

Les bassins à ciel ouvert

Principe de fonctionnement

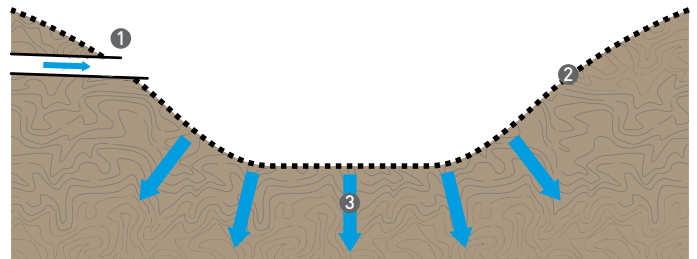
Les bassins à ciel ouvert sont des ouvrages de stockage, de décantation et/ou d'infiltration des eaux pluviales.

Il existe différents types de bassin : **les bassins en eau en permanence**, **les bassins secs** qui se vidangent entièrement, **les bassins d'infiltration**, l'eau s'infiltrant dans le sol.

L'alimentation en eau se fait :

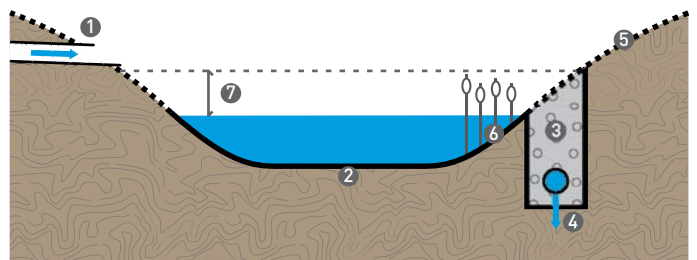
- ◆ par ruissellement direct ;
- ◆ par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau) ;
- ◆ par mise en charge et débordement du réseau. Evitant des apports d'eau de pluie et de ruissellement lors des pluies de faibles intensités.

L'eau est évacuée par infiltration dans le sol ou à débit régulé vers un exutoire (réseau de collecte ou cours d'eau).



Bassin sec d'infiltration

- ① Prétraitement, dégrillage, décantation en amont
- ② Géotextile perméable à l'eau
- ③ Infiltration



Bassin de retenue d'eau

- ① Prétraitement, dégrillage, décantation en amont
- ② Etanchéité
- ③ Massif filtrant
- ④ Evacuation à débit régulé vers un exutoire
- ⑤ Bâche perméable à l'eau (géotextile non-tissé)
- ⑥ Roselière
- ⑦ Marnage

Avantages

TOUS TYPES DE BASSINS

- Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation et par filtration dans le sol (si infiltration)
- Stockage, écrêtement des débits de pointe et régulation
- Très bonne intégration paysagère
- Aspect plurifonctionnel : aire de jeu, de détente, espaces verts...

BASSIN DE RÉTENTION SEC

- Conservation d'espaces verts en zone urbaine
- Utilisation pour les espaces verts, terrains de jeux, aire de détente...
- Entretien simple

BASSIN DE RÉTENTION EN EAU

- 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

BASSIN D'INFILTRATION

- Pas besoin d'exutoire, selon capacité du sol
- Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique
- Piégeage des polluants en surface de la couche filtrante

Inconvénients

TOUS TYPES DE BASSINS

- Entretien régulier spécifique indispensable pour éviter le colmatage et la stagnation des eaux (risque de nuisance olfactive)

Pour les ouvrages collectifs :

- Emprise foncière importante
- Dépôt de boue de décantation et de flottants
- Contraintes sur la qualité des eaux collectées : réseau séparatif strict, système de dégrilleur en amont, voire un ouvrage de prétraitement

BASSIN DE RÉTENTION SEC

- Entretien des espaces verts pour les bassins paysagers

BASSIN DE RÉTENTION EN EAU

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

BASSIN D'INFILTRATION

- Le sol doit être perméable
- Risque de contamination de la nappe par une pollution accidentelle
- Pas d'infiltration s'il y a une nappe à moins d'un mètre du fond de l'ouvrage



Bassin de rétention - Veigy-Foncenex

Conseils sur la conception

Implantation

POUR LES OUVRAGES COLLECTIFS

Intégration paysagère complète du bassin.

Usage plurifonctionnel assuré par : la mise en sécurité des personnes, l'information des riverains et usagers sur le fonctionnement, la signalétique, la mise en sécurité des équipements constitutifs de l'ouvrage (barrière, clôtures...).

La pente des talus ne doit pas dépasser 30% afin d'évacuer rapidement les personnes en cas de montée des eaux.

Accès bassin : rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique.

POUR L'INFILTRATION

La perméabilité du sol doit être suffisante (durée d'infiltration après orage environ 6h).

Matériaux et équipements

LE PRÉTRAITEMENT

Dégrilleur, dessableur, fossé ou noue enherbés d'arrivée pour filtration, aire de stockage et transport des produits de dessablage et dégrillage.

LES GÉOTEXTILES

Les **géotextiles** doivent être des produits certifiés dans le cadre de la certification ASQUAL.

LES STRUCTURES D'ÉTANCHÉITÉ

Dispositifs d'Étanchéité par Géomembranes (DEG) Géosynthétique bentonitique.

Si le sol est imperméable (argile), ces structures ne sont pas nécessaires.

Pour plus de précisions : se reporter au CCTG Fascicule 70 TITRE II : Ouvrages de recueil, de stockage et de restitution des eaux pluviales, aux fascicules du CFG (Comité Français des Géosynthétiques), aux normes en vigueur et au guide technique – Étanchéité par géomembrane des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier du SETRA.

LA VÉGÉTATION

Espèces résistantes à l'eau : herbe des Bermudes, pâturin des prés, brome inerme, pueraire hirsute...

Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration.*

Entretien

LES BASSINS SECS

Tonte, fauche, ramassage des feuilles et débris.

Gestion des dépôts : **curage**, par voie hydraulique ou à sec (au bout de 20 ans pour les particuliers). **Evacuation**, par voie hydraulique ou autre, vers la STEP ou un autre site. **Conditionnement et valorisation**, en tenant compte de leur charge polluante spécifique.

LES BASSINS EN EAU

Suivi de la qualité de l'eau et de son renouvellement. Ramassage des flottants. Maîtrise des risques d'eutrophisation. Surveillance de la faune et de la flore.

LES BASSINS D'INFILTRATION

Suivi de la perméabilité primordial. Si absorption insuffisante : renouvellement de la couche superficielle.

Coût à prévoir Prix donnés à titre indicatif.

Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

BASSIN SEC

La réalisation : 10 à 120€/m³

L'entretien : 0.4 à 2€/m³/an

BASSIN EN EAU

La réalisation : 10 à 80€/m³

L'entretien : 0.2 à 0.6€/m³/an

Remarque

- Ces ouvrages ne sont pas à confondre avec les cuves de récupération des eaux. Contrairement à une cuve qui doit rester pleine, un bassin de stockage (bassin en eau ou bassin sec) doit disposer d'un volume vide, capable d'absorber les eaux pluviales arrivant sur la parcelle.
- Pour éviter le phénomène d'eutrophisation dans les bassins en eau, il faut une hauteur minimale d'eau de 1m à 1,5m. Prévoir des cloisonnements pour augmenter les capacités de stockage des ouvrages dans les zones avec une pente.

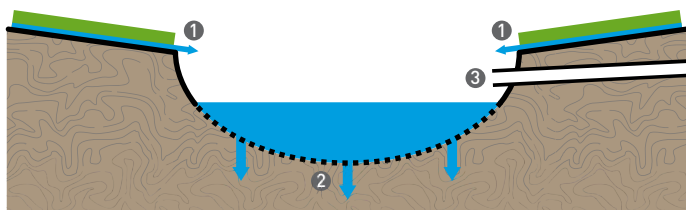
Les noues et fossés

Principe de fonctionnement

Les fossés et les noues permettent de collecter l'eau de pluie, par des canalisations ou par ruissellement en ralentissant leur écoulement. L'eau est stockée, puis évacuée par infiltration dans le sol ou vers un exutoire à un débit régulé (réseau de collecte, cours d'eau...).

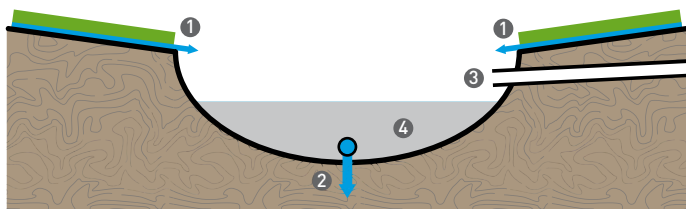
Leur différence repose sur leur conception et leur morphologie.

Les fossés : structures linéaires, assez profondes avec des rives abruptes. L'eau de pluie s'évacue par écoulement vers un exutoire ou par infiltration dans le sol s'il est perméable.



Noue d'infiltration

① Ruissellement ② Infiltration ③ Canalisation



Noue de rétention

① Ruissellement ② Vers exutoire ③ Canalisation ④ Cloison

Les noues : ce sont des fossés larges et peu profonds avec des rives en pente douce.

Il y a plusieurs types de noues, donc plusieurs types de fonctionnement. Elles peuvent être utilisées comme :

- ◆ Bassin de rétention, rétention/infiltration ou infiltration.
- ◆ Exutoires à part entière.
- ◆ Volume de stockage supplémentaire alimenté par débordement lors de la mise en charge du réseau ou d'un ouvrage alternatif.



Noue d'infiltration - Bonnatrait

Avantages

- Dépollution des eaux pluviales simple et efficace par décantation et filtration dans le sol
- Stockage, écrêtement des débits et régulation : limitation des débits de pointe à l'aval
- Bonne intégration dans le paysage, plus-value paysagère (végétation, habitats aérés)
- Plurifonctionnalité des usages : espace de jeux, de détente, espace vert...
- Conception et réalisation simple et peu coûteuse
- Réduction ou suppression du débit de pointe à l'exutoire
- Permet la collecte, le stockage et l'évacuation de l'eau de pluie

- Entretien simple et classique (type espace vert)
- Faible phénomène de colmatage
- Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique

Inconvénients

- Entretien et nettoyage régulier (tonte, ramassage des feuilles...) pour éviter le colmatage et la stagnation des eaux (risque de nuisance olfactive)
- Risque de pollution du sol : infiltration impossible si présence d'une nappe à moins d'un mètre du fond

POUR LES OUVRAGES COLLECTIFS

- Emprise foncière importante dans certains cas



Conseils sur la conception

Implantation

Les fossés et noues peuvent être placés: **dans le sens d'écoulement** des eaux de ruissellement, ou **perpendiculaire** aux eaux de ruissellement, pour intercepter l'eau et ralentir la vitesse d'écoulement.

Matériaux et végétaux

LES MATÉRIAUX

- ◆ Assurer l'étanchéité de la noue ou du fossé par : une **géomembrane** (recouverte de terre végétale), de l'argile ou du béton.
- ◆ Pour stabiliser les flancs du fossé on peut : planter les berges, utiliser des **pieux verticaux** (rondins de bois), mettre en place des **enrochements**, placer un **géotextile** ou une **géogrille**.
- ◆ Pour éviter la **stagnation** de l'eau dans la noue, il faut mettre un drain au fond de l'ouvrage.

LES VÉGÉTAUX

- ◆ **Gazon résistant à l'eau et à l'arrachement** (Herbe des Bermudes, Puéraire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme).

- ◆ **Arbres et arbustes pour stabiliser les berges**, privilégier les résineux ou arbres à feuilles pérennes pour éviter l'obstruction des dispositifs de régulation avec les feuilles mortes.
- ◆ **Végétaux** avec un système racinaire permettant une stabilisation du sol (pivotant, fasciculé ou charnu).

Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration*.

Entretien

ENTRETIEN PRÉVENTIF

Tondre le gazon, ramasser les feuilles et les débris, curer les orifices après des pluies importantes.

ENTRETIEN CURATIF

Enlever et remplacer la couche de terre végétale colmatée.

Coût à prévoir

Prix donnés à titre indicatif. Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

POUR UNE NOUE

- Le terrassement 5 à 20€ HT/m³

Si nécessaire :

- Installation du massif drainant 60 à 100€/ml
- Engazonnement environ 2€ HT/m²

Entretien :

- Curage environ tous les 10 ans 1€ HT/ml

POUR UN FOSSÉ

- Terrassement 35 à 40€ HT/m³

Si nécessaire :

- Installation du massif drainant 60 à 100€/ml
- Engazonnement environ 2€ HT/m²

Entretien :

- Curage environ tous les 10 ans 3€ HT/ml

Remarque

- Les noues et fossés peuvent être utilisés seuls comme technique alternative à part entière ou en complément d'autres techniques.
- Dans le cas de pentes, il faut réaliser un cloisonnement de la noue pour augmenter les volumes de stockage et réduire les vitesses d'écoulement.
- Pour éviter tout colmatage au cours de chantier : il faut réaliser l'ouvrage après le gros œuvre ou assurer une protection efficace.

Les puits d'infiltration

Principe de fonctionnement

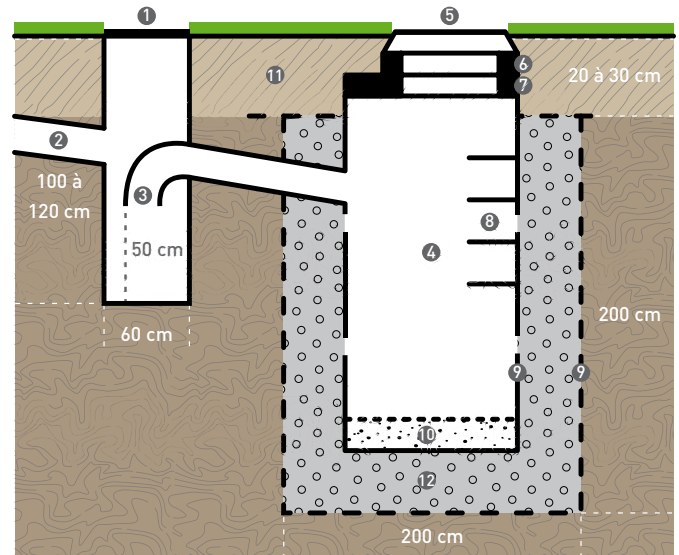
Les puits d'infiltration permettent le stockage temporaire et l'évacuation des eaux pluviales par infiltration dans les couches perméables du sol.

L'eau de pluie est collectée dans une chambre de décantation en amont du puits, par des canalisations ou par ruissellement.

Dans la plupart des cas, les puits sont comblés de matériaux poreux qui permettent la filtration de la pollution. Et les parois sont recouvertes de géotextile pour empêcher la migration des fines.

Les puits sont souvent utilisés en complément des techniques de stockage (tranchée drainante, noue et fossé, bassin de rétention) pour assurer leur débit de fuite.

Il y a deux types de puits d'infiltration :
le puits comblé, le puits creux.



Puisard de décantation

Puit d'infiltration

- | | |
|---|---|
| ① Regard de fermeture visible | ⑧ Echelon |
| ② Arrivée eau de pluie | ⑨ Bâche perméable à l'eau (géotextile non-tissé) |
| ③ Coude plongeant | ⑩ Couche filtrante (sable de rivière, cailloux grossiers, à remplacer périodiquement) |
| ④ Élément du puit (L100 cm) | ⑪ Terre végétale |
| ⑤ Regard verrouillable
Compatibilité avec zones de passage (piétons,voitures...) | ⑫ Cailloux grossier calcaire (grave 20/80) |
| ⑥ Réausse sous cadre (H15 cm) | |
| ⑦ Dalle réductrice (H15 cm) | |



Avantages

- Simplicité de conception
- Coût peu élevé
- Stockage et gestion in situ des eaux sans rejet en aval
- Pas besoin d'exutoire
- Alimentation de la nappe phréatique
- Dépollution de l'eau de pluie par décantation et filtration dans le sol
- Large gamme d'utilisation (parcelle et espace collectifs)
- Utilisable dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable

POUR LES OUVRAGES COLLECTIFS

- Ouvrage enterré : faible emprise foncière et bonne intégration au tissu urbain

Inconvénients

- Entretien régulier spécifique indispensable pour limiter les risques de colmatage (nettoyage de l'intérieur du puits, curage du fond,...)
- Capacité de stockage limitée
- Risque de pollution accidentelle du sol et de la nappe
- Technique tributaire de l'encombrement du sous-sol

Conseils sur la conception

Implantation

Le puits d'infiltration ne doit pas être situé dans une zone à infiltration réglementée (nappes d'alimentation en eau potable).

L'ouvrage doit être **situé dans la partie basse** de la parcelle.

La **perméabilité du sol** doit être suffisante (durée d'infiltration après orage environ 6h).

Il doit être implanté à une **distance minimale de 3m** par rapport à tout arbre ou arbuste (risque de dégradation par le système racinaire) et à plus de 5 m des bâtiments.

Le fond du puits doit être **situé au minimum à 2m** du niveau des plus hautes eaux de la nappe.

Matériaux et équipements

REVÊTEMENT DE SURFACE DU PUIITS

Puits comblé

Alimenté par ruissellement :

- ◆ Surfaces drainées en pente orientée vers le puits.
- ◆ Gazon, galets, enrobés drainants, dalles ou pavés poreux.

Alimenté par une canalisation avec un regard de décantation en amont.

Puits creux

Alimenté par une canalisation avec un regard de décantation en amont.

L'INTÉRIEUR DU PUIITS

Puits comblé

- ◆ Galets, cailloux, graviers, granulats concassés avec une porosité supérieure à 30 %.
- ◆ Matériaux alvéolaires avec une porosité supérieure à 90 %.
- ◆ Géotextile qui recouvre l'ensemble des matériaux.

L'INTERFACE PUIITS/SOL :

Puits comblé

- ◆ Géotextile qui a un rôle de filtre antipollution et empêche la migration des fines.
- ◆ Système anti-racines pour empêcher la détérioration du puits (s'il y a des arbres à proximité du puits).

Puits creux

- ◆ Crépine.
- ◆ Buse perforée (800 à 200 mm) en béton ou PEHD.

Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration*.

Entretien

ENTRETIEN PRÉVENTIF

Faire une visite de l'ouvrage tous les semestres pour éviter le colmatage des déchets.

Dégager les feuilles et déchets de la grille du regard de décantation pour maintenir l'écoulement. Nettoyage du regard de décantation 1 à 2 fois par an.

Contrôler le bon fonctionnement du système de trop-plein.

Changer les géotextiles.

ENTRETIEN CURATIF

Remplacer la totalité du massif filtrant en moyenne tous les 5 ans pour garder une capacité maximale d'infiltration.

Coût à prévoir

Prix donnés à titre indicatif. Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

LA RÉALISATION

Surface assainie 5€/m²

En moyenne 1500€ pour un puits de 2m/2m.

L'ENTRETIEN

Surface assainie entre 3 et 4€/m²

Curage entre 80 et 100€/an

Remarque

- **Pour le comblement du puits, les matériaux doivent être propres afin d'éviter le colmatage par les fines.**
- **L'infiltration est plus efficace sur les côtés à cause du colmatage plus rapide du fond du puits.**

Les structures réservoirs

Cette fiche s'adresse plus particulièrement aux collectivités.

Principe de fonctionnement

Les structures réservoirs permettent le stockage temporaire de l'eau de pluie dans un ouvrage souterrain (le corps de la structure). L'eau est ensuite évacuée par infiltration directe dans le sol ou par restitution vers un exutoire (réseau de collecte ou milieu naturel).

Le revêtement de surface peut être :

Poreux : les eaux s'infiltrent directement dans la structure.

Étanche : les eaux sont injectées dans la structure par des drains reliés à des avaloirs.

Ces ouvrages se situent généralement sous la voirie (rue, parking, trottoir, voie piétonne, etc.).



Avantages

STRUCTURE SEULE - TOUS USAGES CONFONDUS

- Ecrêtement des débits
- Aucune emprise foncière supplémentaire
- Filtration des polluants
- Intégration paysagère
- Insensibilité au gel
- Mise en œuvre facile

Cas de l'infiltration

- Absence d'exutoire
- Alimentation de la nappe

REVÊTEMENT POREUX - VOIRIE

- Réduction des eaux de ruissellement
- Réduction d'aquaplaning
- Suppression des projections d'eau
- Diminution du bruit du trafic routier
- Améliore le confort de conduite (visibilité)
- Résiste au gel (ne fissure pas)
- Bloc la pollution en surface

REVÊTEMENT POREUX - PARKING

- Intégration paysagère (dalles ou engazonnés, pavés en béton poreux, gravillons, etc.)
- Absence de flaques d'eau
- Absence de projection d'eau
- Confort des utilisateurs par temps de pluie/neige

ESPACE PIÉTON

- Souplesse des revêtements : confort de marche
- Absence de flaques d'eau

Inconvénients

STRUCTURE SEULE - TOUS USAGES CONFONDUS

- Technique tributaire de l'encombrement du sous-sol
- Coût parfois plus élevé
- Surveillance et entretien régulier des ouvrages d'injection (risque de colmatage)
- Réduction des possibilités d'installation des réseaux divers

Cas de l'infiltration

- Risque de pollution accidentelle de la nappe

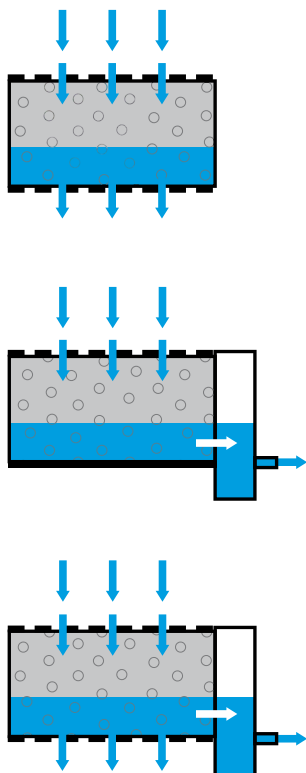
REVÊTEMENT POREUX - VOIRIE

- Entretien régulier et spécifique pour éviter le colmatage
- Risque d'orniérage : ne pas utiliser dans les zones giratoires ou de décélération
- Impossibilité de sablage
- Formation de verglas plus rapide

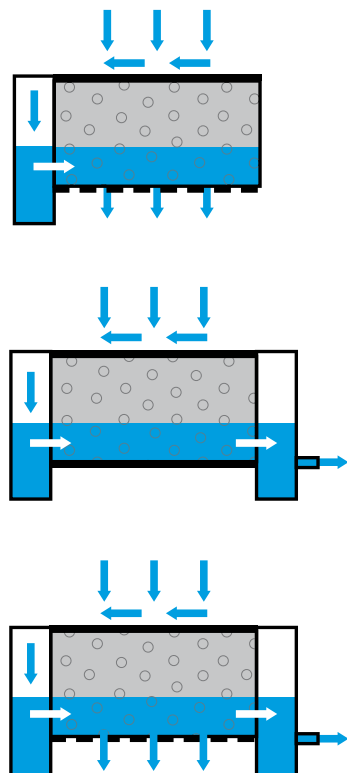
REVÊTEMENT POREUX - PARKING

- Les zones de manœuvres sont plus vite colmatées

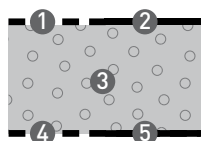
Injection répartie



Injection localisée



- ① Enrobé drainant
- ② Enrobé imperméable
- ③ Matériaux stockants
- ④ Géotextile
- ⑤ Géomembrane



Conseils sur la conception

Implantation

Dans les voiries à faible pente.

Ne pas utiliser dans les zones giratoires et de décélération. Dans les parkings ou cours d'une maison ou terrasse.

Matériaux et équipements

Installer des événements pour évacuer l'air.

Mettre un grillage avertisseur au-dessus des drains pour indiquer leur présence (voirie).

REVÊTEMENT DE SURFACE

Étanche : béton étanche, pavés, dalles. Prévoir un regard et une bouche d'injection avec filtre.

Poreux : pavés et dalles en béton poreux, pavés et dalles engazonnés, GNT (grave non traitée poreuse), bétons bitumineux.

L'INTÉRIEUR DE LA STRUCTURE RÉSERVOIR

Galets, cailloux, graviers, granulats concassés de porosité supérieure à 35% ou matériaux alvéolaires, en casier, en nid d'abeille...

Drain :

- ◆ En fond d'ouvrage : drain d'évacuation de vidange vers un exutoire.
- ◆ Drain d'alimentation en eau partant du regard et de la bouche d'injection.
- ◆ En milieu d'ouvrage : drain vers surverse de sécurité (en cas d'infiltration).

Concernant les dalles et pavés engazonnés, les sous-couches doivent être fertiles pour assurer la pérennité du gazon. Pour plus d'information voir avec des entreprises spécialisées.

L'INTERFACE STRUCTURE RÉSERVOIR / SOL

Infiltration : géotextile.

Rétention : géomembrane étanche.

Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration*.

Entretien

ENTRETIEN PRÉVENTIF

Revêtement étanche

Curage des drains et contrôle par inspection caméra (prévoir un diamètre et une longueur de drains appropriés).

Pour éviter le colmatage des bouches d'injection, avaloirs et regards, il faut un curage/semestre et un changement de filtre/an.

Revêtement poreux

Période hivernale : répandre une quantité importante de sel de classe A, pour éviter le verglas.

Nettoyage contre le colmatage : hydrocurage/aspiration (lavage à l'eau sous pression).

ENTRETIEN CURATIF

Revêtement poreux : procédé de haute pression/ aspiration.

Pollution accidentelle :

Rétention : confiner le polluant et l'aspirer par les regards.

Infiltration : aspirer le polluant le plus rapidement (par le sol ou par les bouches d'injections) et compléter par une décontamination du sol.

Coût à prévoir

Prix donnés à titre indicatif. Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

LA RÉALISATION

Pour une structure réservoir avec chaussée étanche : 240 à 290€/ml

Pour une structure réservoir avec chaussée poreuse : 270 à 450€/ml

Pour un revêtement de surface en dalles béton-gazon : entre 15 et 25€/m²

L'ENTRETIEN

Pour une chaussée poreuse :

- Lavage simple : 1€/m²/an,
- Lavage et changement de la couche de roulement : 3€/m²/an.
- Entretien des dalles béton-gazon : 0,2€/m²

Remarque

- *L'implantation de ces structures dans les lotissements permet de minimiser le risque de pollution (absence de trafic de produits polluants).*
- *Eviter tout dépôt de matériaux pour limiter le colmatage.*
- *Les revêtements poreux ont une perméabilité égale à 100 fois les besoins d'infiltration de la pluie. Donc même lorsqu'ils sont colmatés, ils restent efficaces.*



Dalle engazonnée - Chens-sur-Léman

Les toitures stockantes

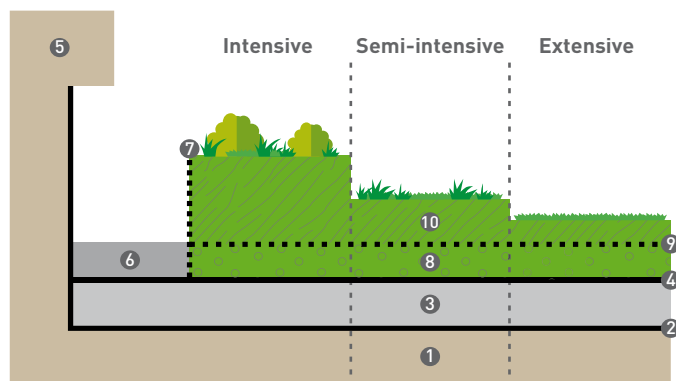
Principe de fonctionnement

Ce sont des toits plats ou légèrement inclinés (pente entre 0,1 et 5%) avec un parapet en pourtour de toiture qui permet le stockage temporaire des eaux pluviales. L'eau est évacuée à un débit régulé par le biais d'un dispositif de vidange, et par évaporation et absorption (dans le cas d'une toiture végétalisée).

Les toits en pente douce peuvent être aménagés à l'aide de caissons cloisonnant la surface (création de barrages).

Les toitures stockantes peuvent être végétalisées :

- ◆ **Végétation extensive** : mousses, plantes vivaces, sédums.
- ◆ **Végétation semi-intensive** : plantes vivaces, graminées.
- ◆ **Végétation intensive** : gazon, plantes basses, arbustes, arbres...



Toiture végétalisée

- | | |
|---------------------|---|
| ① Eléments porteur | ⑦ Dispositif de séparation entre la zone stérile et la zone végétalisée |
| ② Pare-vapeur | ⑧ Couche de drainage et stockage des eaux pluviales |
| ③ Isolant thermique | ⑨ Couche filtrante |
| ④ Etanchéité | ⑩ Substrat |
| ⑤ Ouvrage émergent | |
| ⑥ Zone stérile | |



Toiture végétalisée - Annecy

Avantages

- Régulation du débit de sortie
- Réduction du débit de pointe = diminution de la taille des réseaux à l'aval
- Pas d'emprise foncière
- Bonne intégration dans le tissu urbain
- Pas de surcoût par rapport à une toiture traditionnelle
- Conception simple
- Adaptée à l'échelle de la parcelle
- Adaptable aux toitures traditionnelles

CAS D'UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE

- Bonne intégration paysagère
- Impact thermique : réduction des coûts énergétiques
- Isolant acoustique

- Renforcement de la biodiversité

Inconvénients

- Deux visites d'entretien par an (risque d'obstruction des évacuations)
- Possibilité de problème lié au gel
- Réalisation effectuée par des entreprises spécialisées
- Plus difficile à mettre en place sur une toiture en pente (cloisonnement)
- Réalisation sur une toiture existante : vérifier la stabilité et l'étanchéité
- Il ne doit pas y avoir d'installation électrique sur le toit (ventilation, chaufferie, panneau solaire...)

CAS D'UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE

- Risque de pollution des eaux (produits chimiques)

Conseils sur la conception

Règles techniques

La mise en œuvre de toits stockants (ouvrages neufs ou réhabilitation) est régie par plusieurs règles techniques en vigueur :

- Les documents techniques unifiés : DTU 43.1 (étanchéité des toitures terrasse) et DTU 60.11 (évacuation des eaux pluviales de toiture).
- Les avis techniques pour les toitures engravillonnées.
- Les règles professionnelles de la chambre syndicale nationale de l'étanchéité pour la réfection des toitures (octobre 1987).
- Le classement FIT des revêtements d'étanchéité (cahier CSTB n°2358 de septembre 1989).

La technicité employée pour la réalisation d'une toiture stockante est similaire à la mise en œuvre d'une toiture-terrasse classique.

Le DTU 60.11 détermine les règles d'évacuation des eaux pluviales de la toiture :

- Tout point de la terrasse est situé à moins de 30 m d'une descente.
- Toute bouche draine une surface maximale de 700 m².
- Les descentes doivent avoir un diamètre minimum de 60 mm pour éviter toute obstruction et être dimensionnées suivant les règles habituelles du DTU 60.11.
- En cas de volume important à stocker, il faut assurer une sécurité à l'effondrement de la structure. Pour cela, la toiture doit pouvoir évacuer un débit de 3 l/min/m² par des trop-pleins.

Implantation

Sur une toiture de construction neuve ou existante (sauf végétation intensive) après vérification de la résistance mécanique de l'élément porteur et de l'étanchéité du toit. Les zones stériles doivent être placées autour des ouvrages contre le parapet.

Pour les toitures végétalisées l'épaisseur du substrat varie selon le type de végétation :

Extensive : 4 à 15 cm

Semi-intensive : 12 à 30 cm

Intensive : > 30 cm

Matériaux et équipements

TOITURE STOCKANTE

- ◆ Élément porteur : béton, bois et acier.
- ◆ Pare vapeur : contre la migration de la vapeur d'eau.
- ◆ Isolant thermique : même type qu'une toiture classique.
- ◆ Revêtement d'étanchéité : bicouche en membranes bitumeuses ou asphalte coulé.
- ◆ Protection de l'étanchéité : gravillons (augmente la durée de ressuyage, régulateur, limite le colmatage des dispositifs de régulation).

Ensemble de dispositifs de vidange :

- ◆ Régulateur : évacuation régulée, jusqu'à une hauteur d'eau, par le biais d'orifices calibrés.
- ◆ Trop pleins de sécurité : déversoirs de sécurité en cas de dysfonctionnement des régulateurs (bouchés, engorgés). Ils définissent aussi la hauteur d'eau limite sur la toiture.



Ces dispositifs de vidange doivent être munis de dégrilleurs pour limiter leur obturation (feuilles, branches...).

TOITURE VÉGÉTALISÉE

- Élément porteur : béton, bois et acier (les deux derniers seulement pour les végétations extensive et semi-intensive).
- Pare vapeur
- Isolant thermique
- Revêtement d'étanchéité : bicouche en membranes bitumeuses traités anti-racine ou asphalte coulé.
- Couche drainante : agrégats minéraux poreux, argile expansée, matériaux alvéolaires, éléments synthétiques pré moulés, matelas de drainage synthétiques.
- Couche filtrante : matériaux non tissés synthétiques en polyester ou polyéthylène.
- Substrat : éléments organiques (tourbe, compost, terreau de feuilles...) avec minéraux (pierre de lave, pierre ponce, argile expansée...). Terre végétale pour une végétation intensive.
- Végétation : extensive, semi-intensive, intensive.
- Dispositif de séparation zone stérile et zone végétalisée : bande métallique ou bordure préfabriquée en béton ou en brique.
- Protection de l'étanchéité de la zone stérile : gravillons, dalles préfabriquées en béton ou en bois posées sur la couche drainante ou sur plots.

Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration*.

Entretien

Préconisation de la Chambre syndicale nationale d'étanchéité :

- Deux visites annuelles par an (avant l'été : contrôle des avaloirs et descentes d'eaux pluviales. Après l'automne : enlever les feuilles/ branches mortes, mousses et espèces parasites.)
- Arrosage, taille, tonte (végétation intensive et semi-intensive), désherbage.
- Enlever les mousses tous les 3 ans, en moyenne, au niveau des dispositifs de régulation.

Coût à prévoir

Prix donnés à titre indicatif. Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

LA RÉALISATION

Pour une toiture stockante : entre 7 et 30€/m² (en fonction des aménagements réalisés sur la toiture).

Pour une toiture végétalisée (surface de 1 000 m²) hors élément porteur et étanchéité :

Extensive : entre 40 et 70€/m².

Intensive : environ 100€/m².

L'ENTRETIEN

Pour une toiture stockante : environ 1€/an/m².

Remarque

- Cette technique peut être associée à d'autres techniques alternatives (tranchée, noue, puits d'infiltration).



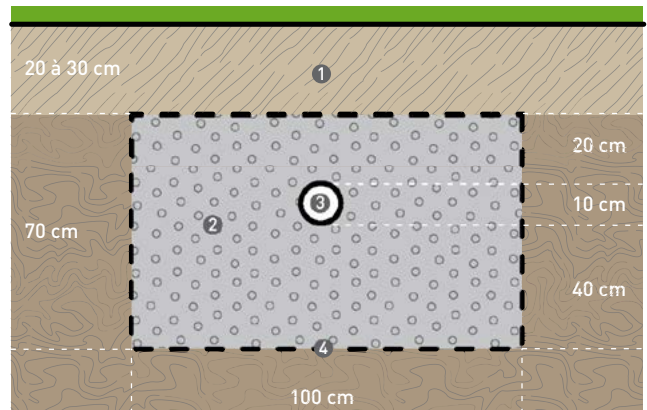
Les tranchées

Principe de fonctionnement

Ce sont des ouvrages linéaires et superficiels remplis de matériaux poreux tels que du gravier ou des galets. L'eau de pluie est collectée par ruissellement ou par des canalisations. Selon le type, les tranchées retiennent l'eau de pluie et l'évacuent vers un exutoire, ou l'infiltrent dans le sol. Ces deux techniques peuvent se combiner.

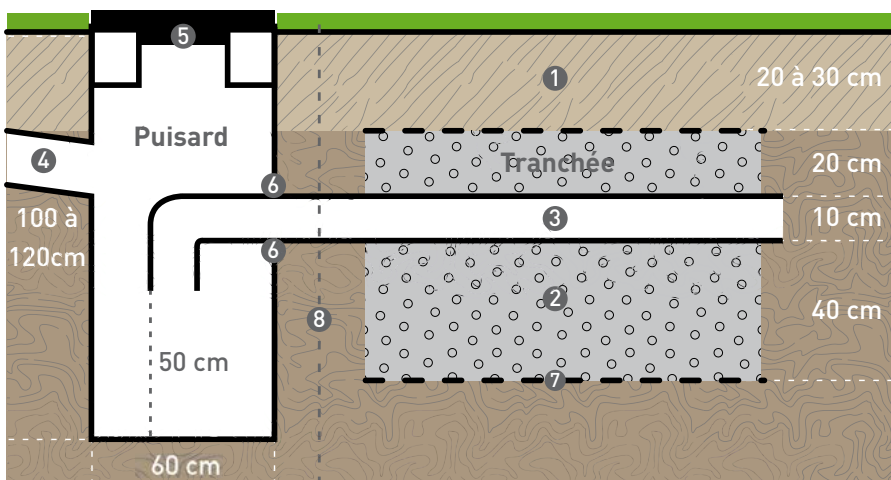
La tranchée drainante : système de rétention des eaux. L'eau de pluie est évacuée par un drain, selon un débit régulé vers un exutoire (réseau de collecte, cours d'eau, bassin de rétention/infiltration).

La tranchée infiltrante : système d'infiltration des eaux. L'évacuation de l'eau de pluie se fait par infiltration directe dans le sol.



Tranchée

- ① Terre végétale
- ② Cailloux grossier calcaire (grave 20/80)
- ③ Drain PVC (100 mm)
- ④ Bâche perméable à l'eau (géotextile non-tissé)
Fond de tranchée horizontal



Tranchée (coupe longitudinale)

- ① Terre végétale
- ② Cailloux grossier calcaire (grave 20/80)
- ③ Drain PVC (100 mm)
- ④ Arrivée eau de pluie
- ⑤ Regard de fermeture visible
- ⑥ Joints d'étanchéité
- ⑦ Bâche perméable à l'eau (géotextile non-tissé)
Fond de tranchée horizontal
- ⑧ 50 cm minimum entre puisard et tranchée

Avantages

- Technique peu coûteuse
- Mise en œuvre facile et bien maîtrisée
- Bonne intégration paysagère (diverses formes et revêtements de surface)
- Dépollution des eaux pluviales simple et efficace par filtration ou infiltration
- Réduction des débits de pointe et des volumes s'écoulant vers les exutoires
- Absence d'exutoire (si infiltration)
- Alimentation de la nappe phréatique (si infiltration)

POUR LES OUVRAGES COLLECTIFS

- Faible emprise foncière

- Technique bien adaptée aux terrains plats dont la collecte des eaux pluviales est difficile à mettre en place

Inconvénients

- Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable pour éviter le colmatage et la stagnation de l'eau (risque de nuisances olfactives)
- Interdiction d'infiltration en présence d'une nappe à moins d'un mètre (risque de pollution)

POUR LES OUVRAGES COLLECTIFS

- Risque de dépôts de flottants, si absence d'un système de dégrillage en amont

Conseils sur la conception

Implantation

La tranchée doit être **perpendiculaire** au sens d'écoulement des eaux de ruissellement.

Le **fond de la tranchée doit être horizontal** pour faciliter la diffusion de l'eau dans la structure.

Matériaux et équipements

REVÊTEMENT DE SURFACE

- ◆ **Dalles ou pavés poreux, galets, enrobés drainants, gazon.**
- ◆ **Géotextile ou couche de sable** sous les matériaux pour filtrer les polluants.

La canalisation qui alimente la tranchée en eau de pluie doit provenir d'un regard de décantation.

L'INTÉRIEUR DE LA TRANCHÉE

- ◆ **Galets, cailloux, graviers, granulats concassés** de porosité supérieure à 30% ou matériaux alvéolaires de porosité supérieure à 90%.

Drain

- ◆ En fond de tranchée : se remplit et alimente un regard en aval (action de rétention).
- ◆ En haut de tranchée : pour répartir l'eau de pluie dans l'ensemble de l'ouvrage pour faciliter l'infiltration (action d'infiltration).

L'INTERFACE TRANCHÉE/SOL

Dans le cas d'une infiltration :

- ◆ **Géotextile** qui a un rôle de filtre anti pollution et il limite la migration des fines à l'intérieur de la structure.

Dans le cas d'une rétention :

- ◆ Si nécessaire, une **bâche étanche** (géomembrane) pour protéger la nappe ou le sol.
- ◆ **Système anti-racines** s'il y a des arbres proches de la tranchée pour empêcher la détérioration de la structure.

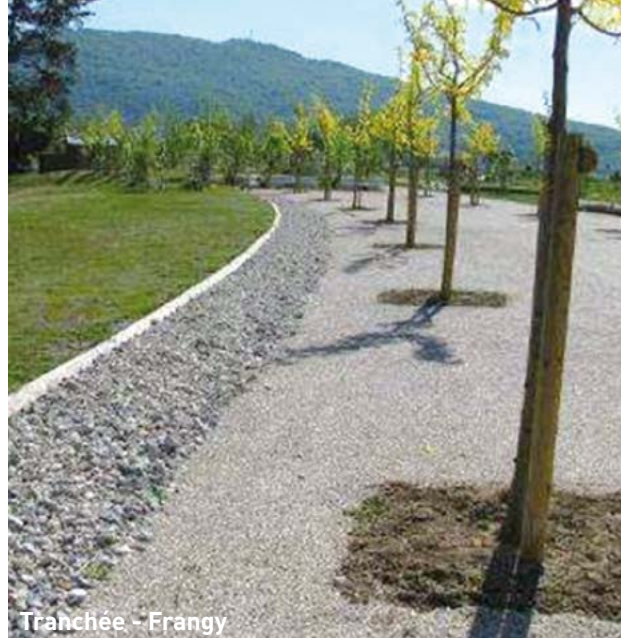
Dimensionnement

Aspect hydraulique : voir le dossier *Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration*.

Entretien

ENTRETIEN PRÉVENTIF

Maintenir le fonctionnement hydraulique de la tranchée : Entretenir le revêtement drainant de surface. Ramasser les déchets ou les feuilles mortes qui obstruent les regards.



ENTRETIEN CURATIF

Lorsque le fonctionnement hydraulique n'est plus assuré : Décolmater la surface drainante de la tranchée. Changer les matériaux de surface. Remplacer les matériaux à l'intérieur de la structure.

Coût à prévoir

Prix donnés à titre indicatif. Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

LA RÉALISATION

- Mise en place d'une tranchée drainante 40 à 50€ HT/m³ terrassé (ou environ 60€ HT/ml pour un profil de 1 m²/ml).

Mais ce coût peut aller jusqu'à 300€/m³ selon la complexité du dispositif à mettre en œuvre (modules en plastique).

L'ENTRETIEN

- Coût d'entretien d'une tranchée drainante : 0,4 à 0,7€/m³ /an (ou encore 1€ HT/m²/an).

Remarque

- *Les tranchées peuvent être couplées avec d'autres techniques alternatives (elles servent ainsi de système drainant en fond de bassin par exemple).*
- *Terrains en pente : des cloisons permettent d'augmenter les volumes de stockage et d'empêcher l'érosion causée par la vitesse de l'eau.*
- *Pour éviter tout colmatage au cours de chantier : il faut réaliser l'ouvrage après le gros œuvre ou assurer une protection efficace. Les matériaux doivent être propres pour éviter un colmatage prématuré.*
- *En fin de travaux, pour constater le bon fonctionnement hydraulique de la tranchée, il est nécessaire de vérifier sa capacité de stockage et de vidange par des essais de remplissage et de vidange.*
- *Interdiction d'infiltrer dans une nappe servant à l'alimentation en eau potable.*