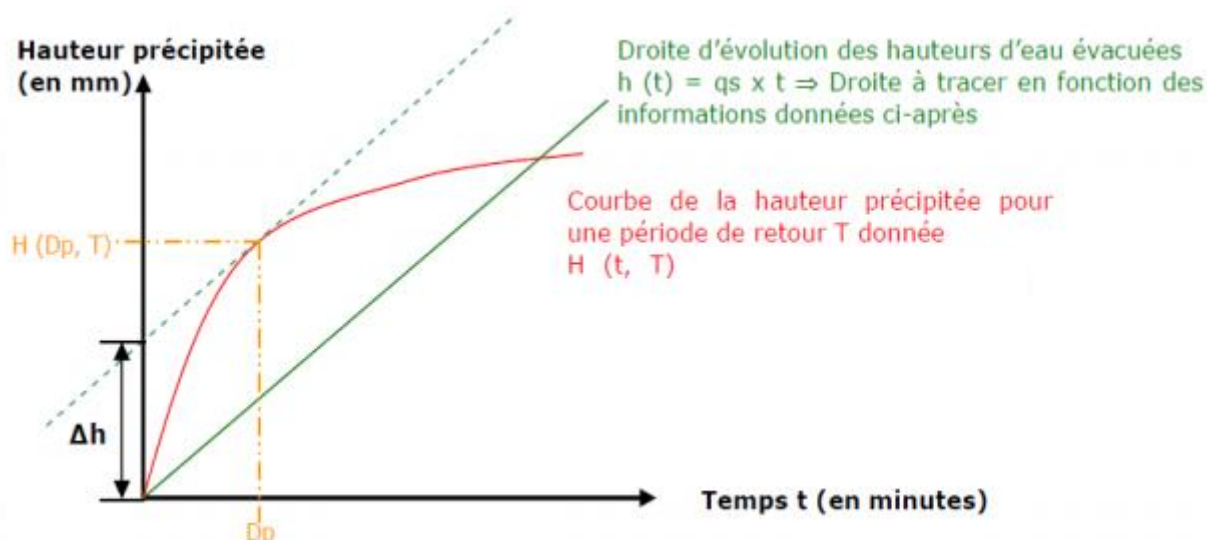


NOTE EXPLICATIVE

Dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales

→ METHODE DES PLUIES

La méthode des pluies repose sur l'exploitation d'un graphique représentant, pour une période de retour donnée T, les courbes de la hauteur précipitée H(t) ainsi que la droite de l'évolution des hauteurs d'eaux évacuées h(t) en fonction du temps t (cf. graphique ci-après).



Les courbes de la hauteur précipitée (en rouge) selon plusieurs périodes de retour sont issues de la pluviométrie (cf. courbes hauteur-durée-fréquence disponibles dans le rapport de zonage).

Pour tracer la droite d'évolution des hauteurs d'eaux évacuées en fonction du temps (en vert) :

- on suppose que l'ouvrage a un débit de fuite constant (Q_f) que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique de vidange de l'ouvrage (q_s)
- on détermine la hauteur d'eau vidangée h(t) en fonction de q_s et du temps t et on trace la droite associée
- on trace une droite parallèle à la droite h(t) et tangente de la courbe de hauteur précipitée H(t) → **La différences de hauteur (Δt) entre ces deux droites correspond à la hauteur maximale à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement.**

$$q_s = 60\,000 \times Q_f / S_a$$

avec :

- q_s , débit spécifique de vidange (en mm/min),
- Q_f , débit de fuite de l'ouvrage (en m^3/s),
- S_a , surface active (en m^2).

$$h(t) = q_s \times t$$

avec :

- h(t), hauteur vidangée au temps t (en mm),
- t, temps (en min).

Le volume d'eau à stocker (V_{max}) peut alors être déterminé :

$$V_{max} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times S_a$$

avec :

- V_{max} , volume d'eau à stocker (en m^3),
- Δh , hauteur maximale à stocker (en mm),
- S_a , surface active (en ha),
- coefficient de majoration de 20% pour tenir compte du colmatage en cas d'infiltration.

NOUES

Fossés ouverts, peu profond et d'emprise large, servant au recueil, à la rétention ainsi qu'à l'infiltration des eaux pluviales

→ REALISATION

Réalisation par pelle mécanique: après décapage de la terre végétale de surface, profilage de la noue selon sa vocation définitive.

→ CONSEILS

1. En cas de noue d'infiltration, veiller à ne pas compacter le fond pour garantir la perméabilité initiale des sols naturels après exécution des travaux.
2. Ne jamais compacter la noue et ne jamais la réaliser à l'aide d'un "godet de curage".
3. La noue suivra le plus souvent, le profil en long naturel de la voirie qu'elle accompagne. Au-delà de 2% de pente, réaliser la noue avec des matériaux résistants à l'érosion.
4. Veiller au profilage de la noue afin d'éviter par la suite toute stagnation de l'eau.

→ INTÉGRATION PAYSAGÈRE

Aisée compte tenu de leur profil. L'engazonnement est suffisant mais doit être réalisé avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité.

Analyser les risques de détérioration de la noue par le stationnement des véhicules lorsqu'elle est située le long des voies de desserte: retenir des profils mixtes plantés côté chaussée, engazonnés côté parcelle ou bien entièrement plantées.

→ POINTS FORTS

- Coûts;
- Fonctions multiples: rétention, régulation, écrêtement des débits;
- Intégration paysagère;
- Franchissement simple pour les riverains

→ POINTS FAIBLES

- Nécessité d'un entretien régulier



PRIX INDICATIF :

Par mètre linéaire, proportionnel au m³ terrassé :
± 10€ HT

Comparaison avec un réseau d'assainissement classique (canalisation, tranchées et regards de visite) :

De 120 à 140 €HT par ml.

FOSSÉS

Ouvrages linéaires à ciel ouvert de faible largeur servant au recueil, à la rétention et à l'évacuation des eaux pluviales par infiltration ou rejet dans un cours d'eau ou réseau.

→ REALISATION

Réalisation à l'aide d'engins mécanique avec un godet approprié au profil retenu. Recours éventuel à des cloisons, maçonnées ou non, afin d'améliorer les performances de stockage.

→ CONSEILS

1. En cas de fossé d'infiltration, veiller à ne pas compacter le fond du fossé lors de l'exécution des terrassements.
2. En milieu urbain, la réalisation d'un ouvrage voûté ou d'un busage est nécessaire pour franchir le fossé (le dimensionnement de ce busage peut jouer, le cas échéant, la fonction de régulation de débit).
3. Recourir à des fossés maçonnés, agrémentés ou non par des inclusions de pierres: l'ouvrage s'apparentera alors d'avantage à un ouvrage maçonné structurant.
4. Nous conseillons la généralisation des noues plutôt que des fossés sauf en cas de problème foncier.

→ INTÉGRATION PAYSAGÈRE

L'intégration paysagère est aisée compte tenu du profil

→ POINTS FORTS

- Raccordement des canalisations de gouttières des riverains aisé
- Une sensibilité moindre aux détériorations liées au stationnement et franchissement pour accéder aux terres riveraines.
- L'entretien peut se limiter à quelques fauchages annuels au moyen d'engins mécanisés à fort rendement tels que les gyrobroyeurs.

→ POINTS FAIBLES

- En milieu urbain, le profil du fossé rend difficile son entretien régulier: il risque progressivement d'être envahi par des dépôts divers.
- L'aménagement des accès aux parcelles nécessite la réalisation d'un busage et d'un ouvrage voûté qui augmente le coût moyen de l'ouvrage.



Exemple d'un fossé, où l'implantation de végétaux a été possible (fossé plus proche d'une noue).

PRIX INDICATIF :

De l'ordre de 9 €HT par ml (proportionnel au m3 terrassé), La maçonnerie de l'ouvrage augmente considérablement le coût, qui peut varier entre 45 et 90 €HT par ml selon la nature de la technique utilisée.

TRANCHÉES DRAINANTES

Ouvrage situé à l'aval du secteur imperméabilisé, recueillant les eaux de ruissellement perpendiculairement à leur longueur avec des débits réduits.

→ REALISATION

Réalisation à l'aide d'une pelle mécanique. Mise en place du géotextile manuellement. Remplissage de la tranchée avec du matériau granulaire adapté au dimensionnement.

Mise en place d'un drain de diffusion au centre de la zone et d'un drain d'évacuation en partie basse. Rabattement de la partie supérieure du géotextile sur lequel est déposé le matériau de surface adapté à la localisation de l'ouvrage. Compartimentation éventuelle de la tranchée en cas de pente importantes.

→ CONSEILS

1. Mettre en place des avaloirs régulièrement espacés qui injecteront l'eau dans la structure par des drains noyés dans les matériaux drainants si l'on souhaite le maintien du caractère urbain classique.
2. La mise en place d'un géotextile permet d'éviter la migration des fines vers la tranchée.

→ INTÉGRATION PAYSAGÈRE

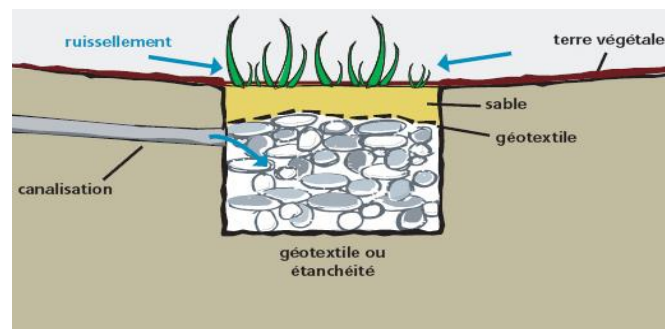
La tranchée drainante s'intègre parfaitement dans le paysage: elle peut être indétectable si l'aménageur le souhaite. Il n'existe aucune contrainte particulièrement pour la tonte des pelouses.

→ POINTS FORTS

- Rendement de la qualité du traitement bien meilleur
- Une technique adaptée à la collecte et à l'évacuation des eaux pluviales de toiture d'un pavillon à l'échelle d'une parcelle individuelle. Objectif affiché: stockage de l'eau à la source.
- Faible coût, au plus égal à celui d'un réseau classique de collecte des descentes de gouttières.
- Installation aisée dans un jardin privé, même de petite taille.

→ POINTS FAIBLES

- Risque de colmatage de la tranchée si les eaux de pluie y parviennent trop chargées en matières en suspension



Le stockage de l'eau s'effectue dans les structures granulaires reconstitué (galets, roches concassées, graviers, matériaux alvéolaires). l'eau est ensuite infiltrée ou reconstituée à débit régulé dans un cours d'eau ou un réseau.

Tranchées d'infiltration: fonction de stockage puis infiltration dans le sol (en cas de bonne perméabilité du sol).

Tranchées de stockage: fonction de stockage enterré uniquement en cas de perméabilité naturelle trop faible du sol, d'infiltration impossible (zone de protection de captage, présence de nappe), ou d'eaux trop fortement chargées. Ce type de tranchée sera donc étanche, l'eau pénètre dans la structure par ruissellement ou par injection, reste momentanément stockée pendant l'épisode pluvieux, puis est restituée à débit régulé vers un exutoire (réseau ou cours d'eau).

PRIX INDICATIF :

De l'ordre de 60 €HT par ml pour un profil de 1 m² / ml.

PUITS D'INFILTRATION

Ouvrage de plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres de profondeur évacuant les eaux pluviales directement dans le sol.

→ REALISATION

La technique de réalisation des puits a évolué au fil des siècles et dépend du type de puits.

→ CONSEILS

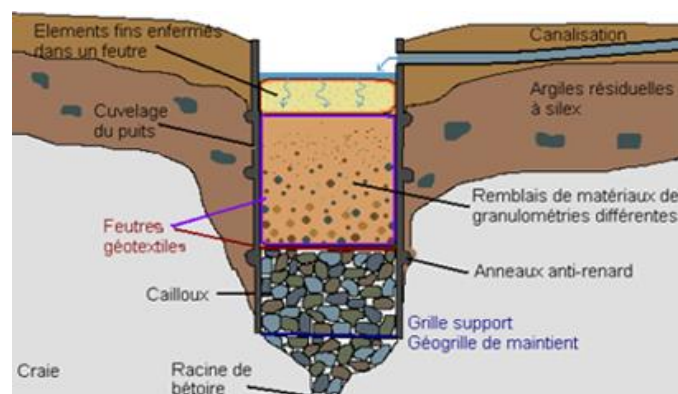
1. Dans les zones où le sol est peu perméable en surface, il faut percer la couche de sol superficielle pour favoriser l'infiltration dans les couches profondes plus perméables.
2. A utiliser pour les eaux de ruissèlement de toute nature sauf celles provenant de surfaces très polluées ou ayant un risque élevé de pollution accidentelle.
3. Associer le puits d'infiltration à d'autres techniques alternatives, notamment les bassins de rétention, les chaussées à structure réservoir ou les noues de collecte. En effet cette association réduit les concentrations en fines et en polluants à l'amont des puits.
4. L'injection des eaux de pluie directement dans la nappe est déconseillée: prévoir une distance minimale d'un mètre entre le fond du puits et le niveau des plus hautes eaux de la nappe.

→ POINTS FORTS

- Domaine d'utilisation étendu.
- Bonne intégration dans le tissu urbain du fait de la faible emprise au sol.
- Entretien limité au nettoyage annuel des éléments de prétraitement (filtres, regards de décantation, etc.) et au remplacement périodique du gravier et du sable.

→ POINTS FAIBLES

- Risques de pollution de la nappe et de colmatage peuvent être minimisés en respectant les conditions de mise en œuvre et d'entretien.



Les différents puits :

- Les puits creux
- Les puits comblés (le plus souvent garnis d'un massif filtrant)
- Les puits maçonnés ou busés.

Ils drainent généralement des surfaces de quelques milliers de mètres carrés.

→ REMARQUE

Il y a lieu de prévoir une régulation en amont de l'injection des eaux pluviales dans un puits pour éviter à long terme les risques de colmatage liés au phénomène de remplissage / vidange de l'ouvrage fonctionnant alors comme un bassin de stockage, mais aussi d'effondrement en partie haute car les particules fines sont acheminées vers la partie inférieure du puits.

PRIX INDICATIF :

De l'ordre de 1 500 €HT pour un puits de 2m/2m.

RESERVOIRS SOUTERRAINS

Ouvrages utilisés si des problèmes de disponibilité foncière rendent impossible toute autre technique superficielle.

→ STRUCTURE ALVÉOLAIRE

Il s'agit de structures à fort indice de vide, atteignant souvent 90%. Elles permettent de stocker les eaux pluviales pour les restituer par infiltration dans le milieu ou par rejet dans un exutoire naturel ou un réseau.

Ces réservoirs fonctionnent comme des tranchées drainantes, mais ont un rendement largement supérieur. Il existe aujourd'hui de très nombreux types de matériaux et de dispositifs permettant un stockage dans le sol et qui supportent aisément une surcharge d'exploitation piétonne ou routière.

L'inconvénient principal réside dans le coût de ces structures.

Prix indicatif : de l'ordre de 200 €HT le m³.



→ CITERNE

Ce type de réservoir, généralement enterré, est similaire à un bassin de retenue étanche. Il est adapté à la parcelle: il permet le stockage des eaux pluviales de toiture et leur réutilisation aisée à des fins privées pour l'arrosage du jardin ou le lavage de la voiture.

Prix indicatif : De l'ordre de 6 000 € à 10 000 € HT.



→ BASSIN DE STOCKAGE

Il ne s'agit pas à proprement parler d'une technique alternative. Généralement dimensionnés pour stocker la pluie mensuelle à trimestrielle, ces bassins ne permettent pas de gérer les fortes pluies et d'éviter tous les chocs de pollution sur la rivière fins privées pour l'arrosage du jardin ou le lavage de la voiture.

Prix indicatif : Le plus souvent placés en sous-sol urbain encombré, ils ont d'un coût élevé : de 300 à 600 € HT le m³.



CHAUSSÉES A STRUCTURE RÉSERVOIR (CSR)

Ouvrages permettant d'assurer le trafic léger et lourd des véhicules ou le transit piétonnier, stockent les eaux pluviales dans les couches constitutives du corps de chaussée.

→ REALISATION

Réalisation à l'aide d'une pelle mécanique. Mise en place du géotextile manuellement. Remplissage de la tranchée avec du matériau granulaire adapté au dimensionnement.

Mise en place d'un drain de diffusion au centre de la zone et d'un drain d'évacuation en partie basse. Rabattement de la partie supérieure du géotextile sur lequel est déposé le matériau de surface adapté à la localisation de l'ouvrage. Compartimentation éventuelle de la tranchée en cas de pente importantes.

→ CONSEILS

1. Il est important d'éviter tout dépôt sur la voirie car les structures sont sensibles au colmatage.
2. Si injection localisée: prévoir des bouches d'injection.
3. Si évacuation répartie: prévoir un géotextile entre la zone d'injection et la structure réservoir pour éviter la migration des fines
4. Si évacuation localisée: prévoir éventuellement une géomembrane entre la structure réservoir et le sol.

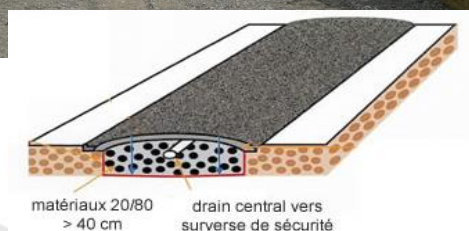
→ POINTS FORTS

- Le dimensionnement du système de traitement en aval est réduit puisqu'il est installé en sortie de l'ouvrage de régulation du débit et permet une meilleure qualité du traitement.
- Diminution ou suppression des réseaux d'assainissement et de leurs ouvrages annexes, qui rendent le système financièrement compétitif en milieu urbain
- En cas de réhabilitation complète de chaussée, limitation de la gêne vis-à-vis des riverains (plus de problèmes d'intersections avec les différents réseaux souples: électricité, eau, gaz, etc.), durée du chantier moindre puisque l'assainissement est réalisé en même temps que la réfection de chaussée.

→ POINTS FAIBLES

Dans certains cas :

- Pose d'un revêtement étanche car les risques de colmatage d'un revêtement poreux sont trop élevés.
- Pose des cloisons dans le cas de pentes importantes,
- Entretien régulier des couches de revêtement drainants
- afin de limiter les problèmes de colmatage



Les différentes structures :

- Injection répartie (enrobé drainant) - évacuation répartie (infiltration).
- Injection répartie (enrobé drainant) - évacuation localisée (drain d'évacuation et de vidange).
- Injection localisée (enrobé classique) - évacuation répartie (infiltration).
- Injection localisée (enrobé classique) - évacuation localisée (drain d'évacuation et de vidange).

PRIX INDICATIF :

Enrobé classique : de l'ordre de 250 €HT par ml de chaussée.

Enrobé drainant : de 270 à 450 €HT par ml de chaussée.

Les chaussées réservoirs restent une solution moins onéreuse qu'une solution classique (chaussée traditionnelle, canalisation et bassin de rétention).

Si d'autres techniques alternatives comme les noues et les fossés peuvent être mises en place, sans incidence de prix majeur sur le foncier, les chaussées à structures réservoirs s'avèrent plus coûteuses.

BASSINS A CIEL OUVERT

Ouvrage de stockage des eaux pluviales les restituant soit par infiltration soit par débit régulé vers un exutoire ou un réseau..

→ REALISATION

Réalisation par de simples mouvements de terre et plantations d'arbustes et d'arbres d'accompagnement.

→ REMARQUES

- Ces ouvrages s'apparentent davantage à des noues "élargies" qu'à des véritables bassins d'orages
- La capacité d'infiltration de ces ouvrages est proportionnelle aux surfaces végétalisées "offerte" à l'infiltration..

→ POINTS FORTS

- Coût très faible : il ne s'agit que de terrassements généraux en déblai et remblai avec des coûts d'intégration paysagère qui peuvent être très limités.
- Intégration paysagère variée : espaces verts, terrain de football, vélodrome, piste de skate, etc.

→ POINTS FAIBLES

- Nécessité d'une réflexion au début du projet, permettant de traiter ces ouvrages sur le plan paysager et urbanistique.
- Coût du foncier nécessaire à la réalisation de ces ouvrages.
- Nuisances possible en cas de stagnation de l'eau.



PRIX INDICATIF :

De l'ordre de 10 à 120€ /m3.

BASSINS EN EAU

Ouvrage toujours en eau.

→ MISSION

Réalisation par de simples mouvements de terre avec maintien d'une zone d'eau permanente au fond du bassin permettant la mise en place de végétation aquatique.

→ CONSEIL

Prévoir une lame d'eau permanente d'au moins un mètre de profondeur (en deçà l'équilibre écologique risque d'être difficile à maintenir). Pour cela il faut imperméabiliser le fond et les parois du bassin...

→ REMARQUES

Il est conseillé, pour les bassins accessibles au public, de prévoir des pentes inférieures à une hauteur pour six largeurs (1/6). Le concepteur s'attachera donc, lors de la mise en place de son projet, à réaliser des talus de protection au niveau du fil de l'eau permanent, permettant de créer un palier de repos en pied du talus d'intégration.

→ POINTS FORTS

- Possibilité de recréer une zone humide avec un écosystème
- L'aménagement d'un plan d'eau déjà existant ne demande que peu d'investissement
- Possibilité de réutiliser les eaux de pluie...

→ POINTS FAIBLES

Assurer une gestion appropriée afin de prévenir l'eutrophisation du bassin, la prolifération de moustiques, de grenouilles...



Sécurité

Les bassins en eau, lorsqu'ils s'intègrent dans une composition d'ensemble du plan de masse sont indéniablement un attrait fort d'une zone d'habitat, de loisir ou d'activités. Dès lors, le problème de la sécurité d'ouvrages accessibles au public se pose régulièrement. Il convient donc de préciser qu'il n'y a pas de législation spécifique à de tels plans d'eau. Les accidents, heureusement très improbables, amènent à rechercher des principes de sécurité des plus simples, par exemple :

- interdire l'accès aux zones les plus pentues ou profondes par l'implantation d'une végétation arbustive importante créant une véritable ceinture végétale.
- des clôtures en bois, des rochers ou tout autre équipement respectant l'intégration paysagère peuvent prévenir, le long d'une piste de vélos, d'éventuels accidents.

PRIX INDICATIF :

De l'ordre de 13 à 150€ /m3.