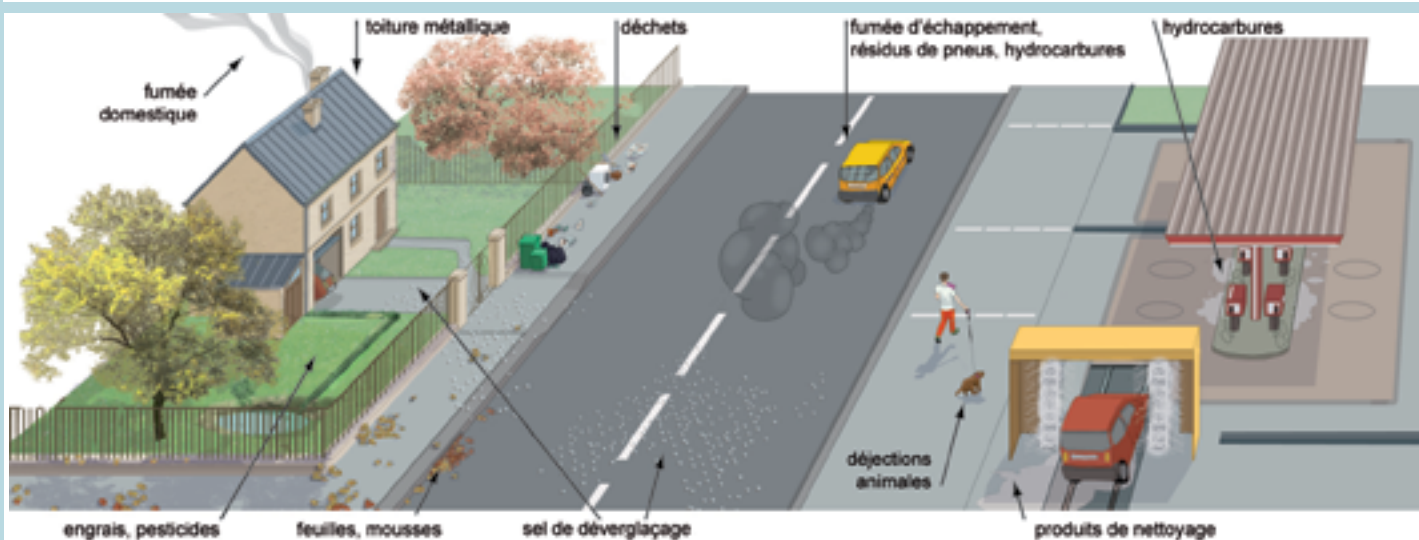


Qualité et traitement des eaux pluviales

DES EAUX PLUVIALES POLLUEES

Les eaux pluviales ne sont pas exemptes de pollution. Celle-ci s'accumule en deux étapes : lors de la traversée de l'atmosphère, puis lors du ruissellement. L'impact de celui-ci est beaucoup plus significatif, car il entraîne les polluants accumulés avant la pluie sur les différentes surfaces. La qualité des eaux pluviales est donc fortement dépendante de la qualité de l'air et surtout du type de sol sur lequel elles ruissellent.



Exemples de sources de pollution des eaux pluviales

TYPES DE POLLUTION

La pollution atmosphérique

Elle peut être de deux natures :

- pollution particulaire, provenant d'activités humaines (poussières industrielles, fumées...) ou d'origine naturelle (sables, poussières, pollen...)
- pollution induite par des gaz, provenant des industries, gaz d'échappement, chauffage... (pluies acides : acide sulfurique, acide nitrique ; dioxines...)

La pollution par ruissellement

Par un phénomène de lessivage des sols, la pluie en ruisselant va entraîner les divers polluants présents sur les surfaces parcourues. La nature et la quantité de pollution dépendent fortement du type de surface (voiries, parkings, voies piétonnières, pistes cyclables, toitures, espaces verts) et de leur fréquentation. Ainsi, les eaux ruisselant sur les toitures et les espaces verts sont considérées comme peu polluées par rapport à celles s'écoulant sur les voiries et parkings très fréquentés.

SOURCES DE POLLUTION

Eaux de toitures

- pollution naturelle : feuilles, déjections animales, poussières... ;
- revêtements métalliques : cuivre, zinc, plomb, étain... ;
- isolation/étanchéité de toits plats : hydrocarbures ;
- entretien des toits : désherbants, antimousses.

Espaces verts

- pollution naturelle : feuilles, déjections animales, poussières... ;
- produits d'entretien : désherbants, insecticides, fongicides, engrais...

Eaux de voiries et de parking

- pollution naturelle : feuilles, déjections d'animaux, poussières... ;
- déchets : mégots, papiers, bouteilles... ;
- Trafic automobile : hydrocarbures, dépôts d'échappement, huiles, résidus de pneus et de freins ;
- produits d'entretien : sels de déverglacage, produits de lavage des véhicules ;
- revêtement des routes : phénols, hydrocarbures...

ACTIONS PREVENTIVES

Réduire la pollution à la source

Des actions préventives peuvent être mises en œuvre afin de limiter la pollution dès l'origine du ruissellement, chez les particuliers comme sur les voies publiques :

- réduction des surfaces imperméabilisées ;
- séparation des eaux propres (toitures et espaces verts) et des eaux polluées (voiries et parkings) ;
- limitation de l'utilisation de pesticides et autres produits phytosanitaires aux seuls usages indispensables ;
- réduction du salage en privilégiant les produits et techniques de substitution ;
- limitation de l'utilisation de métaux lourds dans les toitures ;

Suivant la qualité de l'eau collectée et les ouvrages de gestion en aval, un procédé de prétraitement plus ou moins poussé doit être mis en place.

TYPES DE PRETRAITEMENT ADAPTES

ELIMINATION DES FLOTTANTS ①②④

Le dégrillage et la cloison siphonide :

PRINCIPE L'effluent passe à travers une grille qui retient les polluants. Une cloison verticale (cloison siphonide) peut également jouer ce rôle.

CHAMP D'ACTION Filtre principalement les flottants et les particules les plus grosses. La paroi siphonide permet l'élimination des graisses.

ENTRETIEN Nettoyage régulier de la grille afin d'éviter le colmatage.

DESSABLAGE ①②③④⑤

La décantation :

PRINCIPE Séparation des particules dans un liquide sous l'effet de la pesanteur.

CHAMP D'ACTION Efficace essentiellement pour les particules les plus denses (sables et graviers).

ENTRETIEN Curage régulier dont la fréquence dépend de l'importance de la sédimentation.

ELIMINATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE LEGERE ③⑤

La filtration :

CHAMP D'ACTION L'effluent passe à travers un filtre (tamis, filtre ADOPTA) qui arrête les particules.

PRINCIPE La taille des particules piégées dépend du type de filtre utilisé. Les flottants sont également arrêtés par le filtre.

ENTRETIEN Nettoyage et remplacement réguliers du filtre afin d'éviter le colmatage.

FILTRATION/INFILTRATION ①

PRINCIPE L'effluent s'infiltré dans un substrat minéral (sable, graviers) ou traverse un filtre planté. Dans le cas de l'infiltration, c'est le sol qui fait office de filtre.

CHAMP D'ACTION Piégeage des particules les plus fines. Dégradation des matières organiques dont une partie de la pollution dissoute par les micro-organismes présents dans le substrat (cas des filtres plantés).

ENTRETIEN Curage régulier mais à faible fréquence.

TYPES D'OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

① Mares, plans d'eau

② Bassins d'infiltration, noues

③ Puits d'infiltration

④ Bassins enterrés visitables

⑤ Bassins enterrés non visitables



Filtre ADOPTA



Noue



Filtre planté



Grille

EXEMPLE: FILTRE PLANTE DE ROSEAUX

PRINCIPE Ce procédé de traitement utilise des supports minéraux sur lesquels se développe une biomasse bactérienne pour épurer l'eau. Les supports minéraux (graviers de différentes tailles, sables) permettent dans une première étape la filtration mécanique des effluents : les matières en suspension sont retenues en surface et forment une boue qui se minéralise peu à peu. La deuxième étape de l'épuration est la dégradation biologique d'une partie des matières dissoutes traversant le support minéral sur lequel est fixée la biomasse bactérienne.

ROLE DES ROSEAUX Les roseaux permettent d'éviter le colmatage du filtre et favorisent le développement de micro-organismes propices à la dégradation de la matière organique en améliorant l'oxygénation du substrat.

ENTRETIEN/EXPLOITATION Simple curage en surface des dépôts accumulés, tous les 10 à 20 ans. Il n'y a pas de faucardage à réaliser contrairement au même système utilisé pour les eaux usées, les roseaux fanent et repoussent l'année suivante.

LIMITES L'implantation des ouvrages est conditionnée par la topographie. Le dimensionnement dépend des débits entrants maximum. On estime qu'il faut environ 1 m² de filtre pour 100 m² de surface active. La présence de sable dans les effluents peut nécessiter l'installation d'un décanteur en amont.

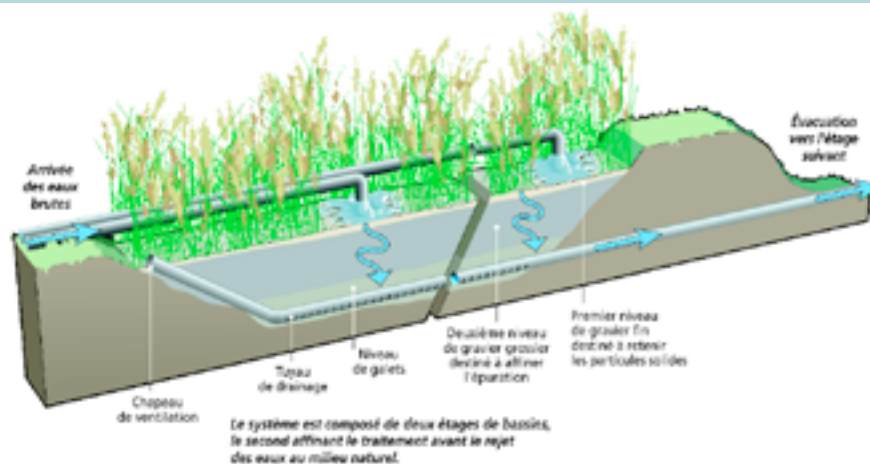


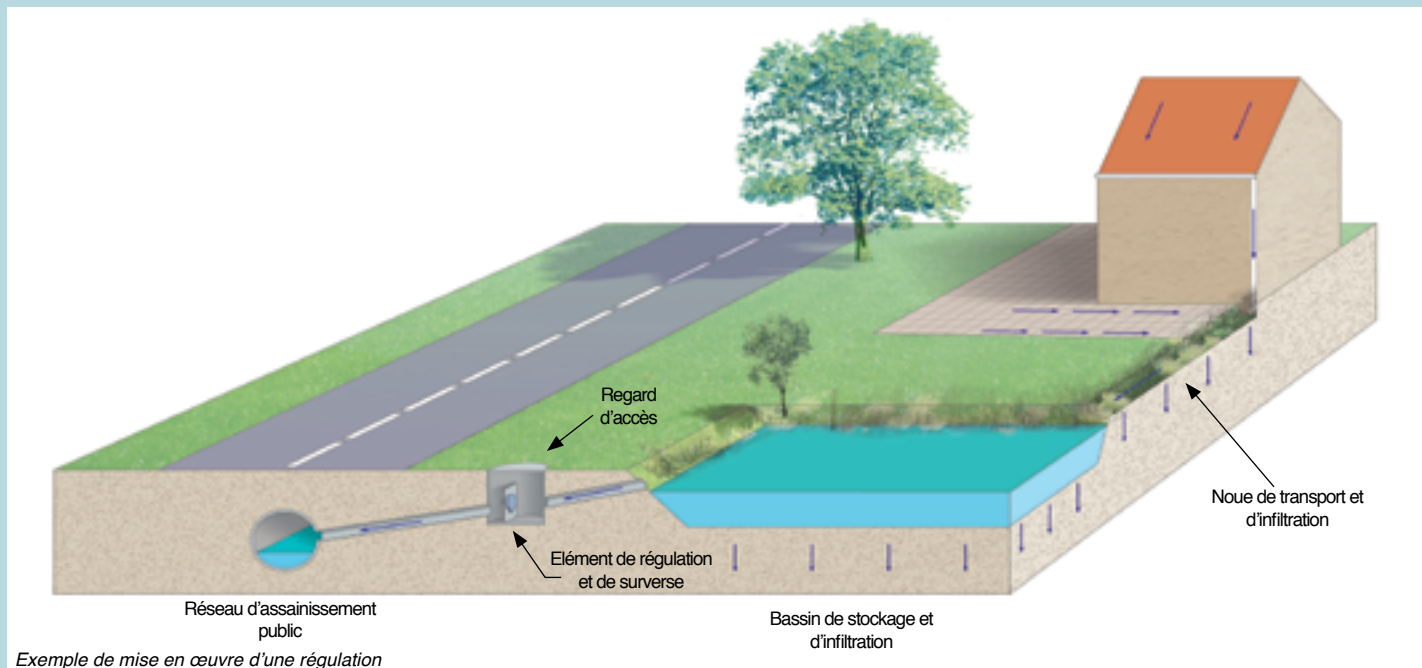
Schéma d'un filtre planté à écoulement vertical (CEMAGREF)

L'accessibilité des éléments de régulation

PRINCIPE GÉNÉRAL

L'accessibilité, élément indispensable à la pérennité de l'ouvrage

L'accessibilité des éléments de régulation est indispensable pour **assurer la pérennité de l'ensemble du système de rétention** des eaux pluviales. Elle rend possible le contrôle et l'entretien régulier de ces éléments. La conception des éléments de régulation et de leur accès est aussi importante que celle de l'ouvrage principal.



Exemple de mise en œuvre d'une régulation

INTÉRÊTS

- Entretien facilité
- Remplacement et réparations des appareils de régulation simplifiés
- Pérennité de l'ensemble du système assurée.



Accessibilité du trop plein d'un bassin



Régulateur de débit à flotteur

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Une conception adaptée au projet

L'accessibilité des éléments de régulation doit être intégrée dès le projet de conception et respecter des principes permettant une bonne exploitation.

- **Une localisation adéquate**
 - de préférence en aval et séparée de l'ouvrage principal,
 - dégagée et facilement accessible.
- **Un dimensionnement adapté**
 - pour manœuvrer les éléments de régulation depuis le regard d'accès,
 - pour permettre l'extraction des appareils de régulation pour leur entretien ou leur remplacement,
 - pour laisser l'espace suffisant pour l'intervention d'un technicien sur les appareils de régulation.
- **Des équipements accessibles et sécurisés**
 - tampon du regard d'accès de forme circulaire, situé directement au-dessus de l'élément de régulation,
 - échelons verticaux, munis d'une canne,
 - équipements d'extraction de l'élément de régulation,
 - éléments permettant la vidange en cas d'obturation de la régulation.

CONDITIONS PRÉALABLES

Un dimensionnement sur-mesure

Pour une conception adaptée, il faudra connaître :

- l'emprise des appareils de régulation,
- le dimensionnement de l'ouvrage de rétention,
- l'accessibilité de l'ouvrage pour un entretien aisé.

L'accessibilité des éléments de régulation

Importance d'une bonne conception

ENTRETIEN / EXPLOITATION

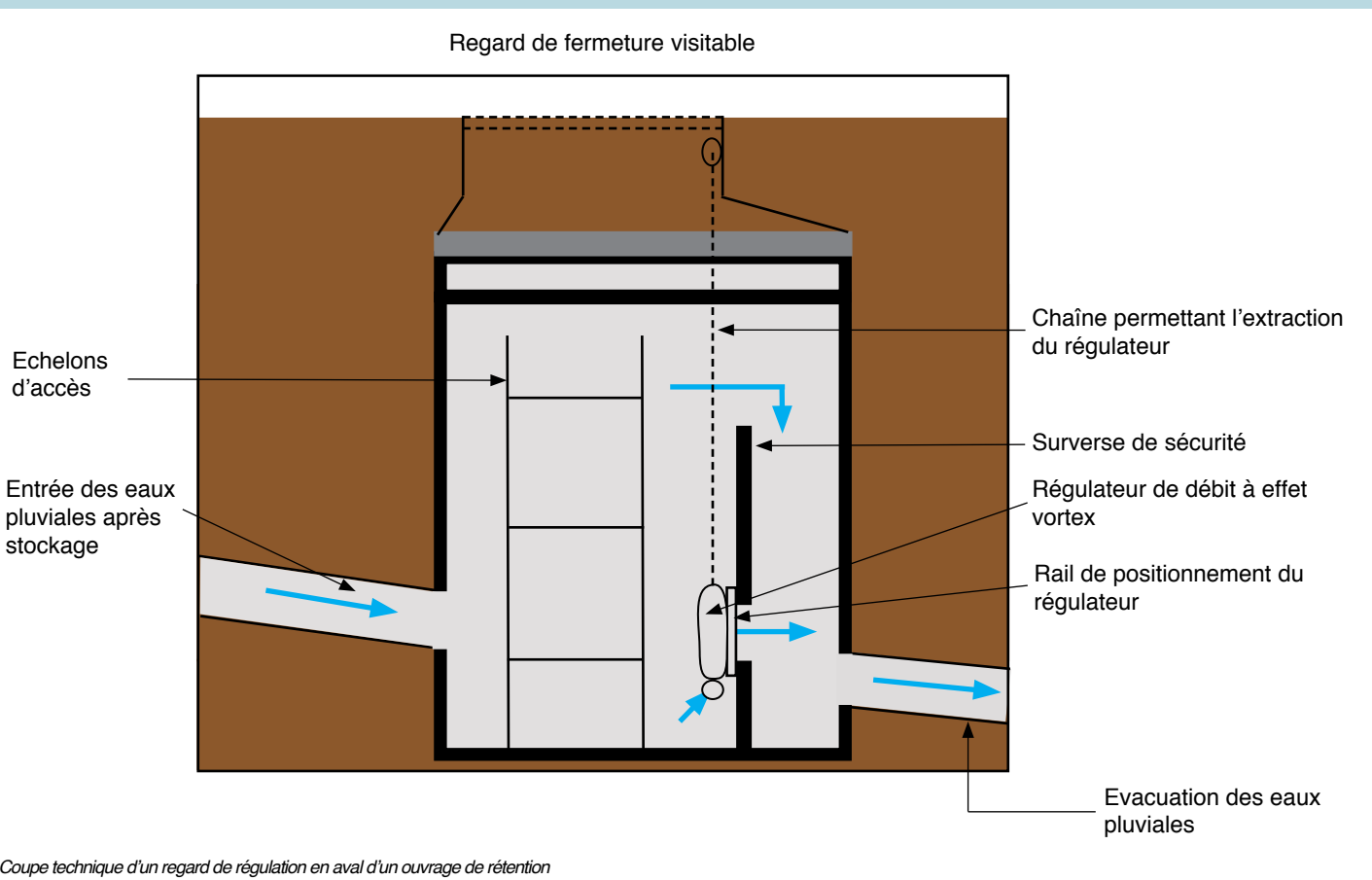
Un entretien régulier pour prévenir le colmatage

- Un entretien régulier pour assurer un bon fonctionnement.
- Des visites bisannuelles et après chaque évènement pluvieux important.

PRÉCAUTIONS LORS DE LA CONCEPTION

Des éléments nécessaires pour assurer un fonctionnement minimal en cas de blocage

- La **vidange** doit être facilement possible si l'élément de régulation reste bloqué. Le système de vidange doit donc respecter les mêmes conditions d'accessibilité que les éléments de régulation.
- Dans le cas d'un ouvrage de grande taille, une **surverse** doit être prévue afin de limiter les effets d'un blocage de la régulation.



Régulateur à effet siphon avec chaîne d'extraction



Accessibilité de la vanne de vidange et de la surverse d'un bassin



Régulateur à effet siphon avec rail de positionnement

Le bassin d'infiltration

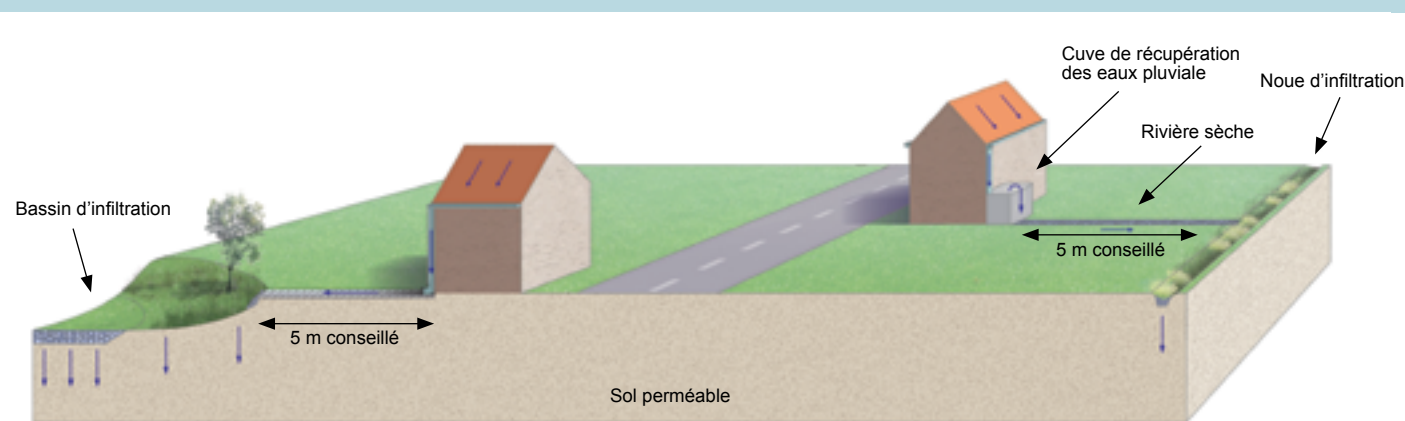
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un ouvrage à ciel ouvert de gestion des eaux pluviales

FONCTION A l'instar d'un fossé ou d'une noue, le bassin d'infiltration est un ouvrage qui remplit une double fonction : stockage temporaire des eaux pluviales et évacuation par infiltration à travers les couches perméables du sol. Au cours de celle-ci, les eaux de ruissellement sont épurées par filtration.

ALIMENTATION Le bassin est alimenté par ruissellement direct ou par des canalisations. Les eaux ruisselant sur les toitures et autres surfaces imperméables y sont acheminées gravitairement.

EVACUATION L'évacuation de l'eau s'effectue par le fond de l'ouvrage et les talus. Elle peut être accélérée au moyen de puits d'infiltration ou de massifs drainants.



Bassin et noue d'infiltration, des formes différentes pour une même fonction

INTÉRÊTS

- Bonne intégration paysagère
- Recharge de la nappe
- Création d'une zone humide favorable à la biodiversité
- Coût potentiellement inférieur au raccordement à l'égout

LIMITES

- Entretien régulier nécessaire
- Risque de pollution du sol et de la nappe en cas de rejet d'eau polluée
- Emprise foncière
- Risque de colmatage



Bassin d'infiltration à Bois-Guillaume (76)



Place inondable infiltrante à Saint-Denis (93)

CONDITIONS PRÉALABLES A LA MISE EN ŒUVRE

Une conception conditionnée par son environnement

Points à vérifier avant la mise en oeuvre d'un bassin d'infiltration :

- La **perméabilité du sol** ou capacité d'infiltration*. Une valeur **minimale de 10^{-5} m/s** est préférable (les sols argileux sont exclus).
- La présence d'un **captage d'eau potable***. Vérifier la situation du bassin d'infiltration par rapport aux périmètres de protection rapprochée.
- La **stabilité du sol sous l'effet de l'infiltration***. Prendre en compte la présence de gypse, d'argiles gonflantes ou de carrières souterraines.
- La **pente du terrain***. L'infiltration est déconseillée pour une pente **supérieure à 10%**.
- L'**implantation de l'ouvrage par rapport aux bâtiments**. Distance conseillée de **5 m** et au minimum égale à la profondeur de l'ouvrage (y compris massif drainant).
- La distance **entre le fond de l'ouvrage** et la cote de retenue normale des eaux de la **nappe**. Une distance minimale de 1 m est souhaitable pour protéger la nappe.
- La bonne **qualité des eaux à infiltrer**. Dans certains cas (ex. parking) une dépollution peut s'avérer nécessaire (cf. fiche «Ouvrages de prétraitement»).

* Se référer à la carte de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts-de-Seine.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

Une procédure pour les bassins versants de plus d'un hectare

L'évacuation des eaux pluviales par infiltration dans le sol constitue un rejet au milieu naturel. En ce sens, si la surface du bassin versant collecté est supérieure à 1 ha, la loi sur l'eau impose une procédure de déclaration ou d'autorisation (démarche à effectuer auprès de la préfecture des Hauts-de-Seine).

ENTRETIEN / EXPLOITATION

Un entretien régulier pour prévenir le colmatage

- Selon l'aspect souhaité, tontes régulières ou fauches annuelles avec évacuation des produits de tonte.
- Visites bisannuelles des ouvrages annexes (panier dégrilleur, regard de décantation) et nettoyage si nécessaire.

Le bassin d'infiltration

Mise en œuvre en 5 étapes

ÉTAPE 1 : MESURER LA PERMÉABILITÉ DU JARDIN

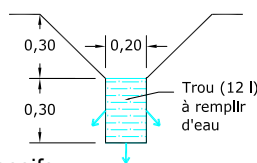
Une méthode en 4 temps (d'après le test Porchet)

À l'endroit pressenti (point bas du terrain) pour l'implantation de l'ouvrage :

- 1 - Décaper la terre végétale sur 0,30 m d'épaisseur.
- 2 - Creuser un trou de 0,20 m x 0,20 m x 0,30 m.
- 3 - Le remplir d'eau et mesurer le temps qu'il met à se vider. Renouveler l'opération jusqu'à obtenir un temps qui ne varie plus pendant 3 cycles successifs.
- 4 - Calculer la perméabilité du sol :

Perméabilité (en m/s) = Volume du trou rempli d'eau (en m³) / temps de vidange (en s)

Soit, si l'eau est évacuée en 20 minutes : (0,20 x 0,20 x 0,30) / (20 x 60) = 0,00001 soit 10⁻⁵ m/s



OUVRAGES SIMILAIRES

La noue d'infiltration

- Ouvrage linéaire à faible encaissement.
- Collecte et stockage de l'eau à ciel ouvert.



ÉTAPE 2 : DIMENSIONNER UN BASSIN D'INFILTRATION

Une taille variable suivant la surface collectée

Surface imperméable (en m ²)	Volume à retenir (en m ³)	Hauteur d'eau (en cm)	Surface du bassin* (en m ²)	Temps de vidange du bassin selon la perméabilité du sol		
				très perméable (10 ⁻³ m/s)	perméable (10 ⁻⁴ m/s)	semi perméable 10 ⁻⁵ m/s)
50	1,90	25	12	10 minutes	1 heure	10 heures
100	3,80		21			
150	5,70		31			

* Emprise totale estimée pour un bassin de forme circulaire avec des talus à 3 pour 1 (pente de 18°).

ÉTAPE 3 : ÉQUIPER UN BASSIN D'INFILTRATION

Un cheminement de l'eau contrôlé, une infiltration facilitée

- En amont du bassin, si l'eau ruisselle sur des surfaces à risque comme un parking, il peut être nécessaire de la prétraiter, par exemple à l'aide d'un regard de décantation muni d'une cloison siphonoïde (cf. fiche ouvrages de prétraitement).
- Un massif drainant facultatif ① (gravier 40/60) entouré d'un géotextile anticontaminant ② en fond d'ouvrage favorise le drainage du bassin d'infiltration. Il constitue un stockage complémentaire.
- Sur une épaisseur d'environ 30 cm la terre pourra être amendée en sable ③ pour améliorer la perméabilité du sol.

Le fossé drainant (ou rivière sèche)

- Ouvrage linéaire à ciel ouvert dont le fond permet l'infiltration.
- Collecte et stockage de l'eau à travers les matériaux poreux.



ÉTAPE 4 : VALORISER UN BASSIN D'INFILTRATION

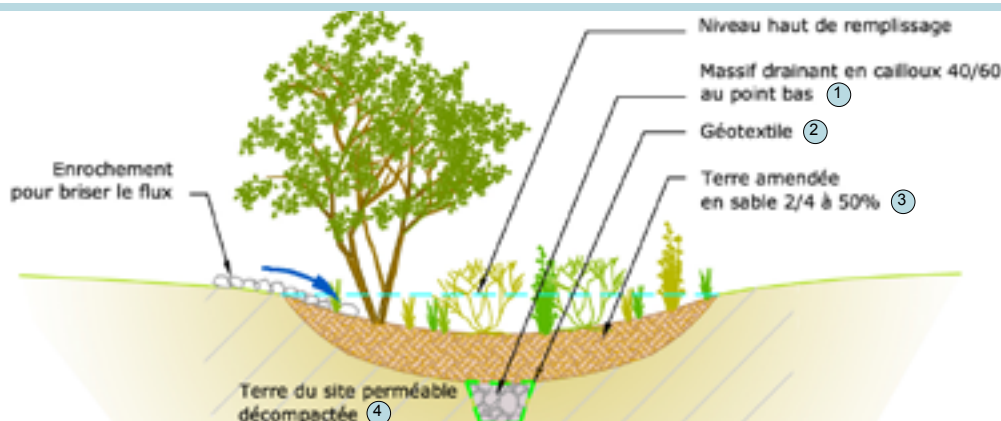
Une sécurité appropriée et des végétaux adaptés

- Les pentes de l'ouvrage doivent être faibles (3 m en longueur pour 1 m en hauteur).
- Les végétaux implantés (de préférence autochtones) doivent supporter des submersions temporaires et des périodes sèches (ex. : iris, menthe aquatique, renouée amphibie, salicaire...).

ÉTAPE 5 : ASSURER LA PÉRENNITÉ DE L'OUVRAGE

Des précautions pour éviter un colmatage précoce

- Éviter le tassement du fond de forme par les engins ou le piétinement.
- Procéder à son décompactage ④ une fois le terrassement terminé.
- En cas d'installation d'un massif drainant, vérifier la porosité et la propreté des matériaux utilisés avant la pose.
- Protéger l'ouvrage avant sa mise en service.



Coupe technique d'un bassin d'infiltration

Limiter l'imperméabilisation

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Réduire le ruissellement pour limiter le risque d'inondation et diminuer le stockage en aval

- Eviter l'imperméabilisation des sols permet d'atténuer le ruissellement en amont.
- Diriger le ruissellement d'une surface imperméabilisée vers une surface poreuse permet de le restreindre.
- Chaque surface aménagée, du toit au sol, peut être conçue en ce sens.
- L'efficacité des techniques est d'autant plus grande que le sol support est plus perméable (perméabilité $\geq 10^{-5}$ m/s).

TOITURE



Toitures végétalisées

VOIRIE

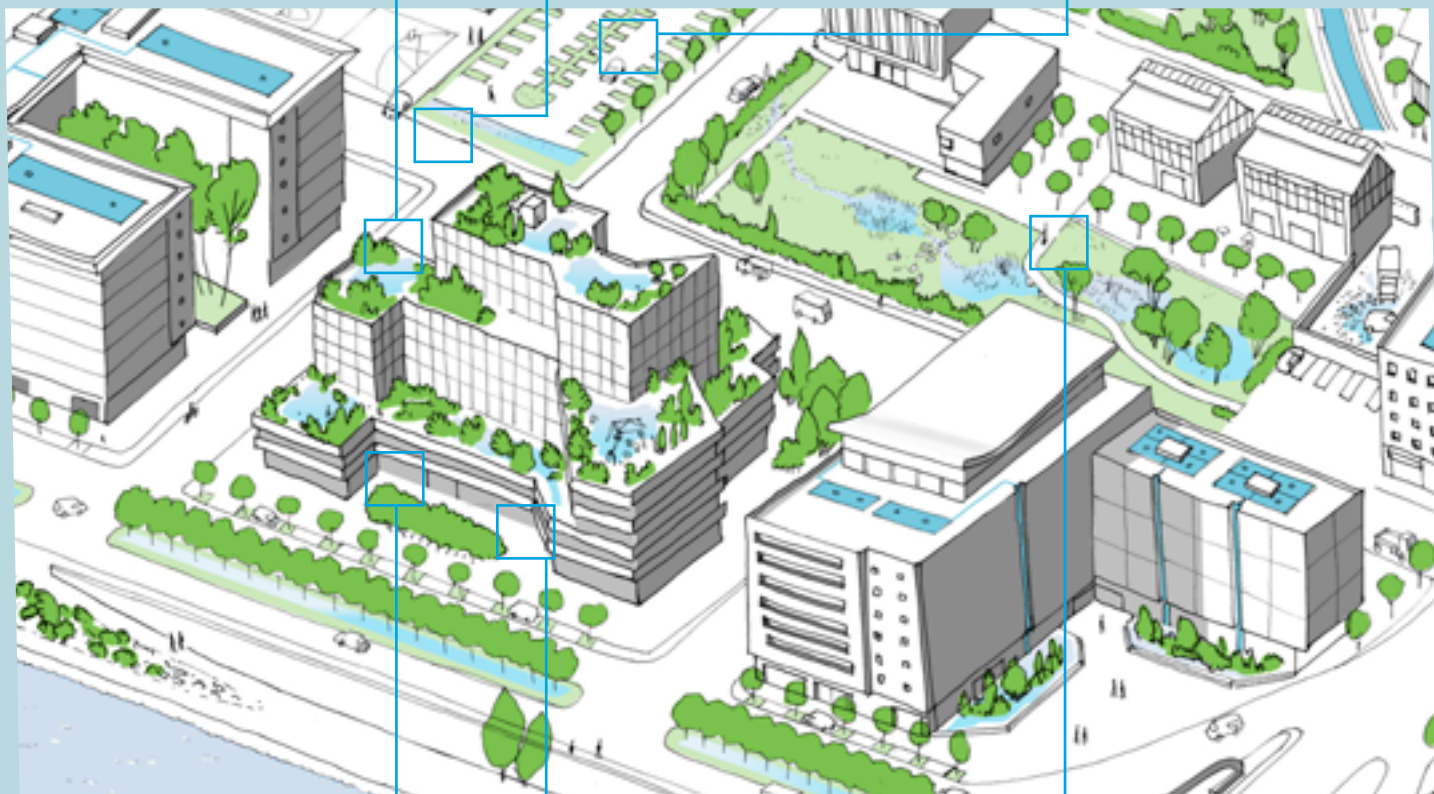


Enrobés drainants, pavages perméables

STATIONNEMENT



Dalles alvéolées, pavages perméables, enrobés drainant



AIRE DE JEUX



Copeaux de bois, matériaux granulaires

ESPACE PIÉTONS



Pavages perméables

CHEMINEMENT



Platelage bois, matériaux granulaires, pavages perméables

Limiter l'imperméabilisation

7 revêtements pour réduire le ruissellement



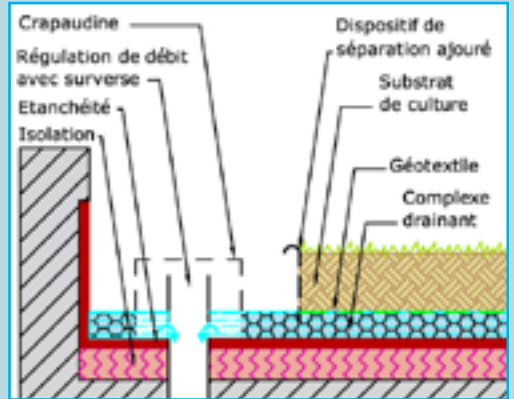
Toitures végétalisées

C* : 0,1 à 0,7

Une solution pour les toitures

PRINCIPE En traversant le substrat, les eaux pluviales sont ralenties et partiellement absorbées. Plus le substrat est épais, plus le ruissellement est diminué. La couche de drainage peut servir de stockage sous réserve de la mise en oeuvre d'une régulation du débit au niveau de l'évacuation des eaux pluviales (voir également la plaquette du CG 92 «Végétaliser les toitures»).

ENTRETIEN Gestion de la végétation et vérification annuelle de l'étanchéité et des ouvrages d'évacuation.



Détail de mise en oeuvre d'une toiture végétalisée



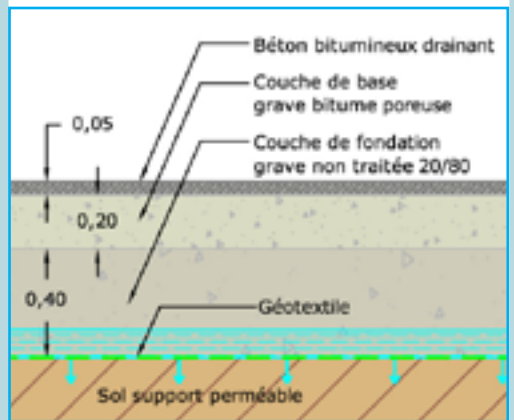
Enrobés drainants

C : 0

Une solution pour les voiries

PRINCIPE L'eau s'infiltré dans l'enrobé sans accumulation sur la voie. La structure poreuse sous l'enrobé permet le passage de l'eau et un stockage éventuel.

ENTRETIEN Balayeuse aspiratrice.



Détail de mise en oeuvre d'un enrobé drainant



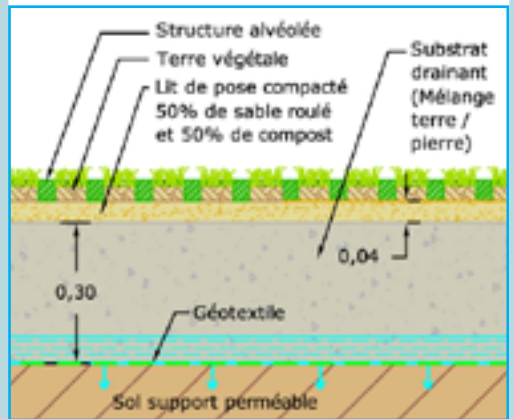
Dalles alvéolées

C : 0,4

Une solution pour les stationnements peu fréquentés

PRINCIPE Une structure plastique en nid d'abeille ou en béton contient de la terre dans laquelle peut pousser l'herbe tout en constituant un support occasionnel pour la voiture.

ENTRETIEN Tonte.



Détail de mise en oeuvre de dalles alvéolées



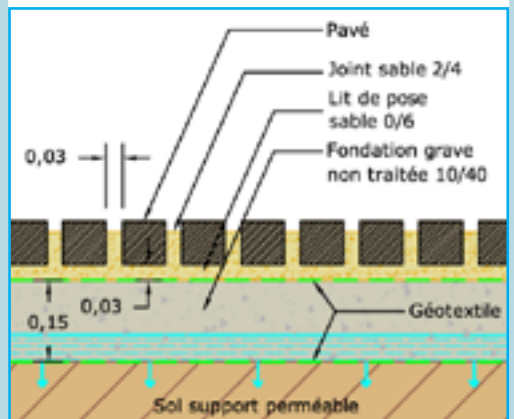
Pavages et dallages perméables

C : 0,5

Une solution pour les zones piétonnes ou peu circulées

PRINCIPE L'infiltration peut s'effectuer par de larges joints ou par des perforations dans les pavés s'ils ne sont pas poreux. Dans le cas contraire, l'infiltration a lieu directement à travers la structure du pavé grâce à une composition spécifique en béton poreux.

ENTRETIEN Débouchage des pores au nettoyeur haute pression.



Détail de mise en oeuvre de pavés à larges joints



Platelages en bois

C : selon le sol support

Une solution pour les terrasses et les cheminements

PRINCIPE La mise en oeuvre du platelage permet à l'eau de s'écouler dans les interstices de la structure.

ENTRETIEN Lavage à l'eau et lasure éventuelle.



Sols en matériaux granulaires

C : 0,3 à 0,6

Une solution pour les cheminements piétons

PRINCIPE Ces sols sont constitués de matériaux inertes plus ou moins compactés (sable, gravillon, verre concassé...) permettant l'infiltration des eaux pluviales.

ENTRETIEN Rechargement périodique des matériaux qui finissent par s'éroder.



Paillis et copeaux de bois

C : 0,3

Une solution pour les allées ou les aires de jeux

PRINCIPE Ces matériaux d'origine végétale ou synthétique présentent des aspects et coloris divers. Leur texture aérée les rend très perméables. Ils ne supportent pas le trafic automobile.

ENTRETIEN Rechargement périodique du matériau organique qui finit par se décomposer en humus.

* : coefficient de ruissellement estimé, compris entre 0 et 1. Plus il est faible, plus la surface est perméable.

Note : les épaisseurs des couches de fondations sont données à titre indicatif. Elles varient selon la portance du sol support et la nature du trafic.

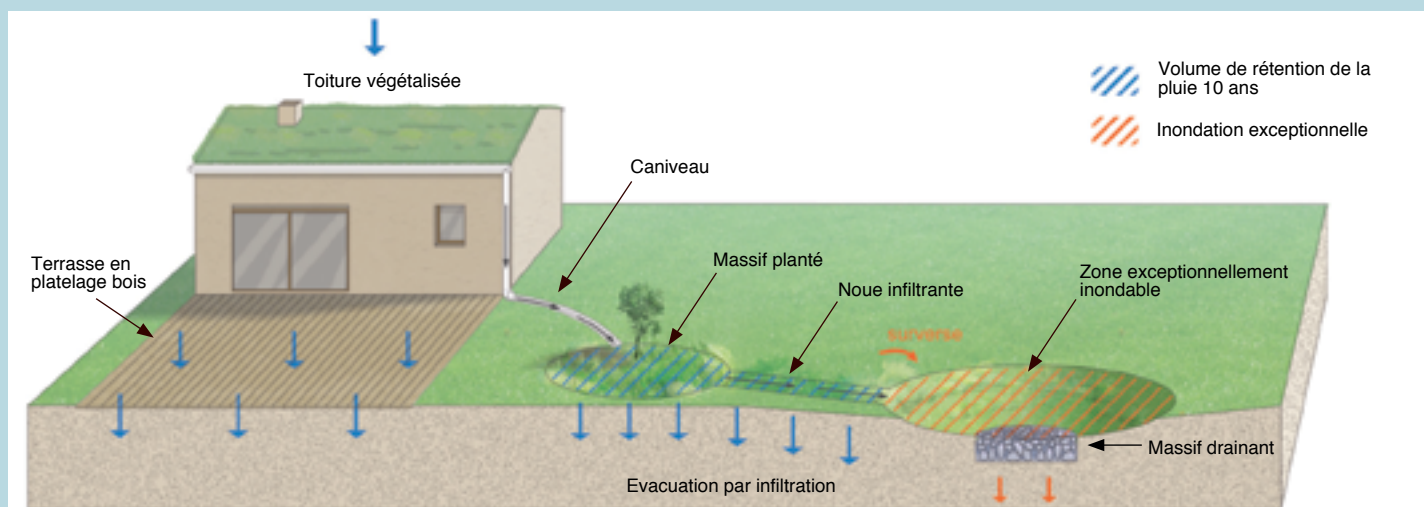
Gérer les eaux pluviales à la parcelle

PRINCIPE

Une gestion bénéfique du point de vue économique et environnementale

Le règlement du service d'assainissement des Hauts-de-Seine préconise la gestion à la parcelle des eaux pluviales, sans raccordement au réseau public d'assainissement. Cette démarche implique d'étudier le trajet de l'eau pluviale et la prise en charge des volumes excédentaires en cas d'évènements exceptionnels.

Ainsi, les eaux pluviales des gouttières et des surfaces imperméables peuvent être collectées puis acheminées vers des zones de rétention infiltrantes au sein d'une parcelle (bassin d'infiltration, noue, massif planté, massif drainant, ...). En cas d'évènements exceptionnels, le surplus des eaux pluviales est dirigé vers une zone d'expansion puis évacué par infiltration dans le sol.



Exemple de techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle sans aucune connexion au réseau



Gouttière déconnectée dans un lotissement à Antony



Gouttières déconnectées à Nanterre

INTÉRÊTS

- Économie des travaux de raccordement au réseau public pouvant s'avérer coûteux
- Limitation de la saturation des réseaux et des équipements aval

LIMITES

- Maîtrise nécessaire du trajet de l'eau en cas d'évènement exceptionnel
- Nécessité d'un sol favorable à l'infiltration

CONDITIONS PRÉALABLES A LA MISE EN ŒUVRE

Une gestion des eaux pluviales autonome

Points à vérifier pour s'assurer de la possibilité de pouvoir gérer les eaux pluviales dans sa parcelle :

- La localisation du point bas du terrain. La topographie du terrain sera étudiée de manière à l'utiliser pour créer des cheminements gravitaires vers les points bas de la parcelle où les eaux seront stockées puis infiltrées.

Le stockage ne doit pas se situer en limite de propriété. D'après l'article 640 du Code Civil : «le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.»

- L'aptitude du terrain à l'infiltration*. Perméabilité, périmètre de captage d'eau potable, stabilité des sols, hauteur de la nappe sont autant d'éléments à vérifier.

* Se référer à la carte de l'infiltrabilité des sols du département des Hauts-de-Seine.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

Une procédure pour les bassins versants de plus d'un hectare

L'évacuation des eaux pluviales par infiltration dans le sol constitue un rejet au milieu naturel. En ce sens, si la surface du bassin versant collecté est supérieure à 1 ha, la loi sur l'eau impose une procédure de déclaration ou d'autorisation (démarche à effectuer auprès de la préfecture des Hauts-de-Seine).

Gérer les eaux pluviales à la parcelle

Démarche en 5 étapes

ÉTAPE 1 : LIMITER L'IMPERMÉABILISATION DES SURFACES (facultatif)

Une solution pour diminuer les volumes ruisselés

Eviter l'imperméabilisation des sols permet de réduire le ruissellement en amont et par conséquent le volume à stocker en aval (cf. fiche « Limiter l'imperméabilisation »).



ÉTAPE 2 : COLLECTER LES EAUX PLUVIALES À CIEL OUVERT

Un cheminement à ciel ouvert pour un stockage à ciel ouvert

Le stockage des eaux pluviales à ciel ouvert dans un ouvrage de faible profondeur requiert que les eaux soient collectées puis dirigées à ciel ouvert par des ouvrages également de faible profondeur. Ceci permet un fonctionnement gravitaire, sans pompe de relevage.

Les ouvrages de collecte tout comme les descentes d'eaux pluviales peuvent être intégrés au bâtiment et dans le jardin de manière paysagère.



ÉTAPE 3 : VALORISER LES EAUX PLUVIALES (facultatif)

La valorisation des eaux pluviales lors de leur cheminement

Lors de son parcours, avant sa rétention puis son évacuation au milieu naturel, l'eau peut être utilisée et valorisée de plusieurs manières :

- l'alimentation d'un massif planté,
- le renouvellement de l'eau d'une mare,
- l'alimentation d'une cuve d'utilisation d'eau pluviale,
- l'agrément (cascade, rivière...).



ÉTAPE 4 : RETENIR TEMPORAIREMENT LES EAUX PLUVIALES ET LES INFILTRER DANS LE JARDIN

Une rétention et une infiltration adaptées aux contraintes du terrain

Selon les contraintes du terrain (topographie, surface disponible, perméabilité), la rétention des eaux pluviales peut se faire en plusieurs emplacements sur la parcelle sous les formes suivantes :

- une noue ou un bassin d'infiltration,
- une tranchée drainante,
- une mare avec une zone de rétention/infiltration,
- un puits d'infiltration, etc.

Pour plus de renseignements sur le dimensionnement et la conception de ces ouvrages, se reporter aux fiches de description des ouvrages.



ÉTAPE 5 : GÉRER L'ÉVÈNEMENT PLUVIAL SUPÉRIEUR À LA PLUIE DÉCENNALE

Une zone exceptionnellement inondable à prévoir

Dans le cas où une zone exceptionnellement inondable n'est pas envisageable sur la parcelle, la surverse de la zone de rétention pourra être envoyée vers le réseau d'eaux pluviales sous réserve d'autorisation du service d'assainissement.



La mare avec zone d'infiltration

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

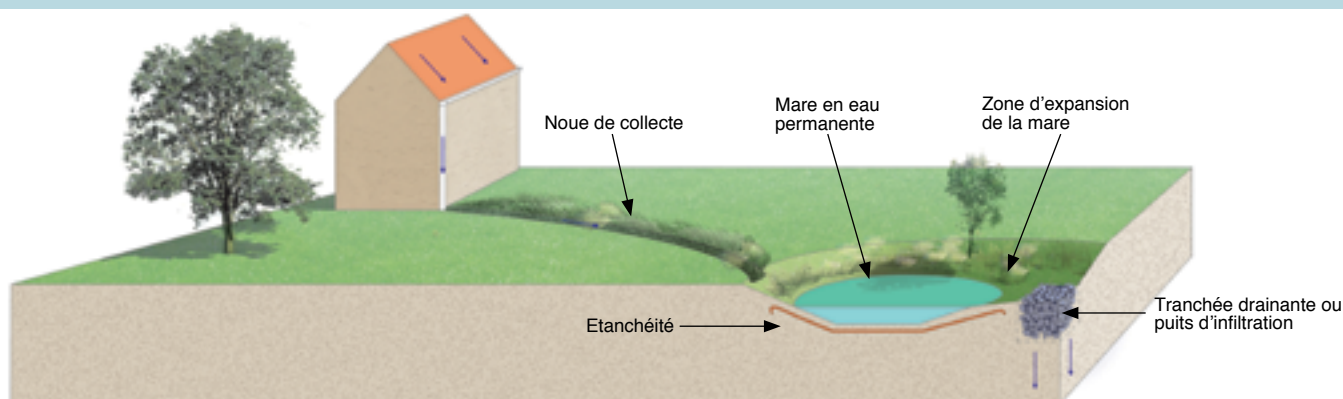
Un ouvrage de rétention temporaire des eaux pluviales, en eau permanente

FONCTION Une mare peut être conçue comme un ouvrage de maîtrise du ruissellement urbain. Etanchée en partie basse, elle conserve un niveau d'eau permanent. Celui-ci s'élève temporairement et la mare déborde sur une zone prévue à cet effet pour retenir et infiltrer les eaux de ruissellement lors d'événements pluvieux importants.

ALIMENTATION Les eaux pluviales ruisselant sur les toitures et autres surfaces imperméables sont acheminées gravitairement jusqu'à la mare, soit par ruissellement direct, soit par des drains ou des canalisations.

EVACUATION Sur le pourtour de la mare, une zone occasionnellement inondable évacue l'eau par infiltration afin de laisser le volume disponible pour retenir la pluie suivante. L'infiltration s'effectue :

- soit directement au niveau des talus non étanchés,
- soit par l'intermédiaire d'un massif drainant ou d'un puits d'infiltration.



Lors des événements pluvieux, le niveau d'eau de la mare s'élève puis l'eau excédentaire s'infiltré dans les zones non étanchées

INTÉRÊTS

- Bonne intégration paysagère
- Recharge de la nappe
- Création d'une zone humide favorable à la biodiversité

LIMITES

- Risque d'assèchement de la mare lors de fortes sécheresses
- Qualité de l'eau d'alimentation de la mare à surveiller
- Entretien régulier nécessaire

CONDITIONS PRÉALABLES A LA MISE EN ŒUVRE

Une mare alimentée en eau pluviale, déconnectée du réseau

Points à vérifier avant la mise en oeuvre d'une mare alimentée en eau pluviale :

- Le **bassin versant alimentant la mare**. Les surfaces de toitures (ou autres aires imperméables) collectées doivent être assez grandes pour garantir un apport suffisant permettant à la fois de maintenir la qualité de l'eau et de compenser les pertes de la mare par évaporation. Un niveau d'eau moyen tout au long de l'année peut donc être assuré sans apport complémentaire en eau potable (cf. dimensionnement au verso).
- La **localisation de la mare**. Pour collecter gravitairement les eaux de ruissellement, la mare se situe en un point bas du terrain. Si des parcelles riveraines sont en contrebas, s'assurer que la mare ne puisse pas déborder hors de la propriété.
- Les **surfaces collectées**. Elles ne doivent pas générer d'éléments polluants afin de maintenir un bon état écologique de la mare.
- L'**aptitude du terrain à l'infiltration***. Perméabilité et stabilité des sols, périmètre de captage d'eau potable, hauteur de la nappe sont autant d'éléments à vérifier.

* Se référer à la carte de l'infiltrabilité des sols du département des Hauts-de-Seine.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

Une demande en mairie, quelle que soit la taille de la mare

Une demande en mairie est nécessaire pour vérifier la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme et le règlement sanitaire départemental (Art. 92 - Création de mare).

ENTRETIEN / EXPLOITATION

Un entretien nécessaire au maintien de l'équilibre écologique

Entretien nécessaire pour maintenir l'équilibre écologique du milieu, garant de la non prolifération d'espèces indésirables (moustiques, etc.)

- Visites bisannuelles des ouvrages éventuels de prétraitement (filtre, regard de décantation) et nettoyage si nécessaire.
- Faucardage partiel et enlèvement des déchets de coupe tous les 1 à 3 ans.
- Éclaircissement des plantes trop envahissantes tous les ans.
- Curage de la mare tous les 20 ans (à adapter selon l'envasement constaté).



Mare, Parc des Cheneuvreaux à Nanterre






Mare, Parc des Impressionnistes à Rueil-Malmaison

La mare avec zone d'infiltration

Mise en œuvre en 4 étapes

ÉTAPE 1 : DIMENSIONNER UNE MARE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Optimiser les niveaux d'eau de la mare pour l'agrément et la gestion des eaux pluviales

Assurer un niveau d'eau moyen toute l'année			Gérer les pluies exceptionnelles			Bilan	
Surface imperméable collectée (en m ²)	Volume de la mare (en m ³)	Surface en eau de la mare (en m ²)	Volume à retenir en cas d'orage (en m ³)	Hauteur de marnage à prévoir (en m)	Surface infiltrante à prévoir (en m ²)	Volume total de la mare (en m ³)	Surface total de la mare (en m ²)
50	3,8	11	1,90	0,15	5	5,7	16
100	7,6	23	3,80	0,15	10	11,4	33
150	11,4	34	5,70	0,15	15	16	49
 Volume et surface maximum à prévoir pour une alimentation en eau pluviale uniquement			 Caractéristiques minimales à prévoir pour le stockage et l'évacuation des eaux pluviales				

Les valeurs ci-dessus sont données à titre indicatif. Elles sont calculées pour une infiltration réalisée par des talus infiltrants avec une perméabilité du sol de 10-5 m/s. Toutefois, selon le profil de la mare retenu, ces valeurs peuvent varier. Une profondeur de 1 m est conseillée.

ÉTAPE 2 : ÉTANCHER SOIGNEUSEMENT LA ZONE EN EAU

Des matériaux bien installés, gage de la présence de l'eau

- L'**étanchéité** est assurée par une géomembrane ① ou par des matériaux à base d'argile.
- Le fond de forme et la terre végétale doivent être débarrassés des pierres pouvant endommager l'étanchéité.
- Pour **éviter son poinçonnement**, la géomembrane est protégée par une mince couche de sable ou un géotextile ②. Son maintien est assuré grâce à une tranchée d'ancrage ③.
- Une attention particulière doit être portée sur le **niveau** de remontée de l'étanchéité pour que la mare puisse déborder vers les zones infiltrantes conçues à cet effet.

ÉTAPE 3 : PRÉSERVER LE CARACTÈRE INFILTRANT DES SURFACES D'ÉVACUATION

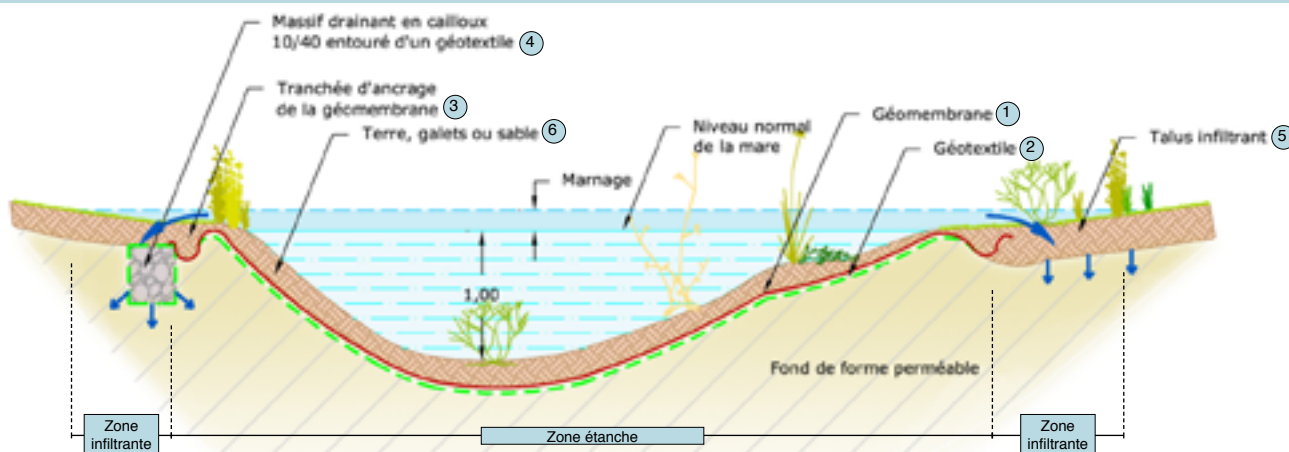
Des zones infiltrantes bien positionnées pour évacuer les eaux excédentaires

- La porosité et la propreté des matériaux utilisés pour constituer le massif drainant doivent être assurées afin de prévenir un colmatage précoce (les graviers doivent être exempts de fines).
- Le compactage des parties supérieures des berges ⑤ doit être évité de manière à conserver leur capacité à infiltrer.
- Du sable grossier peut être incorporé aux talus infiltrants ⑤ pour améliorer leur perméabilité. Leur pente est faible pour augmenter la surface d'infiltration.
- L'infiltration au niveau des talus peut être améliorée par l'installation de massifs drainants ④, constitués de graviers de granulométrie 10/40 entourés d'un géotextile.

ÉTAPE 4 : VÉGÉTALISER ET SÉCURISER LA MARE

Une sécurité appropriée et des végétaux adaptés

- Le substrat recouvrant la géomembrane est constitué par de la terre végétale, du sable ou des galets ⑥ sur une épaisseur allant de 5 à 30 cm. Ne pas mettre de terreau pour éviter l'eutrophisation de la mare.
- Les végétaux peuvent coloniser la mare naturellement. Dans le cas de plantations, les roseaux et les massettes sont déconseillés pour les petites mares de profondeur inférieure à 1 m (risque d'envahissement et d'envasement).
- La stabilité des berges et la sécurité : les talus accessibles possèdent une pente maximum de 18° (équivalent à 3 m en longueur pour 1 m en hauteur). Un garde corps peut-être envisagé au droit des zones les plus profondes. Les accès à la mare peuvent être contrôlés par l'installation d'une végétation dense.



Coupe technique d'une mare avec talus infiltrant et massif drainant

Les ouvrages de prétraitement

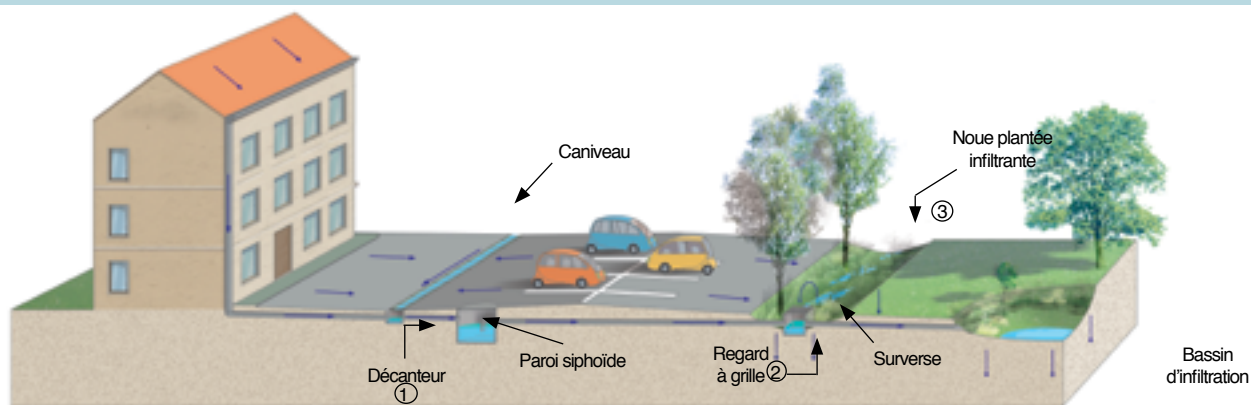
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Dépolluer pour protéger les ouvrages et le milieu naturel

Les eaux pluviales, en ruisselant, entraînent des particules ainsi que des débris végétaux et autres flottants. Selon les surfaces de ruissellement, ces particules peuvent fixer des matières polluantes, telles les hydrocarbures sur les voiries et les parkings. Avant d'être renvoyées au milieu naturel (par infiltration ou par rejet dans des eaux de surface), les eaux pluviales, selon leur provenance, nécessitent d'être dépolluées selon des techniques simples. Le prétraitement sera d'autant plus facile que les eaux seront captées en amont.

L'ouvrage de prétraitement permet de :

- **Lutter contre la pollution chronique** des eaux pluviales en arrêtant les flottants, les traces d'hydrocarbures et les sables.
- **Protéger les ouvrages** d'un colmatage précoce et ainsi assurer leur **pérennité**.



Exemple d'ouvrage de prétraitement en amont d'un bassin d'infiltration

INTÉRÊTS

- Protection des ouvrages (mares, plans d'eau, bassin d'infiltration...) et des équipements (régulation, pompe...)
- Protection de la nappe en cas d'infiltration en aval

LIMITES

- Colmatage possible en cas d'entretien insuffisant
- En cas de pollution accidentelle, probable nécessité de remplacement partiel



Grille protectrice, ru de Vaucresson

ENTRETIEN/EXPLOITATION

- **Inspection visuelle régulière** nécessaire dans un premier temps afin d'observer la sédimentation dans les ouvrages et/ou l'importance des flottants ou des débris végétaux piégés
- Détermination de la fréquence d'entretien compte tenu des observations (au minimum 2 fois par an)

CONDITIONS PRÉALABLES À LA MISE EN ŒUVRE

Une conception adaptée au milieu pour une efficacité optimale

Il est nécessaire de :

- Déterminer a priori le type de pollution des eaux collectées en considérant la nature des activités recensées sur la zone considérée, afin d'adapter le prétraitement.
- Se préoccuper, dès la conception, de l'entretien et de la bonne utilisation des équipements pour leur assurer un fonctionnement optimal.

Il est possible de :

- Combiner plusieurs dispositifs de prétraitement.

Il est conseillé de :

- Prévoir un accès direct à l'ouvrage de prétraitement (l'accessibilité des ouvrages constitue la clé de leur pérennité).
- Ne pas prévoir de système de by-pass de l'ouvrage (en cas de colmatage, le gestionnaire doit pouvoir prendre conscience et réagir à la perte de fonctionnalité de l'ouvrage de prétraitement).

TYPES DE POLLUTION ET TYPES D'OUVRAGES

Des systèmes de traitement adaptés à chaque type de polluants

Selon le type de polluants, différents types de prétraitement sont à envisager :

- **La décantation** (1), adaptée à l'élimination des **particules** (sables, graviers, matières en suspension) : son efficacité augmente avec la longueur de l'ouvrage et la tranquillisation de l'écoulement.
- **La flottation**, adaptée au piégeage des liquides non miscibles plus légers que l'eau ainsi que des objets flottants.
- **La filtration par filtre simple à mailles** (dégrillage) (2), adaptée à la rétention des objets flottants (feuilles, sacs...) et des particules les plus grosses : son efficacité augmente lorsque la taille de la maille du filtre diminue.

D'autre part, certains ouvrages de gestion (3) peuvent eux-mêmes jouer un rôle important dans l'épuration des eaux pluviales par simple filtration mécanique (terre, sable, graviers...) et par des procédés biologiques (dégradation des polluants par des micro-organismes fixés sur le substrat ou sur le système racinaire des végétaux).

Les ouvrages de prétraitement

4 exemples de systèmes de prétraitement



LA CRAPAUDINE

Une solution pour les descentes de gouttières, classiques ou en toitures terrasses ou végétalisées

PRINCIPE Retenir les feuilles et les débris divers du toit et des gouttières et protéger les régulateurs de débit et le réseau de récupération d'eau.

ENTRETIEN Nettoyage bisannuel, au printemps et à l'automne.

PRECAUTIONS Le dimensionnement et la localisation doivent être adaptés pour éviter les risques d'obstruction totale.



LE PANIER FILTRANT

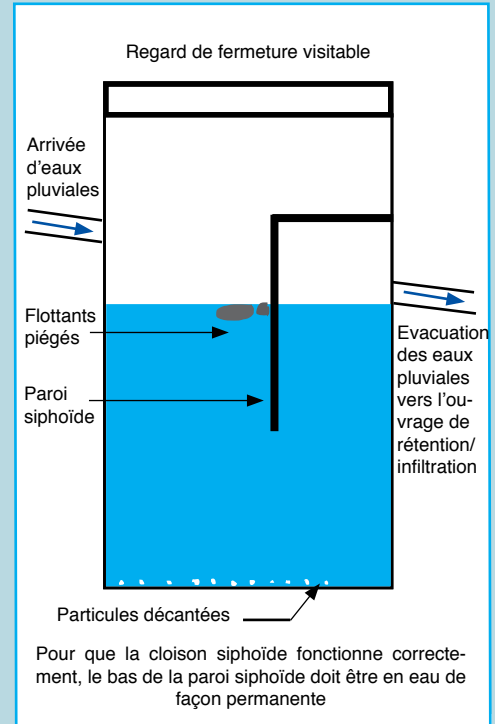
Une solution pour les cuves de rétention, les puits d'infiltration, les chaussées réservoirs, les structures alvéolaires ultralégères

PRINCIPE Stopper les déchets ne pouvant pas passer par les mailles, soient les plus gros détritrus (papiers, feuilles mortes).

ENTRETIEN Nettoyage simple et rapide par rinçage du panier. Entretien bisannuel minimum.

LIMITES Obstruction rapide.

PRECAUTIONS **L'accessibilité au panier filtrant doit être assurée.** Il doit pouvoir être sorti facilement pour être nettoyé.



Détail de mise en oeuvre d'un regard avec décantation et cloison siphonide



LE REGARD AVEC DÉCANTATION ET CLOISON SIPHOÏDE

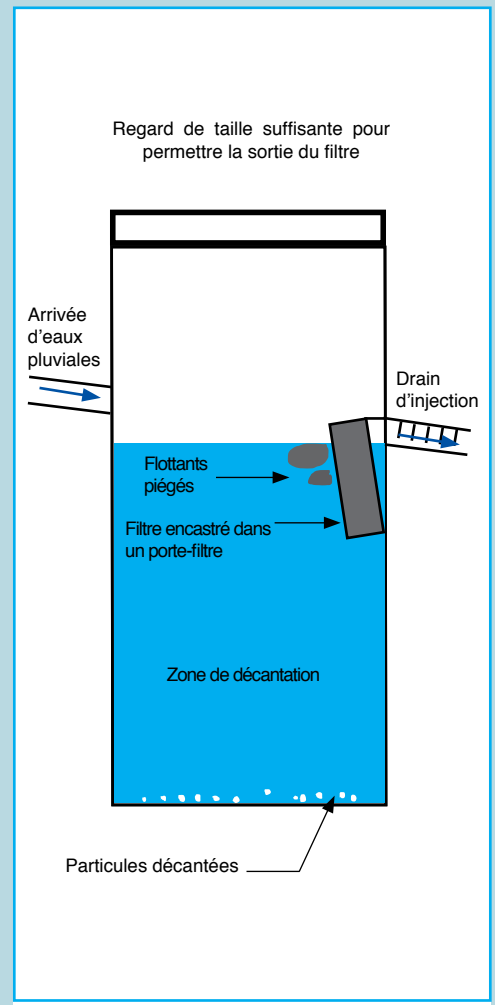
Une solution pour les puits, bassins et mares d'infiltration, les structures alvéolaires ultralégères

PRINCIPE Effectuer un tri granulométrique en retenant sables, graviers et une partie des matières en suspension et limiter l'entrée des graisses, des huiles et des corps flottants.

ENTRETIEN Visite bisannuelle. Nettoyage annuel minimum. (vidange des boues de la chambre de décantation).

LIMITES Faible efficacité de la décantation en regard en raison du faible volume de stockage.

PRECAUTIONS **L'accessibilité au regard de fermeture du puisard doit être assurée.** Il doit pouvoir être curé aisément.



Détail de mise en oeuvre d'un filtre pour bouche d'injection



LE FILTRE POUR BOUCHE D'INJECTION

Une solution pour les chaussées réservoirs à revêtement classique et tout ouvrage sensible aux pollutions particulaires

PRINCIPE Retenir sables, graviers et une fraction des matières en suspension grâce à l'association d'un regard de décantation à un filtre.

ENTRETIEN Nettoyage régulier du filtre au jet d'eau (en dehors de la bouche), curage annuel de la partie décantation et remplacement annuel du filtre.

LIMITES Efficacité de la filtration pour les particules de diamètre supérieur à 200 μm .

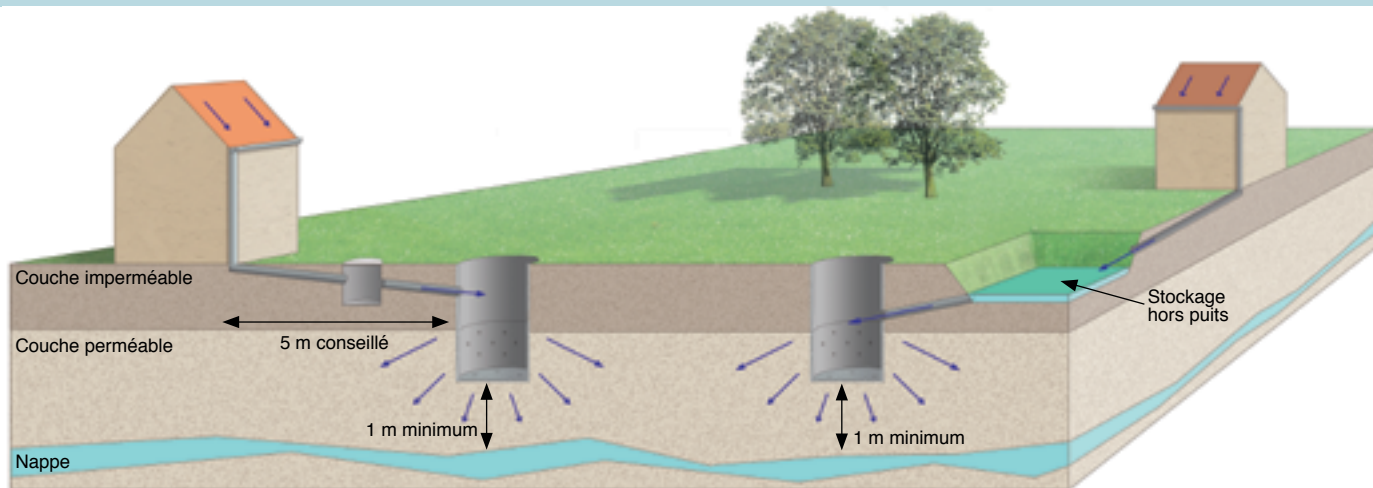
PRECAUTIONS Le filtre doit être accessible et sa sortie aisée.

Le puits d'infiltration

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un ouvrage ponctuel de gestion des eaux pluviales

- FONCTION** Un puits d'infiltration est un ouvrage profond ou non permettant d'évacuer les eaux pluviales par infiltration à travers les couches perméables du sol. Celui-ci remplit une double fonction : infiltration et éventuellement stockage temporaire (rarement suffisant).
- ALIMENTATION** Le puits peut être alimenté soit par ruissellement direct, soit par drains ou collecteurs.
- EVACUATION** L'évacuation de l'eau s'effectue par ses parois latérales et/ou en fond d'ouvrage.



Exemples d'implantations de puits d'infiltration

INTÉRÊTS

- Conception simple
- Faible emprise foncière
- Bonne intégration dans le tissu urbain
- Contribution à la recharge de la nappe

LIMITES

- Colmatage possible en cas d'entretien non régulier
- Pollution du sol et de la nappe en cas de rejet d'eau polluée
- Influence de la hauteur de nappe

CONDITIONS PRÉALABLES A LA MISE EN ŒUVRE

Une conception conditionnée par son environnement

Points à vérifier avant la mise en œuvre d'un puits d'infiltration :

- La **perméabilité du sol** ou capacité d'infiltration*. Une valeur **minimale de 10-5 m/s** est préférable (les sols argileux sont exclus).
- La présence d'un **captage d'eau potable***. Vérifier la situation du puits d'infiltration par rapport aux périmètres de protection rapprochée.
- La **stabilité du sol sous l'effet de l'infiltration***. Prendre en compte la présence de gypse, d'argiles gonflantes ou de carrières souterraines.
- La **pente du terrain***. L'infiltration est déconseillée pour une pente **supérieure à 10%**.
- L'**implantation de l'ouvrage par rapport aux bâtiments**. Distance conseillée **de 5 m** et au minimum égale à la profondeur de l'ouvrage (y compris massif drainant).
- La **distance entre le fond de l'ouvrage** et la cote de retenue normale des eaux de la **nappe**. Une distance minimale de 1 m est souhaitable pour protéger la nappe.
- La bonne **qualité des eaux à infiltrer**. Dans certains cas (ex. parking) une dépollution peut s'avérer nécessaire (cf. fiche ouvrages de prétraitement).

* Se référer à la carte de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts-de-Seine.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

Hors périmètre de captage, aucune réglementation particulière n'est applicable à cet ouvrage spécifique.

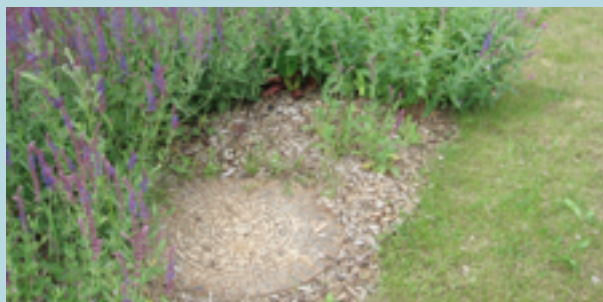
ENTRETIEN / EXPLOITATION

Un entretien régulier pour prévenir le colmatage

- Visite annuelle du puits et curage si nécessaire.
- Visites bisannuelles des ouvrages annexes (dégrilleur, regard de décontamination) et nettoyage si nécessaire.



Intérieur d'un puits d'infiltration



Puits d'infiltration, ZAC des Louvresses

ÉTAPE 1 : DIMENSIONNER UN PUIS D'INFILTRATION

En fonction de la surface de toiture collectée et de la perméabilité du sol, pour un puits standard de 1 m de diamètre et 2 m de profondeur

Surface de toiture (en m ²)	Volume à retenir (en m ³)	Perméabilité du sol 10 ⁻³ m/s	Perméabilité du sol 10 ⁻⁴ m/s	Perméabilité du sol 10 ⁻⁵ m/s	Volume à stocker hors du puits avec 1 puits (en m ³)	Volume à stocker hors du puits avec 2 puits (en m ³)
50	1,90	1 puits	1 puits	1 puits	0,33	0
100	3,80	1 puits	1 puits	2 puits	2,23	0,66
150	5,70	1 puits	1 puits	2 puits	4,13	2,56

Le volume d'eau pluviale à retenir doit être évacué en 24 h. Selon la perméabilité du sol, et le volume à évacuer, il faut prévoir la mise en oeuvre d'un ou de deux puits.

Le volume du(des) puits mis en oeuvre peut être insuffisant pour retenir le volume d'eau ruisselé. Dans ce cas, il faut prévoir un volume de stockage supplémentaire à celui du puits.

ÉTAPE 2 : CHOISIR DES MATÉRIAUX ADAPTÉS ET DÉTERMINER LA MEILLEURE CONFIGURATION

Un ouvrage aux caractéristiques techniques simples

- Les parois du puits peuvent être constituées soit de buses perforées, soit d'un géotextile perméable antiracinaire.
- Dans le cas de parois constituées de géotextile, le puits est rempli de matériaux (galets, graviers) afin d'assurer sa stabilité.
- A l'extérieur de ses parois, le puits est entouré par une couche de grave drainante (cailloux grossiers de 20 à 80 mm) d'une épaisseur de 20 cm, contenue dans un géotextile.
- En amont du puits, l'eau transitera par un regard de décantation et/ou un panier dégrilleur. Ces ouvrages facilitent l'entretien et préviennent un colmatage précoce.
- Le regard de visite de l'ouvrage doit être visible afin de prévenir son oubli.
- Dans le cas où une surverse vers le réseau est envisagée, un clapet anti-retour est recommandé.

Des puits en série moins coûteux qu'un seul puits de grande dimension

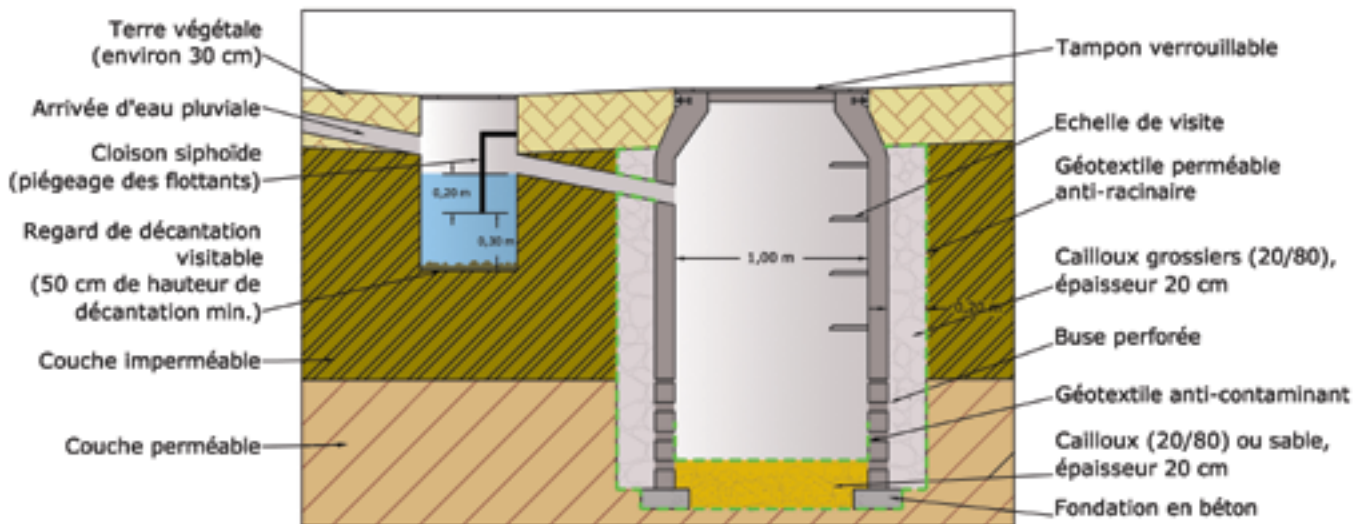
En pratique, un puits d'infiltration standard mesure 2 m de profondeur et 1 m de diamètre.

Dans le cas où un puits de plus grande dimension est nécessaire, il peut être préférable d'envisager la réalisation de plusieurs puits équivalents en série.

ÉTAPE 3 : ASSURER LA PÉRENNITÉ DE L'OUVRAGE

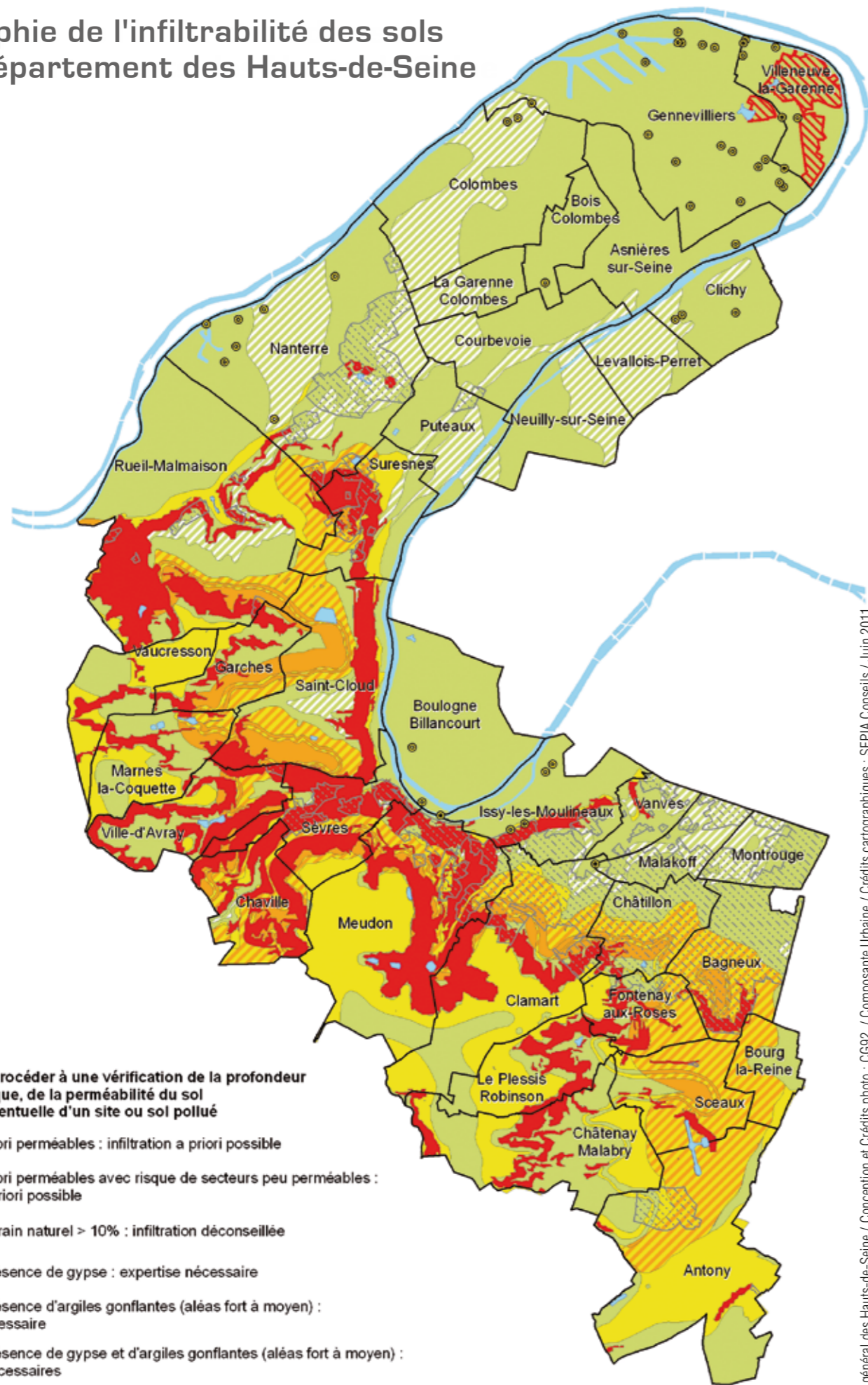
Des précautions pour éviter un colmatage précoce

- Vérifier la porosité et la propreté des matériaux utilisés avant la pose.
- Protéger l'ouvrage avant sa mise en service.
- Assurer un bon compactage des remblais autour du puits.



Coupe technique d'un puits d'infiltration

Cartographie de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts-de-Seine



Dans tous les cas, procéder à une vérification de la profondeur de la nappe phréatique, de la perméabilité du sol et de la présence éventuelle d'un site ou sol pollué

- Terrains a priori perméables : infiltration a priori possible
- Terrains a priori perméables avec risque de secteurs peu perméables : infiltration a priori possible
- Pentés du terrain naturel > 10% : infiltration déconseillée
- Risque de présence de gypse : expertise nécessaire
- Risque de présence d'argiles gonflantes (aléas fort à moyen) : expertise nécessaire
- Risque de présence de gypse et d'argiles gonflantes (aléas fort à moyen) : expertises nécessaires
- Périmètres de Protection Rapprochée de captages d'eau : infiltration interdite
- Risques de présence d'anciennes carrières : demander l'avis de l'IGC
- Sites et sols pollués (mai 2009) : périmètre de sécurité de 50 m de rayon
Vérifier auprès de la Préfecture le périmètre et les contraintes réglementaires



Conseil général des Hauts-de-Seine / Conception et Crédits photo : CG92 / Composante Urbaine / Crédits cartographiques : SEPIA Conseils / Juin 2011

La pluie en ville

maîtriser le ruissellement urbain



Privilégier l'infiltration des eaux pluviales : mode d'emploi



www.hauts-de-seine.net

Comment privilégier l'infiltration des eaux pluviales ?

Infiltrer les eaux pluviales présente 4 intérêts majeurs :

- éviter les travaux de raccordement au réseau public parfois coûteux*
- limiter la saturation des réseaux et des équipements situés en aval
- réduire les rejets polluants au milieu naturel
- retrouver le cycle naturel de l'eau

* à la charge des riverains

Le projet appartient-il à une zone où l'infiltration est possible ?

Consultation de la carte de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts-de-Seine et de sa notice explicative

Réaliser une étude hydrogéotechnique

Les eaux pluviales sont-elles de bonne qualité ?

La distance vis-à-vis du bâtiment le plus proche est-elle au moins égale à la profondeur de l'ouvrage d'infiltration projeté ?

Une dépollution est-elle possible ?

L'infiltration en surface est-elle possible ?

L'infiltration en profondeur est-elle possible ?

La superficie allouée est-elle suffisante pour la mise en œuvre d'ouvrages de stockage infiltrants à ciel ouvert ou d'un épandage suivi d'une infiltration de surface ?

La superficie allouée est-elle suffisante pour la mise en œuvre d'ouvrages de stockage à ciel ouvert ?

Les ouvrages suivants peuvent être réalisés :

Puits d'infiltration associé à des techniques de rétention à la parcelle

- Ouvrages amont régulés (toiture, parking inondable)
- Ouvrages de rétention enterrés (structure alvéolaire, cuve, canalisation surdimensionnée)

Les ouvrages suivants peuvent être réalisés :

Puits d'infiltration associé à des techniques de rétention à la parcelle

- Ouvrages amont régulés (toiture, parking inondable)
- Ouvrages de rétention à ciel ouvert (noue, bassin, mare, etc.)

Les ouvrages suivants peuvent être réalisés :

- Épandage et infiltration de surface
- Ouvrages de stockage infiltrants
- Noue
- Bassin d'infiltration
- Tranchées drainantes
- Puits d'infiltration
- Plateau d'infiltration (pavé non joint, parking inondable poreux)

Rejet aux réseaux

L'infiltration n'est pas possible. Les eaux sont rejetées à débit régulier au réseau après rétention dans des ouvrages étanches

Dans le cas de dysfonctionnements ou d'évènements pluvieux supérieurs à la pluie décennale, le débordement peut-il s'écouler dans la parcelle sans occasionner de dégâts ?

Surverse vers le réseau

Zone exceptionnelle d'expansion à prévoir