dans des espaces de pleine terre.

Des ouvrages pourront être nécessaires pour garantir la gestion d'un événement décennal.



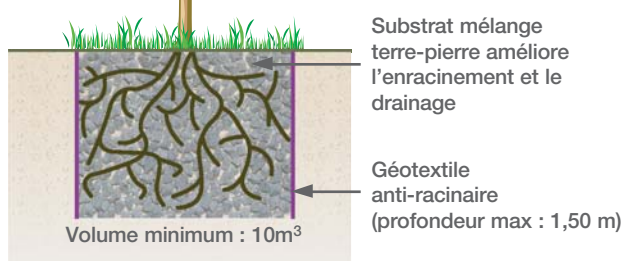
► coupe type 2x1 voie, emprise 30 m avec voie cyclable, rue en tissu de centre ville
(source: Direction de la Voirie du Conseil général des Hauts-de-Seine)



De même, le recours à des matériaux recyclés, comme les débris de briques ou de tuiles pour les mélanges terre-pierre, est très favorable à l'enracinement des végétaux et réduisent l'impact environnemental des projets.

Pour la pérennité des plantations, il est conseillé d'éviter les végétaux très sensibles aux sels de déneigement comme les platanes.

Le choix de plantes couvre-sol adaptées permet d'éviter le recours à l'arrosage automatique.



► Coupe type d'ouvrage de gestion des eaux pluviales en présence d'arbre

ETAPE 5

Vérifier l'adéquation entre les ouvrages prévus et le volume à stocker

5.a. Calculer le volume à gérer par ouvrage

La structure du système de gestion étant définie, le volume à stocker dans chaque ouvrage doit être précisé en fonction des surfaces qu'il collecte.

La méthode est ici la même que celle décrite à l'étape 2 (*déterminer le volume global d'eau pluviale à gérer*) et doit être appliquée à chaque ouvrage.

Pour un ouvrage N :

- déterminer la surface à gérer* dans l'ouvrage N (A_n) , ainsi que la surface active associée (S_{a_n}),
- déterminer le débit de rejet autorisé :

Si rejet au réseau unitaire : $Q_{\text{rejet } n} \text{ (L/s)} = 2 \times A_n \text{ (ha)}$

Si rejet vers le milieu naturel : $Q_{\text{rejet } n} \text{ (L/s)} = 10 \times A_n \text{ (ha)}$

- lire sur l'abaque Ab7 de l'IT77* la hauteur à stocker h_a en mm,
- en déduire le volume à stocker dans l'ouvrage N,
- vérifier que les ouvrages prévus à l'étape 3 (*déterminer le scénario de gestion optimal*) sont suffisants pour gérer ce volume.

Dans le cas contraire :

- soit ajuster à la marge les dimensions de l'ouvrage en élargissant l'emprise ou en approfondissant l'ouvrage,
- soit construire un nouveau scénario (retour étape 3 *déterminer le scénario de gestion optimal*) : augmenter l'indice de vide* des ouvrages en ayant recours à des profils comportant des structures de stockage enterrées légères ou à défaut lourdes.



► Zones d'infiltration (plantations et pavés poreux) - Avenue de la République - Nanterre

5.b. Délimiter les zones de surverse

En cas d'événements pluvieux supérieurs à la pluie décennale ou en cas de dysfonctionnement des dispositifs de régulation, des débordements peuvent apparaître.

Il est donc nécessaire d'évaluer les conséquences de ces débordements et les enjeux liés à ces écoulements non gérés en fonction des usages présents.

Le cas échéant, les ouvrages pourront être adaptés (modification de la géométrie ou mise en place d'une surverse) ou une signalétique spécifique pourra être mise en place pour alerter les usagers du risque d'inondation à cet endroit.

ETAPE 6 Concevoir et dimensionner les ouvrages de collecte

6.a. Calculer les débits d'apport par ouvrage

Le débit d'apport ou débit de pointe est calculé pour chaque ouvrage et pour chaque canalisation de collecte qui y est raccordée.

La formule proposée ici est la formule superficielle appliquée à la région I d'après l'IT77* :

$$Q_{\text{pointe}_i} \text{ (m}^3/\text{s)} = 1,43 \times I_i^{0,29} \times C_i^{1,2} \times S_i^{0,78}$$

S_i la surface interceptée en ha, I_i sa pente moyenne, C_i son coefficient de ruissellement*.

Le calcul des coefficients multiplicatifs et des exposants dans la formule ci-dessus peut être effectué en fonction des caractéristiques de la pluie locale.



Dans le cas d'ouvrages à ciel ouvert ou dans le cas d'ouvrages enterrés à 100 % d'indice de vide, les ouvrages de collecte sont le plus souvent des caniveaux ou des canalisations qui sont dimensionnés comme dans le cas de système d'assainissement classique en fonction du débit de pointe calculé à l'étape 10 et de la lecture des abaques Ab4a et Ab6 de l'IT77*. La collecte peut également s'effectuer par infiltration à travers le revêtement poreux des ouvrages comme par exemple des pavés ou des enrobés poreux.

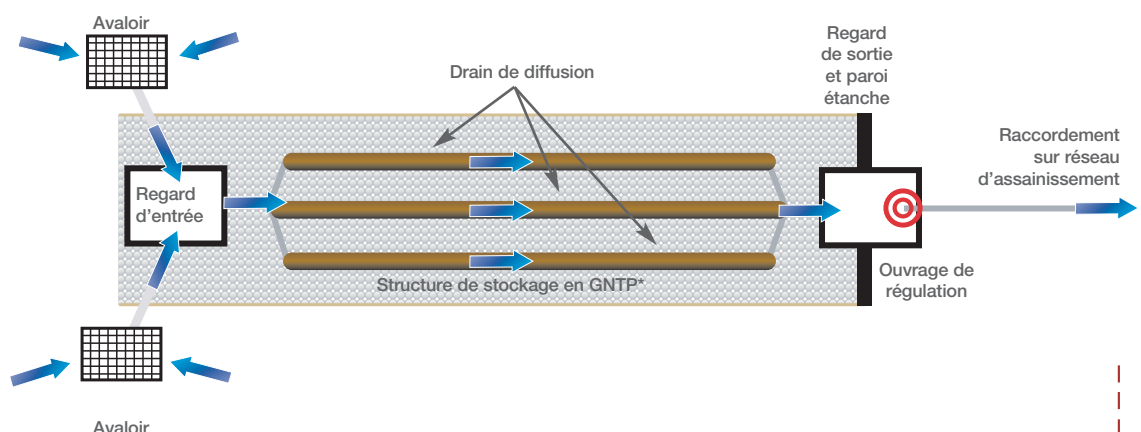
6.b. Dimensionner les drains dans le cas d'ouvrages enterrés à indice de vide* inférieur



► Différentes typologies de drains
(source: Rehau)

Dans le cas d'ouvrages enterrés à indice de vide* inférieur à 100 %, les fonctions collecte/remplissage/vidange sont assurées par des conduites de collecte et des drains de diffusion et de vidange, placés respectivement en entrée, au sein et en sortie de l'ouvrage de rétention. Ceux-ci doivent être dimensionnés pour assurer le remplissage de la structure et également limiter les risques de colmatage ou d'obstruction par des macro-déchets. Ce dimensionnement du système de drains s'effectue en 3 sous-étapes (voir page suivante).

Illustration des différents organes constituant une structure de rétention et son système de collecte/remplissage/régulation (source: SEPIA Conseils)

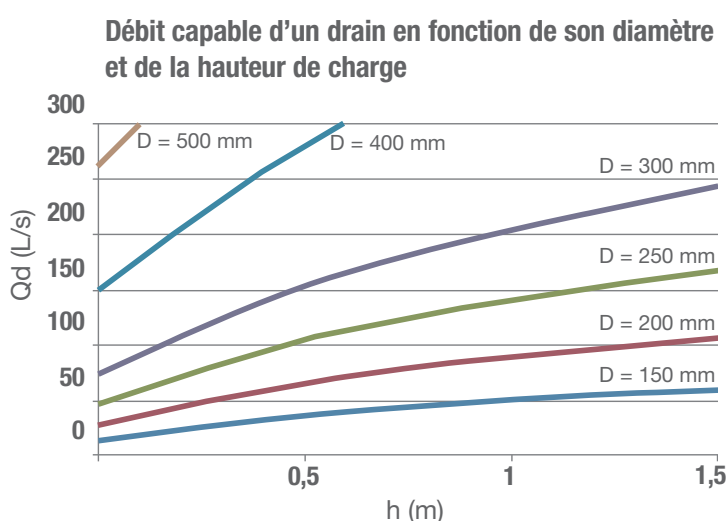


• **Définir le diamètre du drain de vidange :**

ce diamètre dépend du débit de rejet autorisé en sortie de l'ouvrage et défini à l'étape 5 (*calculer le volume à gérer par l'ouvrage*). Il est donné en lisant sur l'abaque ci-dessous le diamètre assurant un débit correspondant au débit de rejet en fonction de la hauteur de charge sur le drain (hauteur d'eau maximale dans la structure de stockage, en général 0,5 à 1 m).

Exemple :

un diamètre de 150 mm permettra d'évacuer un débit de 40 L/s pour une hauteur de mise en charge de 0,5 m d'eau.



► Schéma d'un regard avec une entrée et trois sorties

• **Définir le nombre de drains en entrée :**

le nombre et la section des drains d'entrée sont conditionnés par les trois principes suivants :

- multiplier les points d'injection pour ne pas concentrer les entrées d'eau dans la structure,
- vérifier que la somme des débits capables des drains d'entrée est supérieure au débit d'apport de pointe calculé à l'étape 6a (*calculer les débits d'apport par ouvrage*),
- entre 2 regards, s'assurer que les sections des drains d'entrée et de sortie sont identiques pour que les flottants qui ont pu pénétrer dans l'ouvrage puissent en sortir.

Ainsi, le nombre de drains en entrée est donné par le débit d'apport calculé à l'étape 6a (*calculer les débits d'apport par ouvrage*) divisé par le débit capable d'un drain de même diamètre en fonction de la pente du raccordement (abaque 4a de l'IT77*).

Exemple :

si le débit d'apport calculé est de 100 L/s et que le débit de fuite est assuré par un drain de diamètre 300 mm. Le débit capable d'une canalisation de collecte de diamètre 300 mm placée par exemple à 1 % est égal à 60 L/s. Il faudra donc 2 drains de diamètre 300 mm en entrée de la structure.

• Dimensionner le drain de diffusion :

le drain de diffusion est caractérisé par sa capacité à diffuser dans la structure le débit entrant.

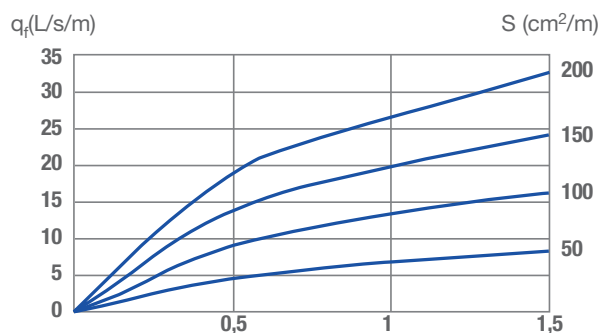
La surface captante, équivalente à la surface des fentes, est donnée par la lecture de l'abaque ci-dessous en fonction :

- du débit d'entrée de la structure de rétention rapporté à la longueur du drain de diffusion (c'est-à-dire en général la longueur de la structure de rétention),
- de la hauteur maximum de mise en charge dans la structure (en général 0,5 à 1 m).

Exemple :

pour un débit d'entrée de 100 L/s et une longueur de drain de 10 m (tranchée drainante le long d'une route) et pour une hauteur de mise en charge de la structure de 0,5 m, la surface captante doit être de 100 cm²/m.

Débit de diffusion par un drain en fonction de sa surface captante et de la hauteur de mise en charge



La norme impose un diamètre maximum de drain par surface captante :

Diamètre extérieur	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315
Surface captante minimale (cm ² /m)	40	40	40	50	50	50	80	80	100	100

► Correspondance entre le diamètre extérieur d'un drain de diffusion et la surface captante

Exemple :

une surface captante de 100 cm²/m sera assurée par la mise en place d'un drain de diamètre maximum de 250 mm.

Ce diamètre sera par la suite affiné en se référant aux catalogues fournisseurs. C'est d'ailleurs le rapport entre le diamètre du drain et la surface captante qui sera le critère principal lors du choix du fournisseur.

Où trouver des informations supplémentaires :

Dimensionnement des drains :

« Fascicule III - Les solutions compensatoires en assainissement pluvial », CETE du SUD Ouest , 2002, p. 9-11

Prescription concernant la mise en place des drains :

« Fascicule 70 - Ouvrage d'assainissement », Bulletin officiel, novembre 2003



Volet B

LES ÉQUIPEMENTS, les ouvrages spéciaux

ETAPE 7

Choisir les ouvrages de pré-traitement

Le pré-traitement des eaux pluviales est nécessaire en amont de certains ouvrages de rétention afin d'éviter :

- l'**obstruction** des drains par des éléments grossiers type feuille ou canette, ce qui mettrait en péril le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage,
- le **colmatage** des ouvrages poreux par des éléments fins, ce qui réduirait la capacité de stockage,
- les **apports d'huiles ou d'hydrocarbures** qui entraîneraient une dégradation de la végétation,
- l'**accumulation de matières en suspension** dans les ouvrages enterrés, ce qui nécessiterait des opérations d'entretien lourdes.

❖ Pollution chronique des eaux de ruissellement

Les eaux pluviales, pendant leur parcours, se chargent :

- de pollution atmosphérique,
- d'éléments déposés sur les sols imperméables (hydrocarbures, particules de pneus, déjections animales...),
- de particules arrachées par érosion aux surfaces sur laquelle l'eau ruisselle (béton, zinguerie, terre...).

Les caractéristiques des eaux pluviales varient fortement en fonction du type de voirie et de la pluie (intensité, hauteur d'eau ...). Elle garde toutefois toujours les spécificités suivantes :

- la pollution, notamment les hydrocarbures et les métaux lourds, est essentiellement fixée sur des particules en suspension très fines ($<100 \mu\text{m}$), qui ont une masse volumique élevée et qui sont donc facilement décantables,
- la quantité d'hydrocarbures est généralement inférieure à 5 mg/L,
- la pollution est généralement peu organique.

En conséquence, la décantation et la filtration sont les deux principes de traitement susceptibles d'être efficaces.



► Bassin paysager inondable - Viry-Châtillon



► Grille avaloir - Boulodrome - La Garenne-Colombes



► Dégripleur - Boulodrome - La Garenne-Colombes

❖ Prétraitement de la pollution chronique

Pour limiter les apports de macro-déchets et de matières en suspension dans les ouvrages de gestion des eaux pluviales, des équipements de pré-traitement sont implantés au niveau des bouches d'engouffrement.

Les éléments les plus grossiers sont arrêtés par des grilles au niveau des avaloirs ou des paniers dans les bouches d'injection. Les éléments les plus denses (sables) sont eux efficacement retenus par des bouches à décantation équipées de parois siphonides ou de filtres. Si la vidange est réalisée uniquement par infiltration ou si les eaux sont rejetées dans le milieu naturel sans filtration dans l'ouvrage, le pré-traitement peut être assuré par un filtre végétal ou par un décanteur lamellaire implanté en amont de l'ouvrage pour optimiser le piégeage des particules fines.

Les concentrations en hydrocarbures sont trop faibles pour que les déshuileurs débourbeurs traitent la pollution chronique. Ils ne sont donc pas préconisés pour traiter ce type de pollution.

Ils peuvent cependant être utiles en cas de risque de pollution accidentelle.



► Dispositif de présentation d'une bouche d'injection avec filtre de prétraitement

❖ Pollution accidentelle

Les voiries sont des zones particulièrement vulnérables vis-à-vis de la pollution accidentelle (accident, déversement de produit nocif dans le réseau...). Or ces pollutions sont par nature imprévisibles et variées. Il est donc difficile de trouver un équipement qui soit efficace en toutes circonstances.

L'intérêt de la mise en place d'un système de protection est évalué en fonction des risques, de la fréquentation de la voirie, de sa localisation et du coût des moyens humains pour assurer l'entretien.

Dans les zones à risque fort (trafic important ou présence d'activités à risque) :

- installer à l'amont de l'ouvrage, un séparateur à hydrocarbures équipé d'un obturateur automatique et d'un by-pass :
 - intérêt : il permet d'éviter que la pollution n'atteigne l'ouvrage,
 - limite : il traite uniquement la pollution par les hydrocarbures. Ce type de technique nécessite un entretien régulier pour éviter le risque de relargage.
- équiper les ouvrages de gestion des eaux pluviales d'une vanne manuelle :
 - Intérêt : limiter la diffusion de la pollution vers l'aval,
 - limite : pour rendre cette solution efficace, une personne doit être désignée pour intervenir immédiatement en cas de pollution.

Dans les zones à risque moyen à faible :

La mise en place d'un système de protection n'est pas systématique. En l'absence d'ouvrage de protection et en cas de pollution accidentelle, il est nécessaire d'effectuer un curage de la structure de rétention.

Dimensionnement des séparateurs à hydrocarbures

Le volume de la cuve de rétention : le volume à retenir correspond au volume de polluants potentiellement déversés accidentellement sur le site. Ainsi le volume pourra varier en fonction des risques identifiés de quelques m³ à 35 m³ (camion citerne).

Débit de traitement : pas de recommandation particulière. Traditionnellement les séparateurs à hydrocarbures sont dimensionnés pour traiter les pollutions chroniques. Le débit de traitement est donc équivalent à 10 % du débit décennal.

By-pass : le séparateur à hydrocarbures doit systématiquement être équipé d'un by-pass afin de rendre impossible le passage dans le séparateur d'un débit supérieur à son seuil nominal de fonctionnement.

♦ La gestion « à la source » favorise la dépollution

La gestion à la source est une solution simple qui permet, grâce à des temps de vidange de plusieurs heures, des faibles pentes et la présence de végétation ou de graves :

- de ne pas concentrer les polluants,
- de tranquilliser les écoulements,
- d'assurer la décantation, la filtration des matières en suspension et ainsi de dépolluer les eaux pluviales avant leur rejet vers le milieu superficiel ou le réseau,
- d'augmenter la dépollution des hydrocarbures et de la matière organique grâce à des processus biologiques générés par les végétaux et les micro-organismes situés au niveau racinaire (filtre végétal) ou dans le volume de la structure de stockage.

Les taux d'abattement des Matières En Suspension (MES*), sur lesquelles se concentre la majeure partie de la pollution, atteignent près de 80 %.

Où trouver des informations supplémentaires :

Qualité des eaux de pluies :

« *Techniques alternatives en assainissement pluvial, choix, conception, réalisation et entretien* », Graie, 1994, p. 331—335

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1999, p. 85-86

« *Fascicule III les solutions compensatoires en assainissement pluvial le choix et quelques principes de conception et de réalisation des techniques* », CETE du Sud-ouest, 2002, p. 16-17

Dépollution des eaux pluies:

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1999, p. 87-88

Performance de traitement des chaussées poreuses à structure réservoir :

« *Bilan de la chaussée à structure réservoir de la rue de la classerie à Rezé dix ans après sa construction* », LCPC, 2000, p. 53– 66

🔥 Géomembrane

Les géomembranes assurent un rôle de renfort de la structure des ouvrages et sont utilisées pour protéger le sol support vis-à-vis de l'infiltration de l'eau. L'épaisseur de la géomembrane est choisie en fonction des contraintes du site. Pour assurer une étanchéité parfaite, elles sont thermo-soudées et non juxtaposées les unes sur les autres.

Etant donné le coût des géomembranes, elles sont employées uniquement si les contraintes en matière d'étanchéité le justifient, c'est-à-dire : dans un périmètre de captage d'eau potable, dans les secteurs où le milieu naturel est très sensible (par exemple zone NATURA 2000*, présence d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur) ou lorsque le risque de pollution est fort (zone de stockage de polluants desservie par la voirie concernée par exemple).

🔥 Géotextile

Les géotextiles jouent un rôle de renfort de la structure des ouvrages. Ils sont aussi utilisés comme filtre contre la migration des fines et permettent d'assurer une meilleure filtration des eaux pluviales et de protéger les matériaux drainants vis-à-vis du colmatage. Les géotextiles sont moins coûteux que les géomembranes. Ils seront mis en place systématiquement quand l'étanchéité n'est pas recherchée.

🔥 Système anti-racinaire

Les systèmes anti-racinaires sont constitués d'un géotextile très résistant au poinçonnement, enduit ou non d'un produit répulsif pour éloigner les racines. Ce répulsif permet ainsi d'éviter que les racines des arbres ne traversent les zones de jointure des membranes étanches ou n'atteignent par exemple les structures de chaussées.

🔥 Clapet anti-retour

Un clapet anti-retour est un dispositif installé sur une conduite pour éviter une inversion du sens de l'écoulement et la remontée des eaux depuis l'aval dans l'ouvrage. Il peut être mis en place à l'aval des ouvrages entre le drain de vidange et le réseau d'assainissement. Il est particulièrement important lorsque le réseau aval est unitaire.



► Clapet anti-retour

🔥 Dispositif de vidange en temps de crue

En cas de rejet en Seine, il est nécessaire de trouver un système de vidange gravitaire opérationnel même en temps de crue. A défaut, la mise en place d'un poste de pompage anti-crue peut être nécessaire.

Pour toute information sur le fonctionnement des réseaux en temps de crue, se rapprocher du service assainissement.

🔥 Event

Ces systèmes de mise à l'air facilitent le remplissage des ouvrages en canalisant la sortie de l'air poussé par l'arrivée de l'eau à stocker. La capacité d'évacuation des évents doit être équivalente à la capacité d'engouffrement.

Ils permettent également d'éviter des accumulations potentielles de gaz.

🔥 Ouvrages de contrôle du débit

Ces ouvrages permettent de réguler les débits à l'exutoire d'un ouvrage de rétention. Ils sont nécessaires notamment en cas de débit limité imposé avant le rejet au réseau d'assainissement ou vers le milieu superficiel :

- les régulateurs de débits assurent un débit constant quelle que soit la charge hydraulique amont. Il en existe plusieurs types : vortex, effet siphon ou seuil flottant,
- les limiteurs de débit permettent de contrôler le débit en sortie, qui en revanche, varie en fonction de la charge hydraulique en amont, il n'est donc pas constant. Ces ouvrages se présentent sous forme d'ajutage, de drain, ou de vanne.



► Régulateur à effet siphon (démonté) - Gennevilliers



► Vanne guillotine - Bassin Camille Pelletan - Châtenay-Malabry



► Régulateur à effet siphon (en place) - Parc des Sévines - Gennevilliers

Où trouver des informations supplémentaires :

Géomembranes :

« Fascicule III - Les solutions compensatoires en assainissement pluvial », CETE Sud ouest, 2002, p. 13-14
Communauté urbaine de Bordeaux : p. 52

« Fascicule 70, ouvrage d'assainissement », Bulletin officiel, novembre 2003

Différentes classes des géotextiles :

« Fascicule III - Les solutions compensatoires en assainissement pluvial » CETE Sud ouest, 2002, p. 12

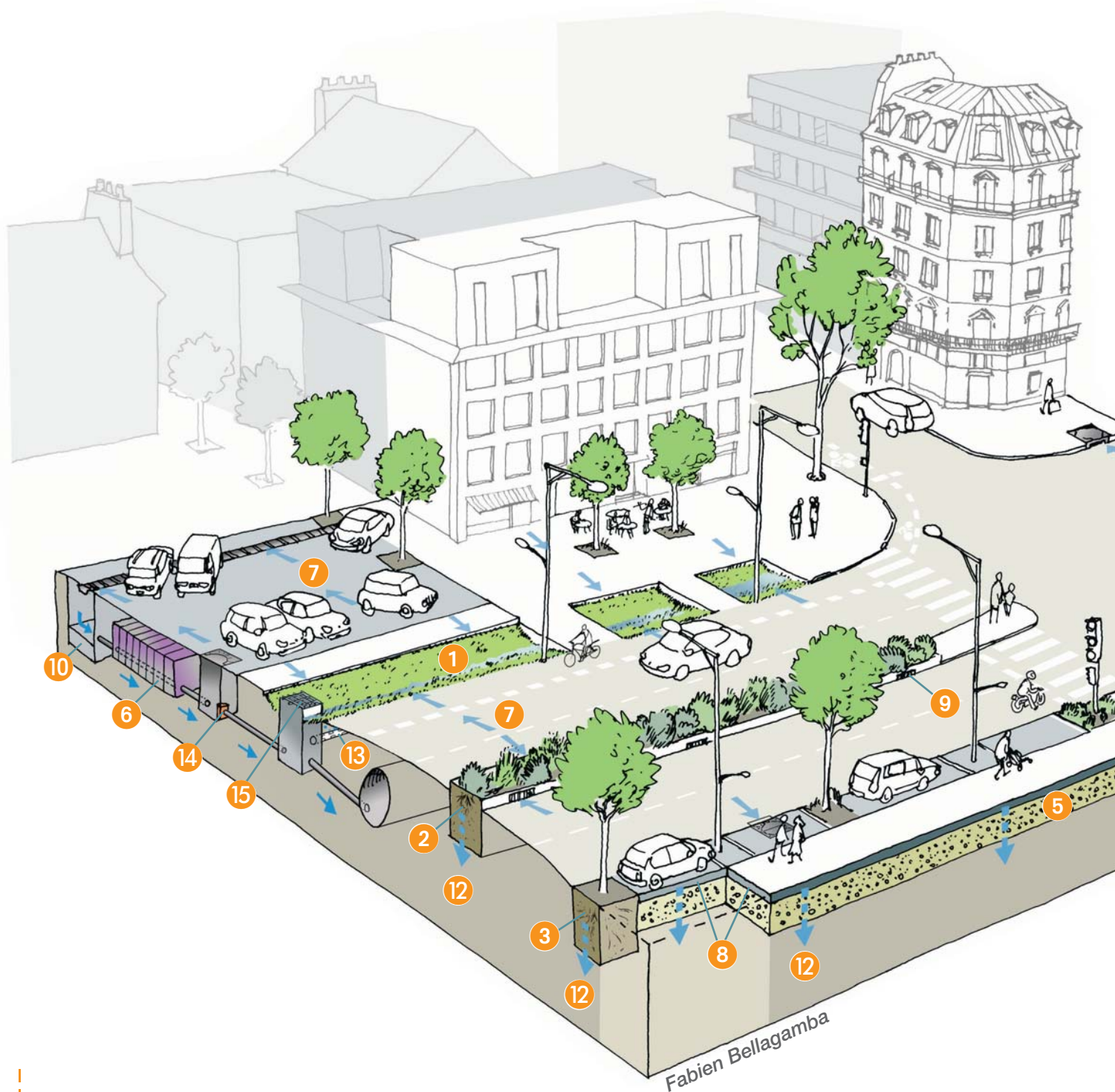
Comportement des géomembranes :

Communauté urbaine de Bordeaux fiche n°8 : p. 50

En résumé :

Gérer les eaux de ruissellement au niveau de la voirie permet :

- la **protection** du milieu naturel en limitant les rejets polluants
- la **diminution** du risque d'inondation
- la **présence et la valorisation** de l'eau dans le paysage urbain



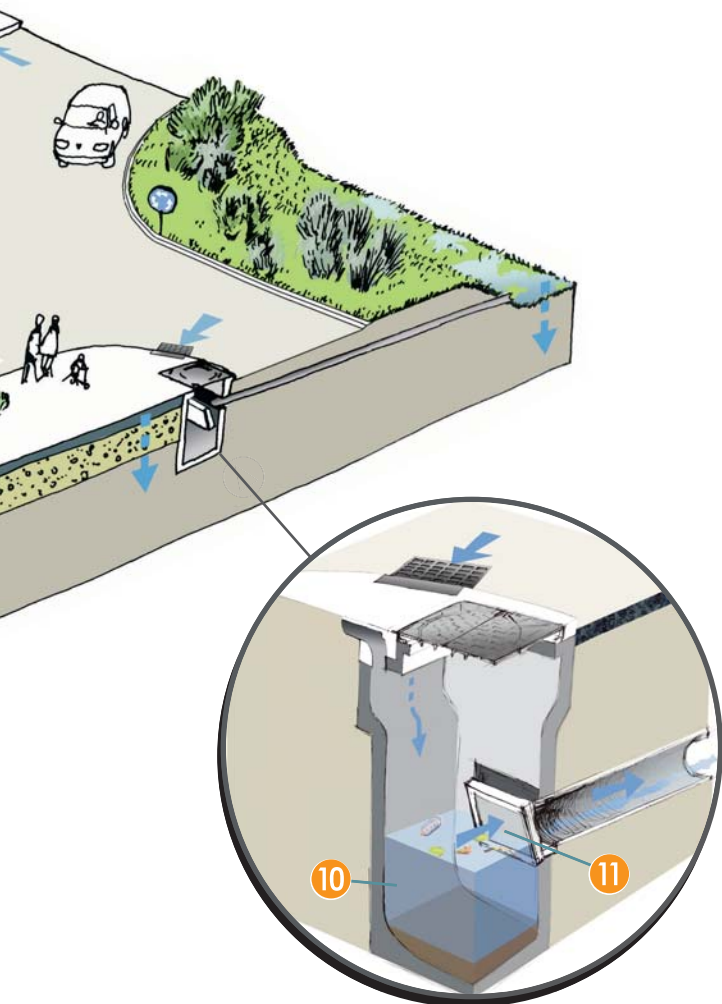
Lorsque les ouvrages sont intégrés dans un aménagement, ils peuvent assurer plusieurs fonctions : gestion des eaux pluviales, aménagement paysager, structure de la voirie... Cette multifonctionnalité permet des économies financières et foncières et favorise la pérennité des ouvrages.

En ville, la voirie représente environ la moitié des surfaces imperméabilisées. Plutôt que d'évacuer les eaux pluviales vers le réseau d'assainissement, il est préférable de les acheminer vers des espaces verts : noues **1**, fossés drainants ou d'infiltration **2**, plantations d'alignement **3**, ronds-points paysagers **4** ...

Lorsque cela n'est pas possible ou n'est pas suffisant, les eaux peuvent être dirigées vers des structures réservoirs **5** (sous trottoirs, parkings ou chaussées) ou des bassins enterrés (Structures Alvéolaires Ultra Légères SAUL **6** ...)

Ces différentes structures peuvent être alimentées par ruissellement direct **7** via un revêtement perméable **8** ou par un réseau de collecte local. Un prétraitement est parfois nécessaire pour assurer la pérennité des ouvrages, de la simple grille pour arrêter les flottants **9** au regard aménagé avec fosse de décantation **10** et filtre **11**.

La vidange peut être assurée par infiltration seule **12** ou par limitation du débit au travers d'un drain **13** ou d'un régulateur **14** avant rejet au réseau d'assainissement. La mise en place de surverses de débordement est parfois nécessaire afin de prévenir l'inondation d'espaces sensibles **15**.



Plaquette "Gérer les eaux pluviales de voirie"
Téléchargeable sur www.hauts-de-seine.net





Volet C

LA MISE EN ŒUVRE

ETAPE

9

Rédiger les pièces du marché de travaux

9.a. Le CCTP*

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP*) pour la conception des équipements d'assainissement alternatif associés à un projet de voirie reste conforme au fascicule 70. Il sera adapté en intégrant notamment les éléments suivants :

- les matériaux et produits entrant dans la composition des ouvrages doivent satisfaire aux normes et à la fiche résumée des caractéristiques des matériaux poreux qui sera annexée au CCTP* (voir annexe 2),
- imposer un phasage des opérations afin d'éviter les risques de colmatage et de pollution durant le chantier,
- préciser les échelles et le contenu du plan de récolement.

9.b. Le Plan d'Assurance Qualité (PAQ*)

Le Plan d'Assurance Qualité (PAQ*) est rédigé par le maître d'œuvre à partir du SOPAQ (schéma organisationnel du plan d'assurance qualité). Il est inclus dans les pièces constitutives du dossier de consultation des entreprises en charge de la réalisation des chantiers.

Il est constitué :

- d'un document d'organisation générale qui constitue un mémoire technique,
- des fiches de procédure d'exécution. Elles doivent traiter de toutes les parties sensibles du chantier comme par exemple : les mesures prises afin que des travaux connexes ne provoquent pas de colmatage, ni de dégradation des ouvrages de rétention des eaux pluviales,
- le plan de contrôle interne à l'entreprise.

Le plan d'assurance qualité est soumis au visa du maître d'œuvre.

Où trouver des informations supplémentaires :

Rédaction du CCTP* :

« Fascicule 70, ouvrage d'assainissement », Bulletin officiel, novembre 2003

Rédaction du PAQ* :

« Recommandation aux maîtres d'ouvrages publics à propos de la gestion et de l'assurance de la qualité lors de l'étude des projets de génie civil », Recommandation n° TI-90 du GPEM/T

« Fascicule 70, ouvrage d'assainissement », Bulletin officiel, novembre 2003

La liste des tâches à réaliser lors du suivi du chantier est donnée par le fascicule 70. La liste ci-dessous cible particulièrement un certain nombre d'éléments auxquels le maître d'œuvre doit impérativement être attentif tout au long d'un chantier de gestion alternative des eaux pluviales. Elle n'est pas exhaustive et pourra être complétée à partir des retours d'expériences.

10.a. Suivi du chantier

Le maître d'ouvrage surveillera particulièrement les points suivants :

◆ Les fournisseurs, la provenance et la nature des matériaux

- Vérifier que les matériaux et produits entrant dans la composition des ouvrages sont conformes aux normes CE et aux prescriptions du CCTP* (granulométrie, nature des matériaux, type et diamètre des drains).
- Faire réaliser des tests en cas de doute.

◆ Fil d'eau

- Contrôler les pentes : vérifier que les ouvrages se vidangent en direction de l'exutoire et que le pourcentage de pente est conforme aux plans d'exécution (une augmentation de la pente réduirait le volume de stockage, avec des risques de débordements).
- Vérifier la continuité hydraulique des drains.
- Contrôler la bonne réalisation du fond de forme : la formation de points bas est à proscrire afin d'éviter la formation de zones de stagnation.

◆ Pré-traitement

S'assurer que les ouvrages de prétraitement (grilles, bacs de décantation...) ont bien été installés et protégés pendant la phase chantier.

◆ Accès

- Vérifier l'accessibilité :
 - des pièces mécaniques d'usure ou de durée de vie limitée,
 - des secteurs où les drains changent de direction, de pente ou de diamètre,
 - des ouvrages d'alimentation et de régulation.
- Vérifier que les regards ont un diamètre minimum de 80 cm, qu'ils sont équipés d'une échelle si la profondeur le nécessite et qu'ils sont espacés au plus de 80 m.

◆ Les matériaux

- Vérifier dès réception des matériaux qu'ils ne sont pas gélifs et qu'ils ne comportent pas de fines.
- Demander les fiches de fabrication des graves bitume et vérifier le pourcentage de fines et de sable.



► création d'un bassin de rétention des eaux pluviales et rénovation de la chaussée - Châtillon RD63



► Géomembrane - Cité jardin - Le Plessis-Robinson



► SAUL - Square des impressionnistes - Asnières-sur-Seine

◆ Protection des ouvrages en phase chantier vis-à-vis du colmatage

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront, dans la mesure du possible, isolés des zones de chantier, afin de limiter le risque de colmatage par des fines. Le maître d'ouvrage veillera donc à ce que les avaloirs soient obturés (avaloirs comblés ou recouverts d'un géotextile) et qu'un géotextile soit placé sur les ouvrages alimentés par revêtement poreux (noues, tranchées drainantes).

◆ Ouvrages spéciaux

Géotextile et géomembrane

- Vérifier le bon recouvrement des bandes de géotextile.
- Vérifier qu'ils ne sont pas déchirés.

Drains

- Vérifier qu'une cunette a été réalisée afin d'y loger le drain et que le drain a été stabilisé par un tas de granulats provenant de la couche de stockage.

Joints

- Vérifier l'étanchéité des joints.

◆ Les volumes et les diamètres

Vérifier que le dimensionnement des ouvrages et le diamètre des drains sont conformes à l'AVP*.

10.b. Contrôle à réception du chantier

Les examens préalables restent conformes au fascicule 70. Toutefois, du fait de la présence d'ouvrages spécifiques, certains points doivent être particulièrement étudiés à la réception :

- la conformité topographique et géométrique des ouvrages, à partir du plan de récolement,
- la capacité d'injection, d'infiltration et de vidange des ouvrages en injectant une quantité d'eau limitée et en vérifiant le débit en sortie,
- la capacité de stockage,
- la présence d'évents,
- le fonctionnement des systèmes mobiles,
- l'étanchéité des ouvrages : remplir l'ouvrage, regarder l'adéquation entre le volume entrant et le volume sortant en prenant une tolérance de 10 % qui correspond au mouillage des matériaux (bassin enterré non visitables),
- la conformité des accessoires (de sécurité, d'accès, d'entretien...),
- la tenue mécanique en effectuant des essais de déflexion.

Ces vérifications devront faire l'objet d'un procès verbal.

Le procès verbal, la note de dimensionnement et le plan de récolement seront archivés en fin de chantier.

Où trouver des informations supplémentaires :

Suivi du chantier :

« *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », Tec&Doc, 1994, p. 179-189, p. 266—268 et p. 89-290

« *Fascicule 70, ouvrage d'assainissement* », Bulletin officiel, novembre 2003, p. 344-357

Contrôle à réception :

« *Fascicule 70, ouvrage d'assainissement* », Bulletin officiel, novembre 2003, p. 358-360

« *Voiries et aménagements urbains en béton - T57- Revêtements et structures réservoirs* », Cimbéton, 2007, p. 150-153



Volet D

L'EXPLOITATION

ETAPE
11

Entretenir les ouvrages

Un entretien régulier est indispensable pour conserver :

- la capacité de rétention prévue,
- la capacité d'écoulement des ouvrages de collecte, d'injection et de vidange,
- l'intégration paysagère.



► Hydrocureuse

Responsabilité de l'entretien

Identifier dès l'amont le futur gestionnaire pour, si possible, l'associer à l'élaboration du projet et prendre en compte ses prescriptions.

Selon le type d'ouvrage, l'entretien peut être de la compétence des différents services du Département (voirie, assainissement, espaces verts) ou des communes.

Entretiens réguliers

Ouvrages recouverts de végétation

La végétation doit être entretenue de façon régulière pour éviter l'accumulation de déchets et la stagnation des eaux. L'entretien courant est similaire à celui d'un espace vert traditionnel. Il consiste à entretenir régulièrement la végétation et à ramasser les feuilles et les débris, notamment à proximité des ouvrages d'engouffrement ou de vidange pour éviter le risque d'obstruction.

Ouvrages recouverts de grave ou d'autres matériaux drainants

L'entretien consiste à ramasser les débris et les végétaux de façon régulière.

Ouvrages recouverts d'une couche de roulement drainant

Les détritux et les végétaux sont ramassés de façon régulière.

Le revêtement est en outre nettoyé par aspiration sur toute sa largeur grâce à une aspiratrice. La fréquence de l'entretien par aspiration dépend du trafic, de la qualité des eaux de ruissellement, du rythme et de l'importance des remplissages. La périodicité est à définir au cas par cas. Elle est comprise entre une fois par semaine pour des voiries très circulées et une fois par mois pour des voiries peu circulées comme celles situées dans les lotissements.

Lorsque la couche de roulement est trop colmatée pour qu'une simple aspiration soit efficace, des procédés de pression / aspiration à haute pression sont employés. Ce type d'entretien est réalisé environ une fois par an.

L'usage du balayage est déconseillé, parce qu'il entraîne les fines particules dans les aspérités et colmate ainsi plus rapidement les vides.

En période hivernale, le sablage et les fondants chimiques sont à proscrire, seuls les sels de classe A peuvent être répandus sur la surface.

Regards, grilles, paniers, bouches de décantation siphoniques et filtres de prétraitement

Les regards, les grilles, les paniers et les bouches de décantation siphoniques sont nettoyés régulièrement. Ils sont curés tous les 6 mois grâce à une hydrocureuse, et contrôlés après chaque pluie significative.

Les filtres sont changés tous les ans.

Géotextiles sous la couche de forme

Les géotextiles placés sous la garniture (grave ou végétation) sont changés lorsqu'ils sont colmatés et que des stagnations d'eau sont observées en surface de l'ouvrage.

Séparateurs à hydrocarbures

Une inspection visuelle est réalisée tous les 6 mois et après chaque pluie significative. Le séparateur est vidangé si une accumulation d'hydrocarbures est observée.

Tous les ans, une inspection complète et un curage sont réalisés.

◆ Prescriptions en cas de pollution accidentelle

Un plan de récolement précis sera mis à disposition de l'agent d'exploitation pour lui permettre d'évaluer l'impact de la pollution sur l'ouvrage et de hiérarchiser les interventions en fonction des enjeux. Les interventions à mettre en œuvre en fonction des ouvrages et par ordre d'importance sont les suivantes :

Vannes de sécurité et orifices : obturer les vannes de sécurité et les orifices, en amont ou en aval afin de limiter la diffusion de la pollution.

Revêtement drainant : pomper la pollution déversée, si besoin remplacer la couche superficielle sur une épaisseur correspondant à la zone polluée.

Matériaux drainants : décaper les matériaux souillés et remplacer, si nécessaire, les matériaux sur une épaisseur correspondant à la zone polluée.

Séparateur à hydrocarbures : curer le séparateur hydrocarbures.

Regards, grilles, paniers, bouches de décantation siphonides et filtres de prétraitement : curer les différents équipements de pré-traitement et changer les filtres de pré-traitement.

Où trouver des informations supplémentaires :

Description des différents types d'entretien :

« *L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* », Certu, 2008

« *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », TEC&DOC, 1994

« *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998

Annexe 1

Essais d'infiltration

Afin d'évaluer les possibilités d'infiltration du site, une fouille de reconnaissance et des essais d'infiltration seront réalisés. Les essais d'infiltration peuvent être de différents types : essais Porchet à la tarière, essai Lefranc, essai à la pelle mécanique...

Nous conseillons de réaliser des essais à la pelle mécanique. Ces essais d'infiltration permettent d'apprécier la vitesse d'infiltration dans le sol et le sous-sol à une échelle compatible avec les ouvrages d'infiltration futurs (noues, chaussées à structure réservoir, tranchées drainantes).

◆ Phase 1 : Essais de reconnaissance

- **Protocole** : Il existe deux types d'essais :
 - Carottage jusqu'à 2 mètres de profondeur,
 - Fouilles de reconnaissance : elles sont réalisées à la pelle mécanique jusqu'à une profondeur de 2 mètres au moins afin d'identifier de façon fiable la nature des sols et du sous-sol. Les fouilles ont une largeur de 0,5 mètre au minimum et de 2 mètres de longueur.
- **Localisation** : les sondages sont réalisés dans la mesure du possible sur les emplacements prévus pour les ouvrages de gestion des eaux pluviales
- **Données attendues** pour chaque fouille :
 - la nature des sols successifs (terre végétale, sable argileux...),
 - le niveau d'eau éventuel.

◆ Phase 2 : Essai d'infiltration à la pelle mécanique

- **Protocole** : Chaque essai est effectué dans une fouille d'une profondeur de 1 mètre, d'un mètre de large et de 2 mètres de long. Les fouilles sont remplies, puis la baisse du niveau d'eau est suivie jusqu'à la vidange complète de la fouille. Ce suivi se fait au pas de temps 5 minutes pendant la première demi-heure, puis plus espacé si la vidange est lente. Si le temps de vidange de la fouille est de moins d'une heure, la fouille sera remplie à nouveau et la baisse suivie à nouveau. Si le temps des deux vidanges successives reste inférieur à 2 heures, une troisième mise en eau sera nécessaire pour apprécier l'effet de la saturation des sols avec le temps. Les fouilles seront rebouchées après chaque essai.
- **Localisation** : Les essais d'infiltration doivent être réalisés à une distance d'au plus 3 mètres de chaque fouille de reconnaissance.
- **Données attendues** : perméabilité en m/s par unité de surface.
 - La surface d'infiltration est définie à chaque pas de temps: elle est égale à toutes les surfaces mouillées de la fouille, c'est-à-dire la surface au fond et les parois latérales,
 - Interprétation des résultats :

K (m/s)		1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Granulométrie	Homogène	Gravier pur			Sable pur		Sable très fin			Silt		Argile	
	Varié	Gravier gros et moyen	Gravier et sable			Sable et argiles-limons							
Perméabilité		Forte				Moyenne		Faible		Très faible			

Annexe 2

Caractéristiques des matériaux poreux

(source : Fascicule 70, Ouvrages d'assainissement)

◆ Grave bitume poreuse (GBP*) pour assise de chaussée

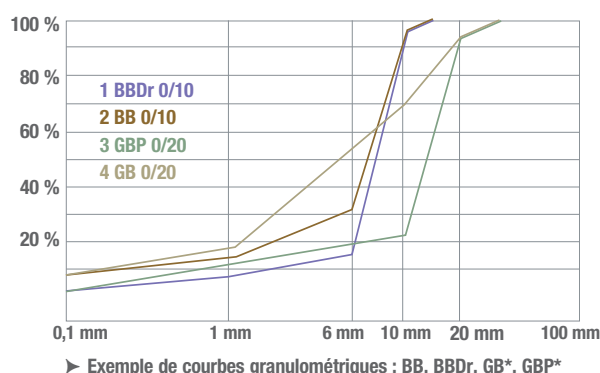
En général de granulométrie 0/18, est obtenue en créant une discontinuité de la courbe 2/10.

Les caractéristiques doivent être les suivantes :

- granulats concassés : $l_c \geq 60$,
- coefficient Los Angeles* : $LA < 30$,
- coefficient Micro Deval* en présence d'eau : $MDE < 25$,
- teneur en bitume 35/50 ou 50/70 entre 3 et 3,8 %,
- teneur en sable : 12 à 14 %,
- teneur en fines : < 4 %.

Voir courbe ci-contre

La porosité utile est de l'ordre de 20 %



◆ Grave non traitée poreuse (GNTP*) pour assise de chaussée

On retiendra les caractéristiques suivantes :

- granulat concassé d/D,
- $d > 8$ mm,
- D inférieur au quart de l'épaisseur de la couche en général $30 < D < 100$ mm, on retient souvent 20/70 ou 30/100,
- rapport $D/d > 3$,
- passant à $80\mu\text{m} < 2$ %,
- coefficient Los Angeles* $LA < 30$,
- coefficient $MDE < 25$.

La porosité utile est de l'ordre de 40 %.

◆ Grave non traitée poreuse pour zone non circulée (GNTP*)

On peut accepter des matériaux recyclés. De ce fait, il ne faut pas être trop exigeant vis-à-vis des caractéristiques granulométriques. On retient généralement d/D avec $d > 6$ mm et un écart significatif entre d et D. En revanche, il faut s'attacher à la propreté avec $P < 3$ %, à la dureté et la résistance à l'attrition $MDE + LA < 70$.

◆ Béton de ciment poreux BCP1*, BCP2* suivant l'usage

- La granulométrie 0/14 ou 0/20 est discontinue comme pour la grave bitume.
- La teneur en sable est relativement faible de 60 à 120 Kg /m³.
- Le ciment de classe CPA ou CPJ 42,5 est dosé de 300 à 400 Kg/m³.

Les BCP 2* ne diffèrent des BCP1* que par le dosage en ciment plus faible de 150 à 250 Kg/m³.

Lexique

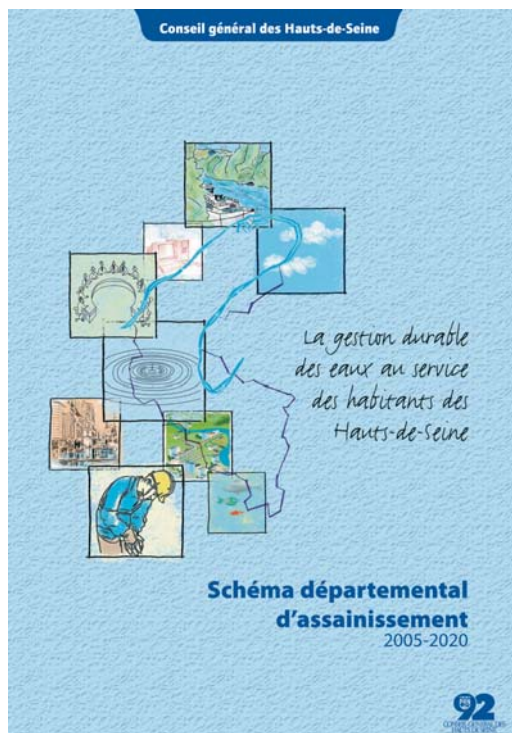


- **AVP** : études d'avant projet
- **Bassin versant** : portion de territoire dont les eaux de ruissellement alimentent un même exutoire
- **BCP ou BC** : Béton Ciment Poreux ou Béton Ciment
- **BM** : Béton Maigre
- **CCTP** : cahier des clauses techniques et particulières
- **Chemin hydraulique** : chemin parcouru par une goutte d'eau entre un point du bassin versant et son exutoire. Le plus long chemin hydraulique correspond à la distance maximale pouvant être parcourue au sein du bassin versant.
- **Coefficient de ruissellement** : rapport entre la quantité de pluie qui ruisselle effectivement sur une surface et la quantité de pluie qui tombe sur cette surface.
- **Débit spécifique** : quantité d'eau qui ruisselle par seconde et par unité de surface (par exemple, L/s/h_a ou m³/s/km²)
- **GBP** : Grave Bitume Poreuse
- **GNTp** : La Grave Non Traitée Poreuse est composée de granulats concassés dont on élimine la fraction sableuse. Les vides ainsi obtenus sont le fait de la composition du matériau et non d'un compactage insuffisant. L'indice de vide est de l'ordre 30 % à 40 %.
- **Indice de vide** : porosité d'un matériau qui constitue sa capacité de stockage des eaux pluviales
- **IT77** : Instruction technique issue de la circulaire 77-284 du 22 juin 1977
- **Los Angeles** : paramètre évaluant la résistance à la fragmentation par choc(s) d'un matériau
- **MES** : matières en suspension.
- **Micro Deval** : protocole d'essai normalisé utilisé pour évaluer la résistance d'un granulat à l'usure par attrition
- **PAQ** : Plan d'Assurance Qualité
- **Période de retour** : période pendant laquelle un événement pluvieux ne risque de se reproduire statistiquement qu'une seule fois.
- **PRO** : phase Projet selon la loi MOP
- **SAUL** : Structure Alvéolaire Ultra Légère
- **SDAGE** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, document d'orientation de la gestion des eaux à l'échelle de 6 grands bassins français, dont le bassin Seine Normandie pour les Hauts-de-Seine.
- **Surface active** : surface qui produit effectivement du ruissellement. Elle est égale à la surface d'apport multipliée par le coefficient de ruissellement.
- **Surface à gérer** : ensemble des surfaces raccordées sur un ouvrage
- **Zone Natura 2000** : réseau de protection européen de sites naturels ayant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent

Bibliographie

- « *Bilan de la chaussée à structure réservoir de la rue de la Classerie à Rezé dix ans après sa construction* », LCPC, 2000, p. 53– 66
- « *Catalogue de structures* », LCPC, SETRA, 1998
- « *Catalogue des structures neuves* », SETRA, LCPC, 1998
- « *Catalogue des structures-type de chaussées* » www.hauts-de-seine.net
- « *Chaussées poreuses urbaines* », Certu, 1999
- « *Communauté urbaine de Bordeaux fiche n°8* », Communauté urbaine de Bordeaux, p. 50
- « *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* », Lavoisier TEC&DOC, 1997
- « *Fascicule II, guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement* », CETE du Sud-ouest, 2002, p. 1-4
- « *Fascicule III - Les solutions compensatoires en assainissement pluvial* », CETE du SUD Ouest , 2002, p. 9-11, p. 12, p. 16-17, p. 52,
- « *Fascicule 70, ouvrage d'assainissement* », Bulletin officiel, novembre 2003
- « *Guide technique conception et dimensionnement des structures de chaussées* », LCPC, SETRA, 1994
- « *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations* », issue de la circulaire 77-284 du 22 juin 1977
- « *Inventaire et choix des revêtements et structures des plates-formes de transports collectifs de surface* »
- « *L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* », Certu, 2008
- « *La ville et son assainissement* », Certu, 2004, p. 235
- « *Le règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine* », www.hauts-de-seine.net
- « *Le schéma départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine* », www.hauts-de-seine.net
- « *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial* », Communauté urbaine de Bordeaux, 1998
- « *Les structures alvéolaires légères en assainissement pluvial* » Certu, LCPC, Agence de l'eau
- « *Pluies en ville, débordements, pollutions, des solutions existent, faites de la pluie une alliée* », AESN (site internet : <http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/eau/compensation/Fascicule%20II.pdf>)
- « *Réalisation des remblais et des couches de forme* », SETRA, LCPC, 1992
- « *Recommandation aux maîtres d'ouvrages publics à propos de la gestion et de l'assurance de la qualité lors de l'étude des projets de génie civil* », Recommandation n° TI-90 du GPEM/T
- « *Rétention des eaux pluviales à la parcelle. Instructions techniques d'application du Règlement d'Assainissement Départemental* »
- « *Techniques alternatives en assainissement pluvial* », LCPC, INSA Lyon, Agences de l'eau, Certu, GRAIE, Tec & Doc, 1994
- « *T.57 Voiries et aménagements urbains en béton - revêtements et structures réservoirs* », CimBéton, 2007
- « *Voiries et aménagements urbains en béton - T57- Revêtements et structures réservoirs* », Cimbéton, 2007, p. 150-153
- Normes utilisées NFP 98.082 NFP 98.129, NFP 98.130, NFP 98.134, NFP 98.138, NFP 98.170

Le schéma départemental d'assainissement 2005-2020



Le Conseil général, dans le cadre de **sa compétence en matière d'assainissement**, poursuit deux objectifs :

- **améliorer la qualité des eaux de la Seine** par la réduction des rejets d'eaux polluées,
- **réduire les inondations** liées aux orages par la limitation à la source du ruissellement et la gestion optimisée des réseaux.

Dès 2004, une **concertation** a été engagée afin d'informer les différents acteurs sur les enjeux de l'assainissement de demain et débattre des orientations et priorités. Ces échanges ont fait émerger une forte attente quant au rôle de **coordination** et de **fédération** que peut jouer le Département en la matière.

Il en découle un schéma départemental d'assainissement basé sur des orientations claires et des actions concrètes. Il propose un partenariat avec les communes et leurs groupements pour une gestion coordonnée des réseaux et des actions conjointes afin d'améliorer l'assainissement du territoire départemental.

Adopté le 16 décembre 2005, le schéma prévoit trois grandes orientations :

- le renforcement de la **limitation du ruissellement**,
- la **mise en cohérence** des projets et modes de gestion des différents maîtres d'ouvrage de réseaux,
- le renforcement de l'**assistance technique et financière** du Département.

Le Département a mis en place des **concours financiers** pour inciter les personnes publiques et privées à créer des systèmes de **gestion des eaux pluviales**. Parmi eux, les **techniques alternatives** et plus particulièrement l'**infiltration des eaux pluviales** sont privilégiées afin de limiter les nouveaux apports vers les réseaux.

Les guides et plaquettes qui en découlent



La pluie en ville : maîtriser le ruissellement urbain
*(Présentation générale des techniques
de maîtrise des eaux pluviales en ville)*



**Gérer et valoriser
les eaux pluviales
dans les parcs et jardins**



**Aménager les mares et
plans d'eau**



**L'aménagement des mares et
plans d'eau (guide technique)**



**Gérer et valoriser les eaux de
pluie dans mon jardin**



Végétaliser les toitures



Gérer les eaux pluviales de voirie

Documents techniques publiés par le Conseil général des Hauts-de-Seine



Catalogue des structures types de chaussées



Plates-formes de transports collectifs de surface : Inventaire et choix des revêtements et structures



Méthode d'aide à la programmation de l'entretien du réseau des routes départementales

**Conseil général des Hauts-de-Seine
Pôle Aménagement du Territoire**



www.hauts-de-seine.net

Direction de l'Eau

61, rue Salvador Allende
92751 Nanterre cedex
Tél. 01 41 20 68 01
www.hauts-de-seine.net

Conseil général – Direction de l'Eau
Anne GUILLON, Anne-Claire MULOT, Christophe LEHOUCQ, Emilie BIGNON,
Charles BERTRAND, Anne HEDERER, Christian ROUX

Sepia Conseils
Jean-Daniel BALADES, Magali PAULHAN, Justine BLEIJS, Daniel PIERLOT

Crédits photographiques
au fil du document

Maquette, mise en page
HUNTER CONSULTANTS
Impression sur papier recyclé

Remerciement à la Direction de la Voirie pour sa participation

Juin 2010



Conseil général des Hauts-de-Seine

2-16 boulevard Soufflot - 92015 Nanterre Cedex

www.hauts-de-seine.net