Gestion intégrée des eaux pluviales

Novembre 2024

INTRODUCTION

Pour les constructions et infrastructures nouvelles, publiques ou privées, collectives ou individuelles, toutes les possibilités de solutions « alternatives » ou « compensatoires » au ruissellement doivent être envisagées par les usagers et les maîtres d'ouvrage pour évacuer les eaux pluviales : l'infiltration des eaux pluviales sera privilégiée si la nature du sol le permet (capacité d'infiltration du sol à vérifier par des essais in situ).

Elles feront principalement appel à l'infiltration, au stockage, à l'épandage superficiel :

1. Assainissement à la parcelle : stockage sur la parcelle (citerne), puits d'infiltration, fossés, noues, tranchées drainantes, toitures terrasses, lits d'épandage. Ce type d'aménagement est réalisable partout (en ville, hameaux, maisons isolées).
2. Assainissement par groupe de parcelles : fossés, noues, tranchées pour recueillir et infiltrer les eaux de ruissellement des espaces collectifs, tranchées filtrantes ou drainantes, chaussées poreuses ou sur fondation drainante. Ce type d'assainissement concerne principalement les secteurs fortement urbanisés ou les hameaux.
3. Assainissement par opération : bassins de retenue ou d'infiltration, chaussées réservoirs. Ce type d'assainissement concerne principalement les secteurs fortement urbanisés.

Pour les constructions et infrastructures existantes, différents aménagements peuvent être envisagés par les propriétaires pour lutter contre le ruissellement et les inondations :

- ✓ Réduction des apports amont par écrêtement (bassins tampons), déconnexion de bassins versants des zones de collecte ;
- ✓ Modification de la répartition des flux d'amont en aval ;
- ✓ A l'occasion d'opportunités de travaux ou d'aménagements, techniques alternatives précédentes ;
- ✓ Suppression d'insuffisances locales par renforcement d'ouvrages incriminés.

SOLUTIONS FONDEES SUR LA NATURE

NOUES ET FOSSES

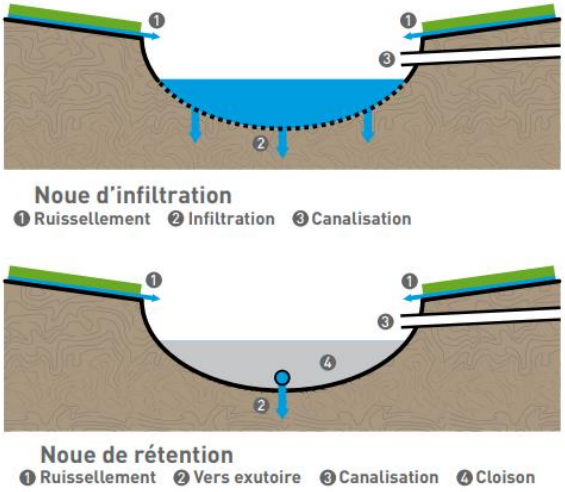
1) Principe de fonctionnement

Les noues et les fossés ont des principes de fonctionnement similaires et se distinguent uniquement par de petites différences morphologiques.

Les fossés sont des 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. Une noue est un large fossé peu profond avec des rives en pente douce.

Les noues et les fossés sont généralement situées en bordure de chaussée ou intégrées dans un espace vert et ils permettent l'écoulement et le stockage des eaux pluviales à l'air libre.

Les noues vont permettre de collecter les eaux de pluie et de ruissellement pour ensuite les infiltrer dans le sol (noue ou fossé d'infiltration), ou bien les évacuer à un débit régulé vers un exutoire qui peut être un puits, un bassin ou le réseau (noue ou fossé de rétention). L'eau est collectée par l'intermédiaire de canalisations ou bien directement par ruissellement de surface.



Source : SYMASOL

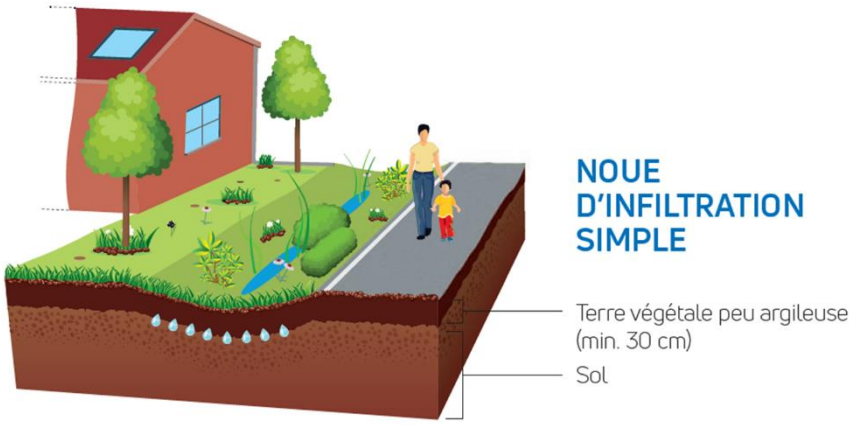
2) Conditions et domaines d'utilisation

Leur utilisation est à privilégier sur des projets en milieu périurbain : zone d'habitat peu dense, zone d'activité tertiaire, coulée verte…

Les noues présentent un caractère esthétique et paysager qui leur permet une intégration facile au sein de nombreux espaces comme les espaces verts, bordures de parcelle en zone industrielle ou lotissements, contre-allées ou terre-pleins centraux des boulevards urbains, terrains de sport, délaissés des voiries, etc.

Selon la pente des cloisonnements transversaux peuvent être disposés de façon à augmenter la capacité de stockage sans avoir à trop creuser la partie aval des ouvrages.

Grâce à leur faible profondeur, les noues peuvent constituer une excellente alternative lorsque la nappe est peu profonde.



Source : ADOPTA

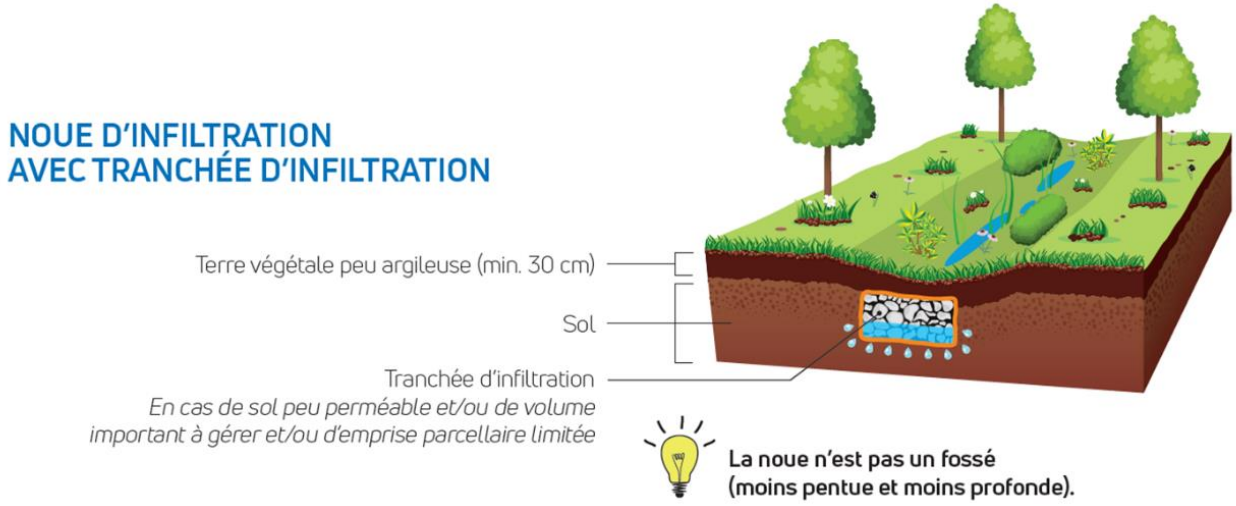
Les matériaux à mettre en place sont :

- une géomembrane de l'argile ou du béton : pour assurer l'étanchéité de la noue ou du fossé ;
- des pieux verticaux, des enrochements, un géotextile ou une géogrille : pour stabiliser les flancs du fossé ;
- un drain au fond de l'ouvrage : pour éviter la stagnation de l'eau dans la noue.

Les végétaux à mettre en place sont :

- un gazon résistant à l'eau et à l'arrachement : Herbe des Bermudes, brome inerme…
- des arbres et arbustes pour stabiliser les berges
- des résineux ou arbres à feuilles pérennes pour éviter l'obstruction des dispositifs de régulation avec les feuilles mortes ;
- des végétaux avec un système racinaire permettant une stabilisation du sol.

Une combinaison avec une tranchée drainante est possible.



Source : ADOPTA

3) Dimensionnement

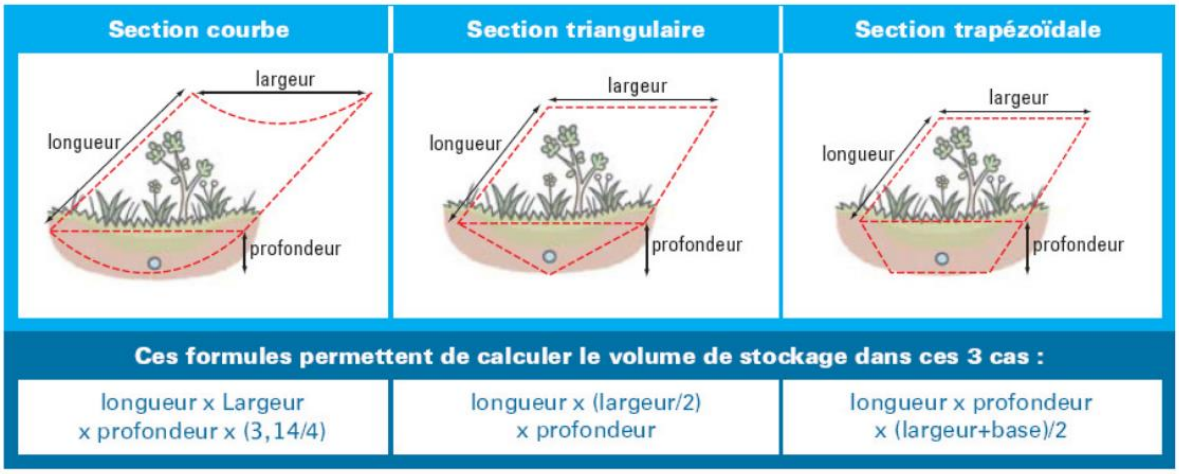
Le principe de dimensionnement d'une noue consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage ou sa surface d'infiltration minimale.

Pour favoriser le stockage dans les noues et fossés, certains critères doivent être respectées :

- faible pente < 0,5 % ;
- faible profondeur par rapport à la largeur ;
- aspect linéaire de l'aménagement, à l'aspect d'un ruisseau.

Dans le cas d'une pente très faible soit inférieure à 0,2 ou 0,3 %, une cunette en béton devrait être réalisée au fond de la tranchée pour assurer un écoulement minimal.

Le volume de stockage varie en fonction de la forme de l'aménagement. Trois formules permettant le calcul du volume de stockage pour les sections courbes, triangulaires et trapézoïdales :



Calcul du volume de stockage dans les noues (GRAND LYON)

En cas d'infiltration, le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique pour évoluer la perméabilité du sol et ensuite d'ne déduire le volume utile de rétention.

4) Entretien

L'entretien des noues est similaire à celui d'un espace vert. Son bon fonctionnement repose essentiellement sur son entretien régulier. Plus les pentes de la noue ou du fossé sont douces, plus l'entretien est aisé.

L'entretien des noues consiste en un ramassage régulier des feuilles et des détritus, une tonte et un arrosage du gazon réguliers, un curage des orifices d'entrée et de sortie et une régénération, tous les dix ans, de l'interface d'infiltration par scarification.

Le fond pourra être décompacté ou aéré tous les 3 à 5 ans pour conserver une infiltration optimale. En cas de colmatage du fond filtrant, il est nécessaire de remplacer la couche de terre végétale colmatée.

5) Coût à prévoir

Pour une noue

Terrassement :	5 à 25 € HT/m³
Installation du massif drainant :	60 à 120 € HT/ml
Engazonnement :	4 € HT/m²
Curage :	3 € HT/ml

Pour un fossé

Terrassement :	35 à 50 € HT/m³
Installation du massif drainant :	60 à 120 € HT/ml
Engazonnement :	4 € HT/m²
Curage :	6 € HT/ml

6) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des noues et fossés :

Avantages	Inconvénients
Dépollution des eaux pluviales par décantation et filtration dans le sol Bonne intégration dans le paysage Entretien simple et classique Réduction et limitation du débit de pointe à l'exutoire	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles…) pour éviter le colmatage et la stagnation des eaux Colmatage possible des ouvrages Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau Risque d'accident en période de remplissage
Cas particulier des noues Possibilité d'être intégrées comme espace paysager et esthétique Utilisation possible en espaces de jeux, de détente… Conception et réalisation simple et peu coûteuse	Emprise foncière importante dans certains cas pour les ouvrages collectifs
Cas particulier de l'infiltration Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable	Risque de pollution de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

7) Exemples en photos

Source : ADOPTA

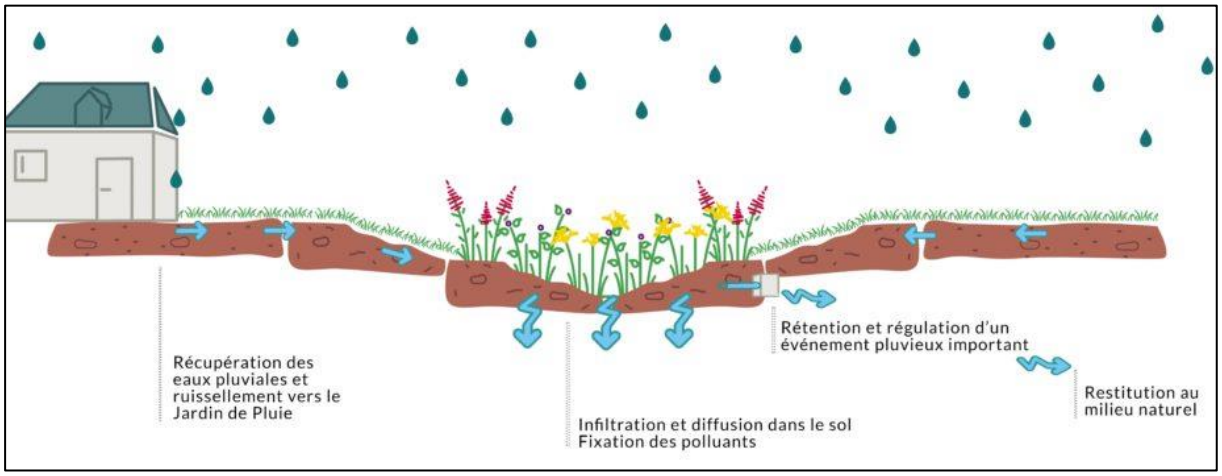
LE JARDIN DE PLUIE

1) Principe de fonctionnement

Le jardin de pluie est un espace vert de forme libre et faible profondeur destiné à être végétalisé et à gérer les eaux pluviales de voirie et/ou de toiture.

Le jardin de pluie retient l'eau temporairement, le temps qu'elle s'infiltre dans le sol.

Suivant les contraintes du terrain ou du budget, le jardin de pluie peut favoriser le développement de la faune et de la flore autour des habitations.



Source : Aquatiris

2) Conditions et domaines d'utilisation

Le jardin de pluie corresponde à tout type d'aménagement : parcelle privative, espace public, ZAC, …

Néanmoins, il faut tout de même choisir une palette végétale locale diversifiée et apte à supporter la présence intermittente d'eau.

Mise en œuvre :

- prévoir une superficie au minimum de 5 à 10 % des surfaces collectrices de ruissellement qui s'y écoulent ;
- favoriser plusieurs petits jardins de pluie décentralisés plutôt qu'une grande surface, centralisée ;
- aménager les berges en pente douce (max 5%) ;
- disposer des zones casses vitesses empierrées ;
- favoriser les plantes indigènes, locales et adaptées à une alternance de périodes inondées et sèches ;
- prévoir un trop-plein pour des évènements pluvieux dépassant les capacités d'infiltration du jardin.

3) Dimensionnement

Les dimensions du jardin de pluie doivent permettre de respecter le volume utile de la rétention nécessaire.

La profondeur varie généralement entre 10 et 20 cm. La taille varie habituellement entre 9 et 30 cm.

4) Coût à prévoir

Le coût est identique à celui d'un jardin n'intégrant pas les eaux pluviales.

5) Entretien

L'entretien des jardins de pluie est similaire à celui d'un espace vert planté. Son bon fonctionnement repose essentiellement sur son entretien régulier.

Il faut contrôler des éventuels débits de fuite et trop-pleins soit après chaque évènement pluvieux important soit au moins deux fois par an.

Le fond pourra être décompacté ou aéré tous les 3 – 5 ans pour conserver une infiltration optimale.

6) Avantages et inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des jardins de pluie :

Avantages	Inconvénients
Réduction de l'écoulement des eaux de ruissellement Amélioration de la qualité de l'eau en réduisant la quantité de contaminant qui se déversent dans les égouts Rechargement des eaux souterraines Possibilité d'être intégrées comme espace paysager et esthétique	Conception et entretien un peu coûteux car ils nécessitent une conception spécifique, un sol bien drainé et un choix approprié de plantes Emprise foncière assez importante Protection à mettre en place contre le stationnement sauvage, si l'implantation est publique ou accessible Faible volume de rétention

7) Exemples en photos

Showroom ADOPTA à Douai 2023

Source : Jardin de pluie fleuri Aquatiris

LA TOITURE STOCKANTE OU VEGETALISEE

1) Principe de fonctionnement

Le principe est simple : il s'agit de profiter de l'espace consacré à la toiture pour y retenir temporairement les eaux pluviales. Cela va alors permettre de ralentir le ruissellement de l'eau sans avoir besoin d'ouvrage de collecte.

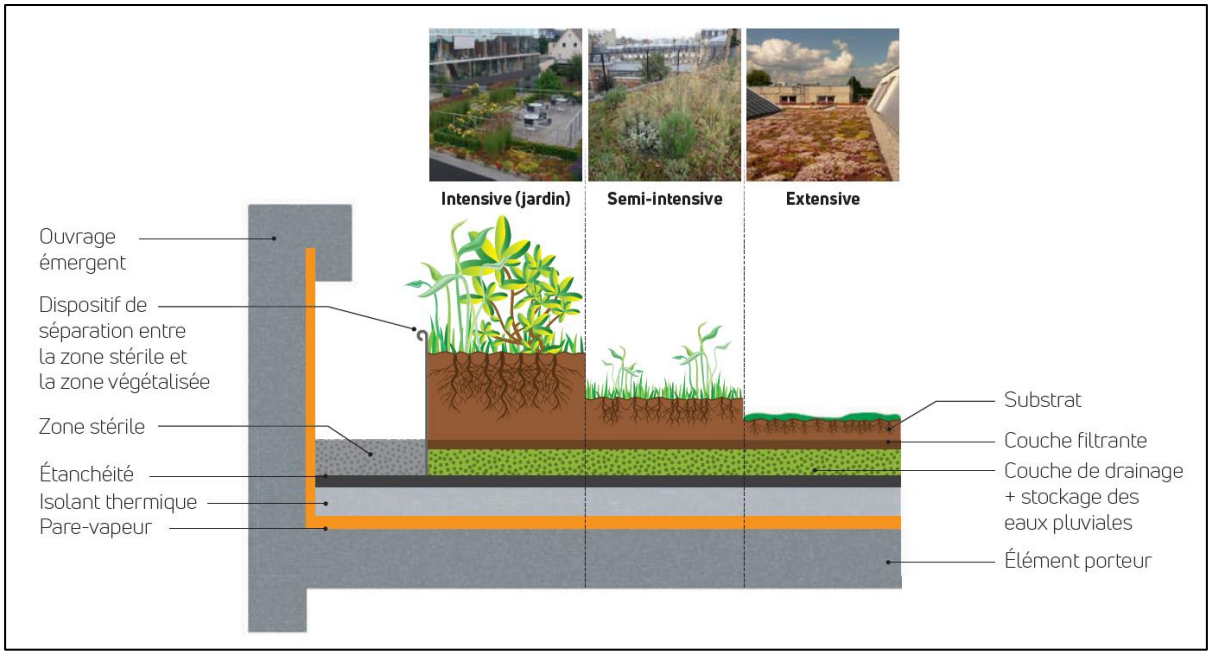
Le stockage est réalisé grâce à un revêtement d'étanchéité, généralement protégé par une couche de gravillons ou bien par de la végétation (toiture végétalisée).

Ce matériau stockant permet de réduire les débits de pointe et d'assurer une « filtration » des eaux collectées.

La toiture végétalisée est une meilleure isolation thermique, acoustique, et prolonge la durée de vie du toit. Elle offre un lieu privilégié de biodiversité, aide à lutter contre les îlots de chaleur et les inondations tout en améliorant le cadre de vie.

Il existe trois types de végétalisation possibles :

- Extensive : substrat réduit sur lequel se développent des sédums,
- Semi-extensive : substrat moyen sur lequel poussent des graminées et vivaces,
- Intensive : substrat épais où l'on peut planter arbustes et petits arbres, (avec une prise en compte de leurs besoins et développement).



Source : ADOPTA

2) Conditions et domaines d'utilisation

Les toitures stockantes peuvent être employées en milieu rural ou urbain. Cette technique est particulièrement adaptée aux zones urbaines denses et à la gestion des eaux pluviales de petites surfaces imperméabilisées, en habitat individuel ou collectif.

Sa réalisation doit répondre à des normes édictées par les pouvoirs publics. Ces normes sont regroupées dans des DTU (documents techniques unifiés) : la toiture doit être inaccessible aux piétons et voitures, de pente nulle ou très faible, la surcharge imposée par les eaux pluviales doit être prise en compte dans les calculs et il ne doit pas y avoir d'installations électriques. Elle fait également l'objet de règles édictées par la CSNE (Chambre Syndicale Nationale de l'Étanchéité).

Cette technique est conseillée sur des constructions neuves, car dans le cas contraire il est nécessaire de réaliser des études complémentaires concernant l'aptitude du bâtiment à supporter la surcharge créée par les eaux retenues.

Dans le cas des toitures végétalisées, la technique est bien adaptée à l'habitat individuel mais aussi à des équipements publics. Elle peut alors être installée sur une structure en béton, acier ou bois.

La technicité employée pour la réalisation d'une toiture stockante est similaire à la mise en œuvre d'une toiture-terrasse classique. Le nombre de descentes est imposé par les règles du DTU 60.11 :

- 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 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.

Pour les toiture 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.

3) Dimensionnement

Le dimensionnement de la couche de « stockage » est effectué en fonction de la surface totale (S) du toit à gérer, du volume d'eau à stocker (V) et de la porosité du matériau utilisé (P).

Ainsi on détermine l'épaisseur de la couche (E) à mettre en place avec la formule suivante :

$$E = V / (S \times P).$$

Parallèlement, un dimensionnement structurel doit être réalisé.

4) Entretien

L'entretien est à la charge des propriétaires.

La CSNE préconise un minimum de deux visites annuelles réalisées par un professionnel qualifié pour les toitures stockantes :

- l'une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes, les mousses et espèces parasitaires…
- l'autre avant la période estivale afin de contrôler les avaloirs, les descentes d'eaux pluviales…

L'objectif est de veiller au bon état des évacuations et de limiter les accumulations intempestives (feuilles, papiers, etc.).

Il est nécessaire d'enlever les mousses tous les 3 ans en moyenne au niveau du dispositif de régulation.

Il faut éviter d'utiliser des produits chimiques pour le traitement de la végétation afin de ne pas polluer l'eau.

En ce qui concerne les végétations intensives et semi-intensives, un arrosage peut être prévu si besoin, ainsi qu'une taille et une tonte des végétaux présents.

5) Coût à prévoir

Pour une toiture stockante

Réalisation :	10 à 35 € HT/m² selon les aménagements prévus
Entretien :	4 € HT/an/m²

Pour une toiture végétalisée hors élément porteur et étanchéité

Extensive :	45 à 75 € HT/m²
Intensive :	110 € HT/m²

6) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des toitures stockantes et végétalisées :

Avantages	Inconvénients
Toitures stockantes	
Réduction du débit de pointe Bonne intégration dans le tissu urbain Conception simple Pas de surcoût par rapport à une toiture « normale »	A utiliser avec précautions sur une toiture existante : vérification de la stabilité et de l'étanchéité Réalisation soignée par des professionnels Méthode inadaptée aux terrasses ou aux toitures terrasses comportant des locaux techniques (chaufferie, monte charge…)
Toitures végétalisées	
Bonne intégration paysagère Impact thermique : réduction des coûts énergétiques Isolat acoustique Renforcement de la biodiversité Conception simple Pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire	Risque de pollution des eaux (produits chimiques) Entretien régulier : risque de nuisances olfactives et d'obstruction des évacuations Inadaptées aux toitures pentues Conception précise : étanchéité indispensable

7) Exemples en photos

Source : Toiture couvreur

Source : ADOPTA

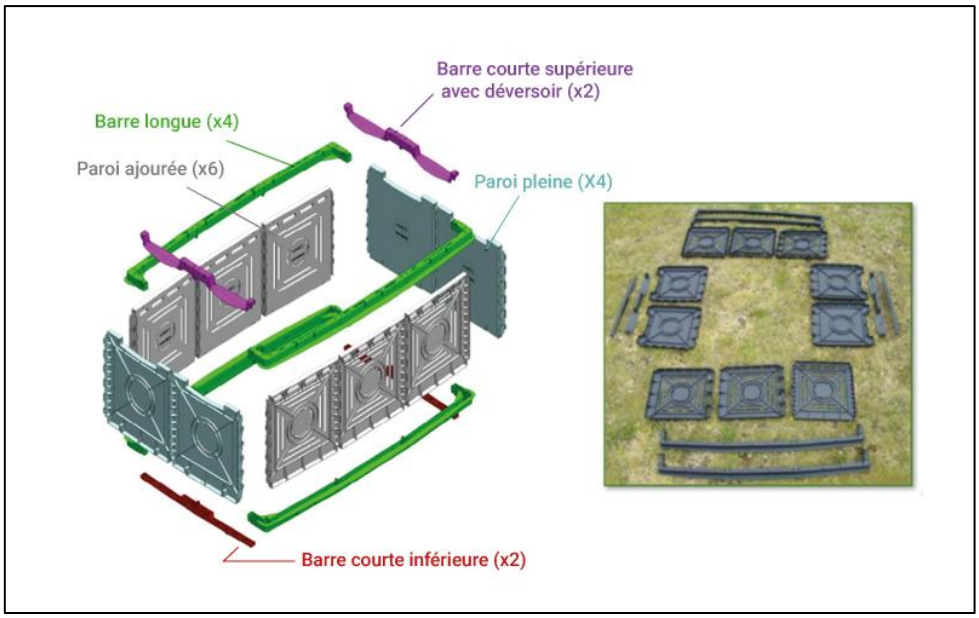
L'ECHELLE D'EAU

1) Principe de fonctionnement

L'échelle d'eau est une combinaison linéaire de modules plastiques à parois clipsables sans fond. Ces modules peuvent facilement accueillir des plantations arbustives.

Elles permettent de récupérer les eaux de pluie et des ruissellements des surfaces imperméabilisées de la parcelle. Lorsqu'elles sont assemblées linéairement, l'eau passe d'une échelle à l'autre par surverse : quand l'échelle amont est pleine, elle surverse dans l'échelle située directement à son aval et ainsi de suite.

Les échelles d'eau permettent de stocker de façon temporairement. Une fois stockée, l'eau est évacuée soit par infiltration dans le sol au travers du fond et des fentes latérales prévues dans les parois des échelles d'eau soit évapotranspiration.



Source : echellesdeau.fr

2) Conditions et domaines d'utilisation

Les échelles d'eau peuvent épouser la configuration de la parcelle pour en délimiter les pourtours. Les fentes prévues sur les parois offrent ainsi la possibilité de les placer à angle droit sans toutefois empêcher le déversement de l'eau d'une échelle à l'autre. On peut également les disposer de façon à créer des courbes.

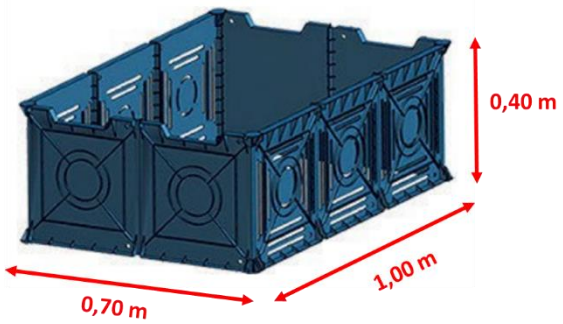
Néanmoins, il faut tout de même choisir une palette végétale locale diversifiée et apte à supporter la présence intermittente d'eau.

Pour les installer, il faudrait :

- Réaliser une tranchée de 20 cm de profondeur ;
- Poser les échelles d'eau en fond de tranchée ;
- Etaler la terre excédentaire le long des échelles d'eau.

3) Dimensionnement

Chaque modèle a une longueur d'1 m, une largeur de 0,70 m et une hauteur de 0,40 m.



4) Entretien

Le bon fonctionnement des échelles d'eau repose essentiellement sur son entretien régulier.

Il faut contrôler le bon état des évacuations et de limiter les accumulations intempestives (feuilles, papiers, etc.).

5) Coût à prévoir

Le coût d'un kit varie entre 50 et 100 € HT.

6) Avantages et Inconvénients

Avantages	Inconvénients
Montage en kit, simplicité d'installation Adaptées aux petites comme aux grandes parcelles Coût de mise en œuvre réduit	Entretien régulier : risque de nuisances olfactives et d'obstruction des évacuations Faible volume stocké

7) Exemples en photos

Source : ADOPTA

OUVRAGES ENTERRES

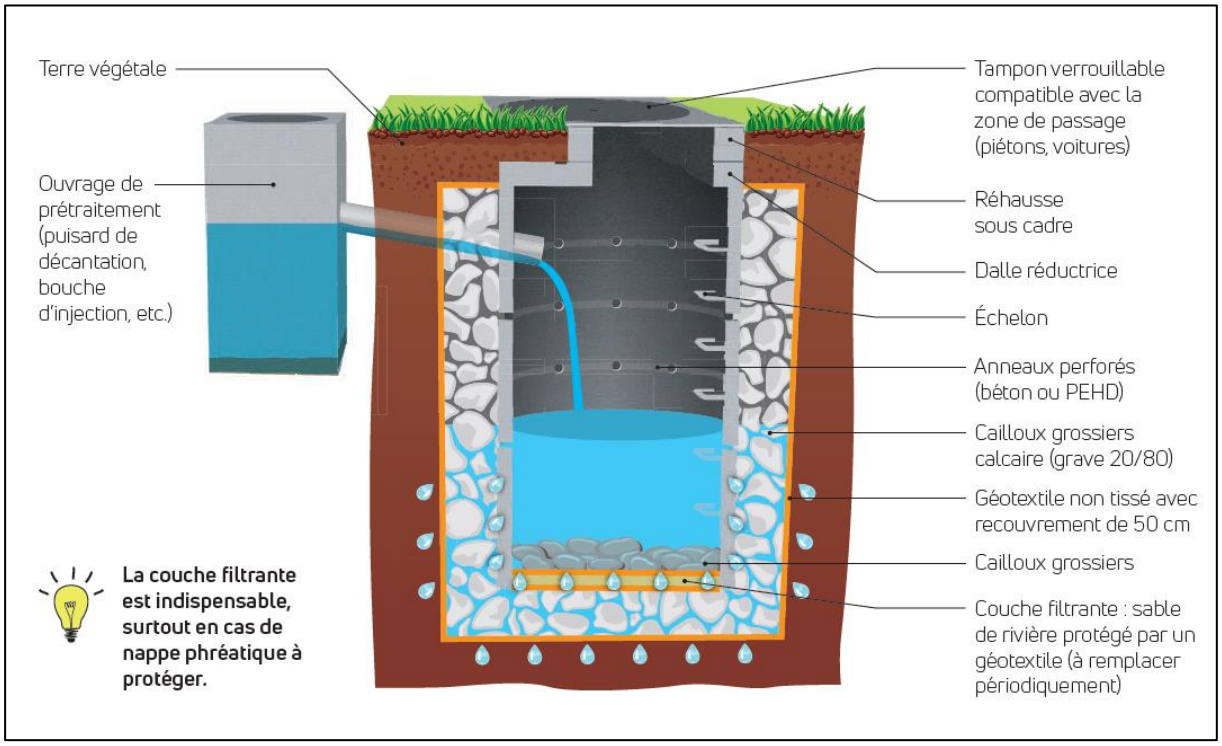
PUITS D'INFILTRATION

1) Principe de fonctionnement

Les puits d'infiltration sont des ouvrages ponctuels de profondeur variable (quelques mètres à une dizaine de mètres) qui permettent le stockage des eaux pluviales et de ruissellement ainsi que leur infiltration dans le sol.

Ils peuvent être vides ou remplis de matériaux, tels que des galets ou une structure alvéolaire, entourés d'un géotextile qui assure d'une part la tenue des parois et d'autre part la filtration des polluants.

Ils sont alimentés par des drains, des collecteurs ou directement par le ruissellement et peuvent être mis en place en complément d'autres dispositifs de stockage ou de traitement : chaussées réservoir, tranchées drainantes, fossés ou encore bassins de rétention pour lesquels ils assurent l'évacuation du débit de fuite.



Source : ADOPTA

2) Conditions et domaines d'utilisation

Les puits d'infiltration correspondent à tout type d'aménagement : parcelle privative, espace public, ZAC…

Néanmoins, il faut tout de même s'assurer de la présence d'horizons géologiques favorables à l'infiltration. Le puits d'infiltration ne doit pas être situé dans une zone à infiltration réglementée (par exemple périmètre de protection des captages d'eau potable…).

Le puits doit être implanté à une distance minimale de 3 m par rapport à tout arbre ou arbuste et à plus de 5 m des bâtiments. Le fond du puits doit être situé au minimum à 2 m du niveau des plus hautes eaux de la nappe.

Il est nécessaire de s'assurer de la bonne qualité des eaux collectées afin d'éviter tout risque de contamination de la nappe phréatique.

Mise en œuvre :

- Prévoir un regard de décantation avant le puits pour limiter les risques de colmatage, prévoir un départ siphoïde pour éviter les rejets de flottants ;
- Sécuriser l'accès au puits : utiliser un tampon fonte lourd verrouillé, mettre des échelons ;
- Éviter la proximité de végétaux importants (risques de racines).

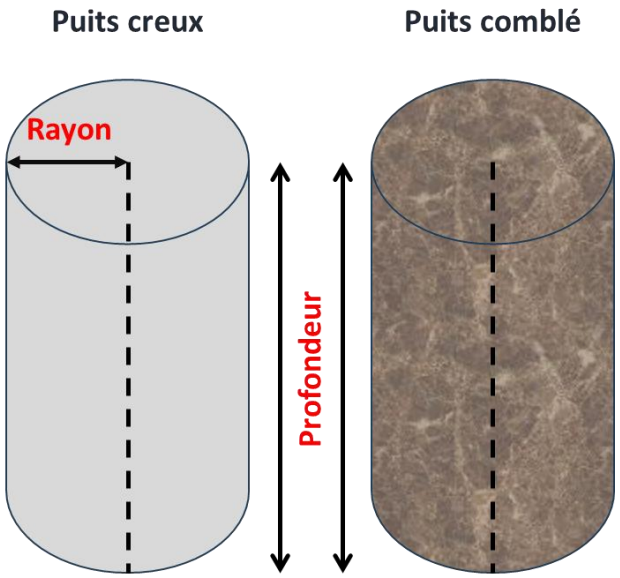
3) Dimensionnement

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

Le volume de rétention en m³ = volume buse ou volume matériau stockant x (1/indice de vide)

Le volume de stockage est :

- Puits creux : 3,14 x rayon² x profondeur
- Puits comblé : Indice de vide x 3,14 x rayon² x profondeur



4) Entretien

Un entretien régulier du puits est nécessaire afin d'assurer sa pérennité et son efficacité hydraulique.

L'entretien régulier est le suivant :

- Contrôler le puits au moins deux fois par an ;
- Nettoyage du regard de décantation 1 à 2 fois par an ;
- Renouveler la couche filtrante lorsque l'eau met plus de 48h à s'infiltrer après une pluie ;
- Dégager les feuilles et déchets de la grille du regard de décantation pour maintenir l'écoulement.

Pour un entretien curatif, il est souhaité de remplacer la totalisé du massif filtrant en moyennes tous les 5 ans pour garder une capacité maximale d'infiltration.

5) Coût à prévoir

Réalisation :	7 € HT/m² de surface assainie
	1550 € HT pour un puits de 2m / 2m
Entretien :	4 à 6 € HT/m² par surface assainie
	85 à 105 € HT/an pour le curage

Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

6) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des puits d'infiltration :

Avantages	Inconvénients
Conception simple	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable
Faible emprise au sol	Colmatage possible de l'ouvrage
Stockage et gestion in situ des eaux sans rejet en aval	Capacité de stockage limitée
Pas besoin d'exutoire	Faisabilité tributaire de la nature du sol
Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique	Risque de pollution accidentelle du sol et de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage
Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable	Risque d'accident en cas de remplissage

7) Exemples en photos

Showroom ADOPTA à Douai 2023

TRANCHEE D'INFILTRATION

1) Principe de fonctionnement

La tranchée peut être à la fois un ouvrage de stockage et d'infiltration. Elle est constituée d'une excavation de profondeur et de largeur faibles.

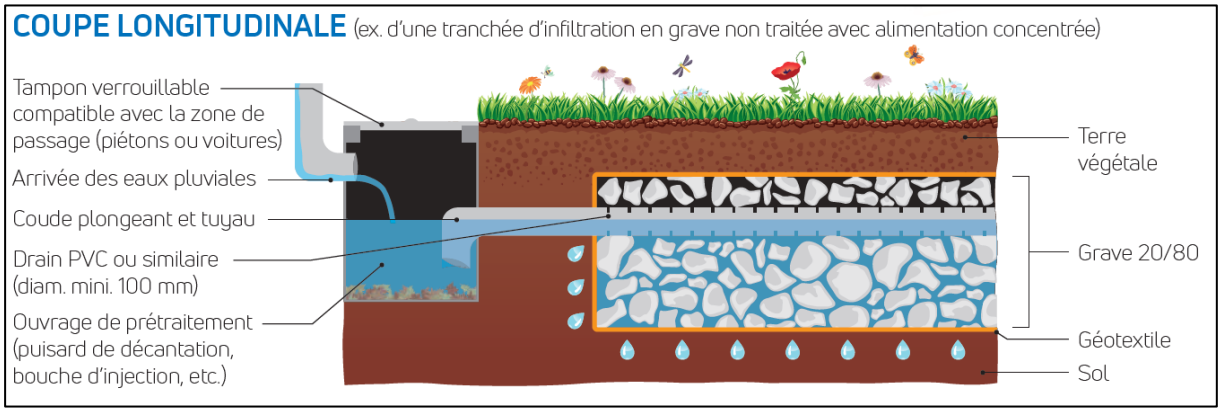
Les tranchées sont des ouvrages linéaires, de faibles largeurs et profondeur, remplies de matériaux afin de stocker temporairement et réguler les eaux pluviales et de ruissellement.

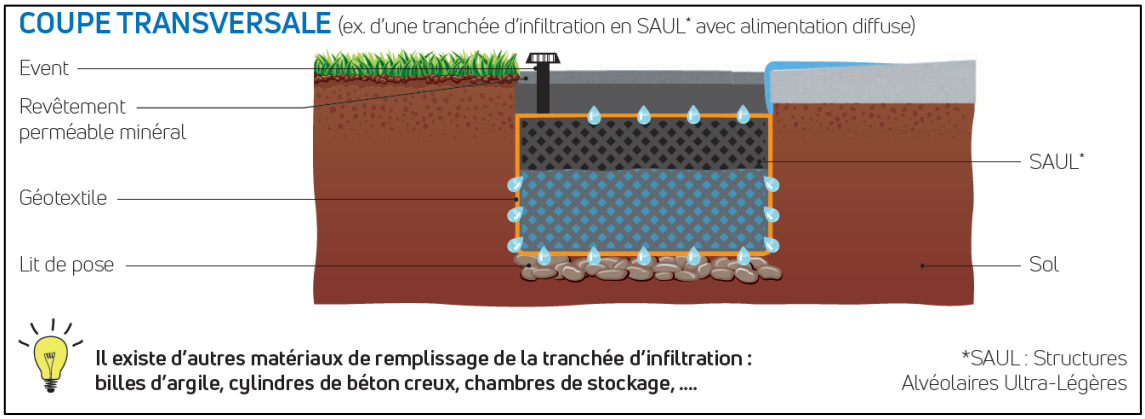
Le stockage de l'eau s'effectue dans une structure granulaire caractérisée par la nature de ses matériaux (galets, graviers, matériaux alvéolés), leur coefficient de vide définissant leur capacité de stockage, leur résistance à la compression (portance) définissant leur solidité et domaine d'utilisation.

L'eau est amenée soit par des drains issus d'un regard placé en amont ou des canalisations, soit par ruissellement direct en surface et infiltration à travers le revêtement poreux.

Il existe deux types de systèmes :

- système de rétention des eaux : l'eau est par la suite évacuée à un débit régulé grâce à un drain vers un exutoire (réseau d'assainissement pluvial traditionnel, milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration). Il s'agit alors d'une tranchée drainante ;
- système d'infiltration couplé au système de rétention : l'évacuation des eaux pluviales se fait par infiltration dans le sol. Cependant, on peut aussi la coupler avec un écoulement régulé, ce qui permettra la vidange complète de l'ouvrage. On parle alors de tranchée d'infiltration.





Source : ADOPTA

2) Conditions et domaines d'utilisation

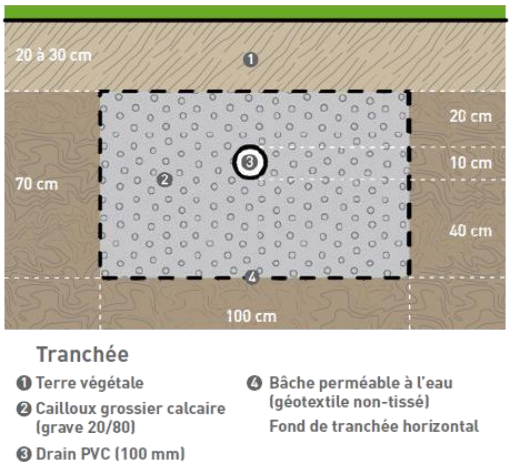
Les tranchées sont particulièrement adaptées aux zones urbaines et peuvent répondre aux besoins de différents types d'espaces : à proximité d'une maison, sous un trottoir (qui peut être revêtu de matériaux poreux ou disposer d'avaloirs), en bordure de parcelle, de lotissement, de place, de stationnement, de terrain de sport, etc. Les aménagements réalisés sur les tranchées peuvent être des espaces verts, des chemins piétonniers ou encore des voies d'accès.

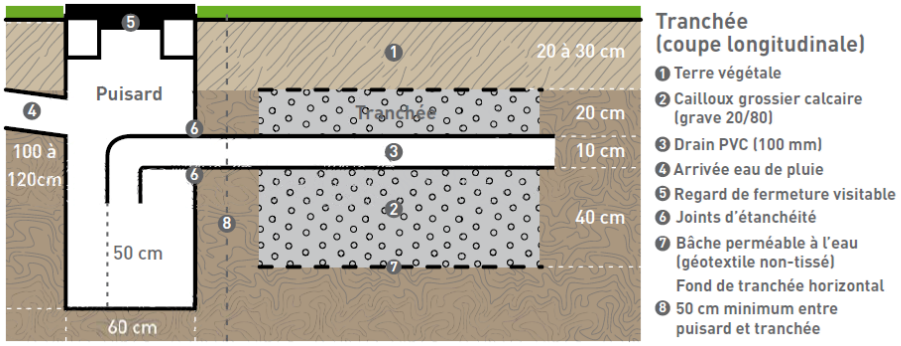
Mise en œuvre :

- Prévoir un regard de décantation sur l'amont des eaux de ruissellement provenant des voiries pour limiter les risques de colmatage ;
- Les matériaux pour les couches de surface et de stockage seront judicieusement choisis. Pour limiter le colmatage, on prévoit l'alimentation par des eaux de toiture en priorité. Le géotextile de surface sera prévu pour être changé. ;
- Positionner le drain au 2/3 de la zone drainante ;
- Il est suggéré de placer la tranchée drainante dans une zone minéralisée sans plantation (allée de jardin, accès de garage) et de s'écarter au minimum de 2 m des habitations ;
- Vérifier l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité ;
- Éviter la proximité de végétaux importants (risques de racines).

Conception :

- Revêtement de surface : gazon, galets, dalles, sable… ;
- A l'intérieur : graves (porosité > 30%) et matériaux alvéolaires (porosité > 90%) ;
- Le drain : tuyau en PVC localisé au fond (rétention) ou en haut (infiltration) ;
- En cas d'infiltration : mise en place d'un géotextile pour éviter l'introduction de fines.





Source : SYMASOL

3) Dimensionnement

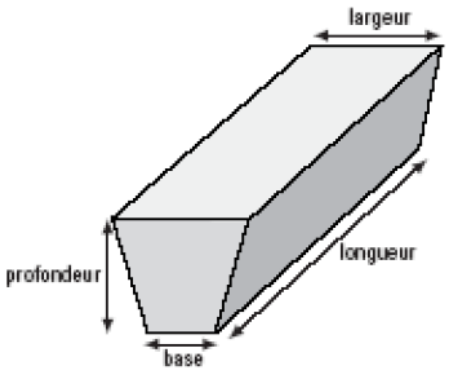
Le dimensionnement des tranchées d'infiltration dépend de leur emplacement :

TRANCHÉES DRAINANTE OU INFILTRANTE DISPOSÉE…		
	…le long des voiries	…dans les jardins privés
Profondeur	50 cm à 3 m	50 cm à 1,5 m
Largeur	0,50 m à 2 m	0,5 m à 1,5 m

Source : Grand Lyon

Pour estimer le volume de rétention, la formule varie en fonction de la forme de l'aménagement. Pour une section trapézoïdale, la formule employée est :

$$\text{Volume de rétention} = \text{porosité} \times \text{longueur} \times \text{profondeur} \times \frac{\text{largeur} + \text{base}}{2}$$



La porosité dépend du matériau de remplissage de la tranchée.

4) Entretien

L'entretien régulier de la tranchée drainante permet d'assurer sa pérennité et son efficacité hydraulique. Le puisard doit être nettoyé deux fois par an, au moins une fois après la chute des feuilles.

L'entretien consiste à maintenir en état les dispositifs d'alimentation : tonte du gazon, lutte contre la prolifération des plantes parasites, nettoyage des éventuels regards, paniers, décanteurs.

Les arbres et plantations à racines profondes sont à proscrire à proximité de l'ouvrage car ils sont susceptibles de le perforer.

Pour un entretien curatif lorsque le fonctionnement hydraulique n'est plus assuré, il faudrait décolmater la surface drainante de la tranchée, changer les matériaux de surface et remplacer les matériaux à l'intérieur de la structure.

5) Coût à prévoir

Réalisation :	45 à 55 € HT/m³ terrassé ou 60 € HT/ml pour un profil de 1 m²/ml Ce coût peut aller jusqu'à 310 € HT/m³ selon la complexité du dispositif à mettre en œuvre (modules en plastique)
Entretien :	0,6 à 0,8 € HT/m³/an ou 2 € HT/m²/an

Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

6) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des tranchées d'infiltration :

Avantages	Inconvénients
Technique peu coûteuse Mise en œuvre facile et bien maîtrisée Bonne intégration paysagère (diverses formes et revêtements de surface) Diminution du risque inondation par répartition des volumes et des flux Pas besoin d'exutoire Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique Technique bien adaptée aux terrains plats dont la collecte des eaux pluviales est difficile à mettre en place	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable Emprise foncière importante dans certains cas Colmatage possible de l'ouvrage Risque de pollution accidentelle du sol et de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage Contrainte dans le cas d'une forte pente : cloisonnement nécessaire

7) Exemples en photos

Source : ADOPTA

STRUCTURE RESERVOIR

1) Principe de fonctionnement

Les structures réservoirs sont semblables à des bassins enterrés remplis de matériaux drainants ayant un indice de vide compris entre 30 et 80 %. Ce coefficient de vide, plus ou moins important, définit leur capacité de stockage.

Ces matériaux sont également caractérisés par leur résistance à la compression définissant la solidité de la structure et la charge admissible pour la couverture. Les structures réservoirs sont souvent réalisées sous une chaussée.

Elles permettent d'écrêter les débits de pointe de ruissellement en stockant les eaux de pluie et de ruissellement générées par une opération d'urbanisme. Dans le cas de la chaussée réservoir, les eaux de pluie vont être stockées au sein même du corps de la chaussée avant régulation.

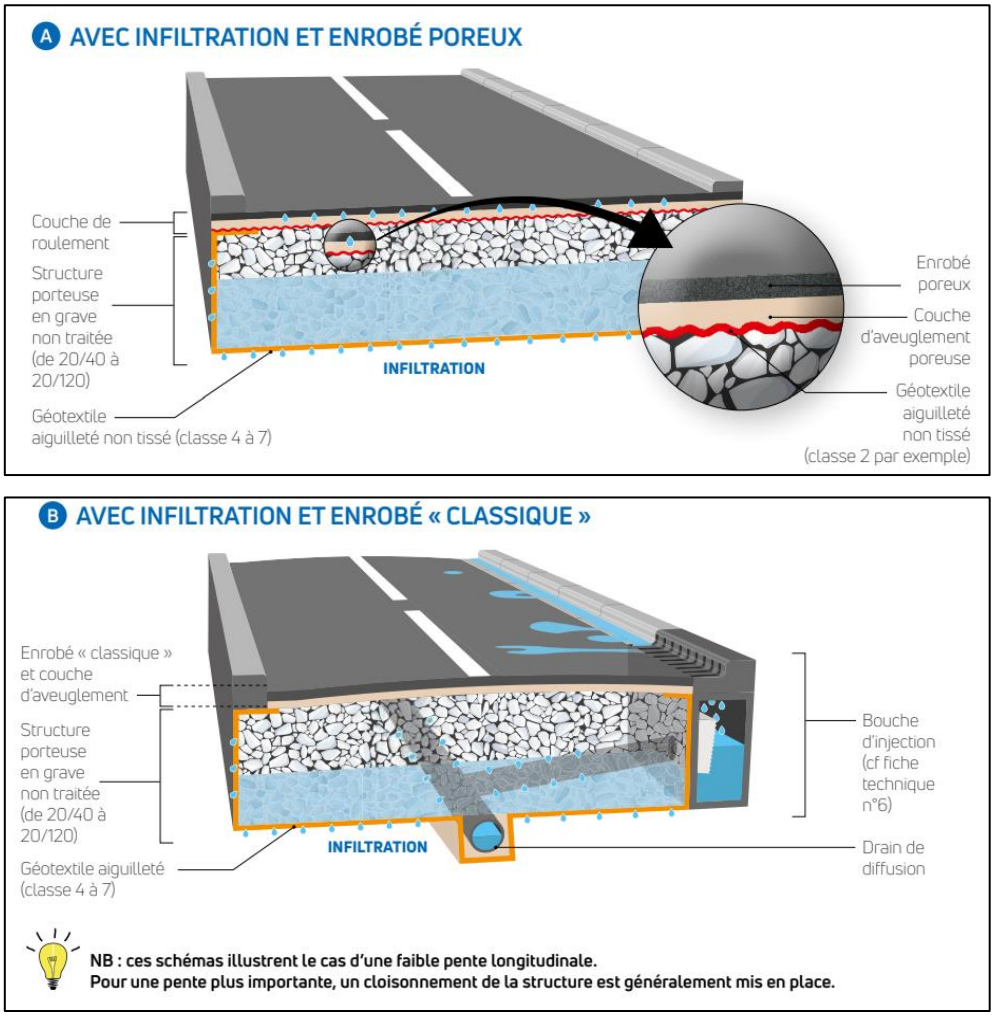
Les eaux peuvent être injectées dans la structure par l'intermédiaire d'avaloirs (injection localisée) ou directement par infiltration dans le cas de revêtements poreux (injection répartie).

Après le stockage, les eaux de pluie et de ruissellement peuvent être infiltrées dans le sol (évacuation répartie) ou bien évacuées à un débit régulé vers un exutoire (évacuation localisée). Une évacuation combinée peut également être envisagée.

Les structures réservoirs d'infiltration sont enveloppées dans un géotextile, celles à débit régulé sont étanchées par une géomembrane.

Le revêtement de surface peut être :

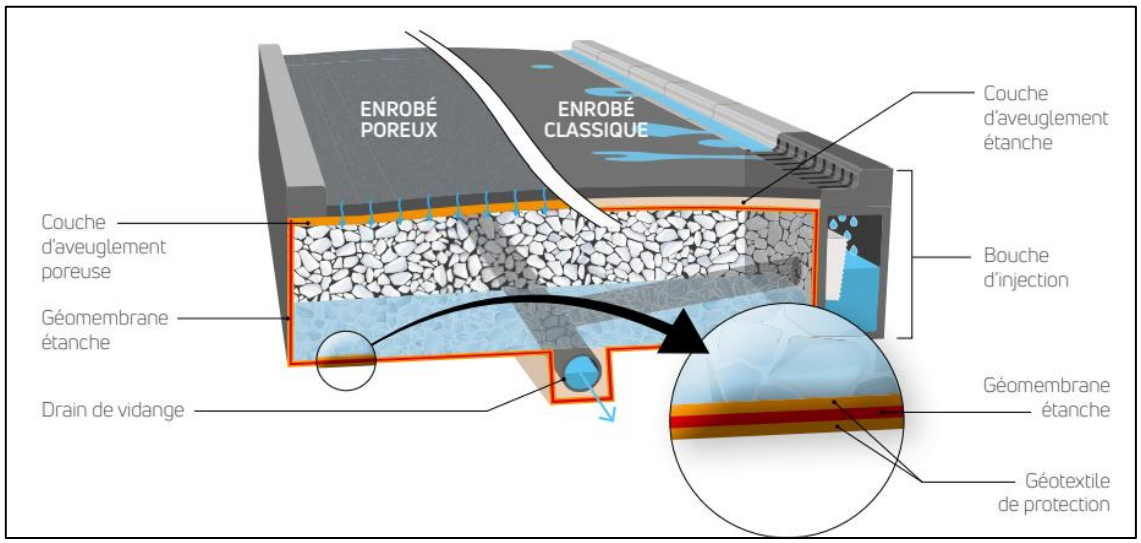
- Poreux : les eaux s'infiltrent directement dans la structure ;
- Etanche : les eaux sont injectées dans la structure par des drains reliés à des avaloirs.



Source : ADOPTA

2) Cas particulier

Dans le cas où l'infiltration n'est pas envisageable (sol "imperméable", nappe à protéger…), il est malgré tout possible d'avoir recours à une structure réservoir pour tamponner les eaux puis de les restituer à faible débit vers un exutoire (milieu naturel en priorité, réseau pluvial ou réseau unitaire à défaut).



Source : ADOPTA

3) Conditions et domaines d'utilisation

Les structures réservoirs sont adaptées à la gestion des eaux pluviales et de ruissellement à l'échelle d'un lotissement ou d'une ZAC. Elles peuvent être mises en place sous des chaussées, des voiries, des parkings ou encore des terrains de sport.

Le réseau de collecte en amont doit être strictement séparatif.

Ces revêtements peuvent être installés au niveau d'un emplacement de parking, de places et rues piétonnes, de pistes cyclables, d'entrées de garage ou encore de terrasses.

Les pavés en béton poreux, sensibles au fendage, ne sont pas adaptés aux terrains industriels, aux zones de moyennes et petites entreprises, aux centres commerciaux et aux rues résidentielles.

Les revêtements non poreux drainants (pavés béton à joints larges ou avec ouvertures) sont proscrits pour les pistes cyclables.

Les enrobés drainants sont plus fragiles que les revêtements classiques : ils conviennent aux espaces à circulation faible et légère, ne peuvent pas être installés au niveau de carrefours giratoires et exigent une attention particulière quant à leur entretien.

4) Dimensionnement

Les dimensions de la structure réservoir doivent permettre de respecter le volume de rétention utile calculé et nécessaire.

5) Entretien

Un entretien régulier et spécifique est indispensable pour assurer la pérennité de l'ouvrage et son efficacité hydraulique.

Tout d'abord il faut éviter le colmatage pendant la réalisation du projet (phasage des travaux et protection de la chaussée) et par la suite (séparation vis-à-vis des surfaces productrices de fines, information des usagers).

Il est également nécessaire de nettoyer fréquemment les orifices, paniers, dispositifs d'épuration… et de curer les regards, avaloirs et drains (2 fois par an).

Le colmatage de l'enrobé doit être traité de manière préventive et curative.

Le balayage classique est à proscrire car il peut provoquer l'enfouissement des détritus au sein de l'enrobé.

L'entretien préventif le plus utilisé est le mouillage aspiration.

L'entretien curatif intervient lorsque le préventif n'est plus suffisant face au colmatage de la chaussée.

6) Coût à prévoir

Réalisation :

Pour une structure réservoir avec chaussée étanche :	245 à 300 € HT/ml
Pour une structure réservoir avec chaussée poreuse :	275 à 460 € HT/ml
Pour un revêtement de surface en dalles béton-gazon :	20 à 30 € HT/m²

Entretien pour une chaussée poreuse :

Lavage simple :	3 € HT/m²/an
Lavage et changement de la couche de roulement :	5 € HT/m²/an
Entretien des dalles béton-gazon :	0,5 € HT/m²

7) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des structure réservoirs :

Avantages	Inconvénients
Structure seule – tous usages confondus	
Aucune emprise foncière supplémentaire Filtration des polluants Intégration paysagère Insensibilité au gel Mise en œuvre facile En cas d'infiltration : absence d'exutoire et alimentation de la nappe	Conception parfois coûteuse Entretien régulière pour éviter le colmatage Réduction des possibilités d'installation des réseaux divers Risque de pollution accidentelle de la nappe en cas d'infiltration
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	Entretien régulier et spécifique pour éviter le colmatage Risque d'orniérage : ne pas utiliser dans les zones giratoires ou de décélération Impossible de sablage Formation de verglas plus rapide Risque de pollution accidentelle de la nappe : une réalisation rigoureuse est incontournable
Revêtement poreux - parking	
Intégration paysagère : dalles ou engazonnés, pavés en béton poreux, gravillons… Absence de flaques d'eau Absence de projection d'eau Confort des utilisateurs par temps de pluie et neige	Entretien régulier et spécifique pour éviter le colmatage Les zones de manœuvres sont plus vite colmatées

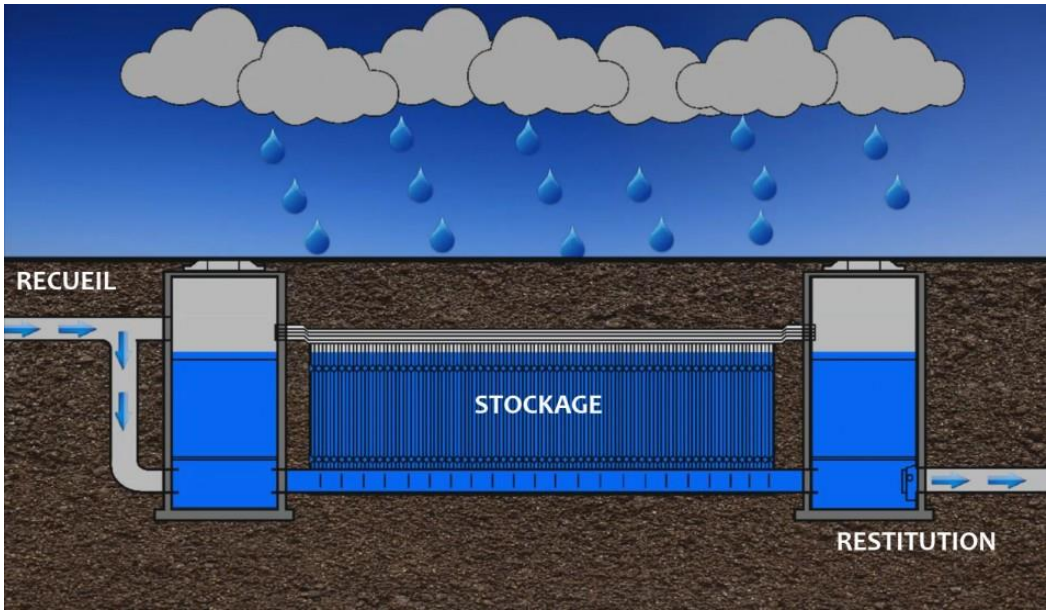
8) Exemples en photos

Source : ADOPTA

BASSIN ENTERRE

1) Principe de fonctionnement

Les bassins enterrés regroupent plusieurs types d'ouvrages : des bassins en béton, des collecteurs surdimensionnés ou encore des structures alvéolaires.



Source : HAMON Water Solutions

Ils permettent de stocker temporairement, à la base, les eaux de pluie et de ruissellement générées par une opération d'urbanisme avant de les restituer au réseau de manière régulée.

Les collecteurs surdimensionnés sont des canalisations assurant à la fois un rôle de collecte et de stockage des eaux pluviales.

Les structures alvéolaires ultralégères (SAUL) sont constituées d'éléments modulaires en matière plastique avec un indice de vide élevé (environ 95 %). Une fois assemblés ils forment des ouvrages de stockage de grandes dimensions. Un réseau de drains permet le remplissage et la vidange de la structure, ainsi que son inspection par caméra.

2) Conditions et domaines d'utilisation

L'alimentation en eau peut se faire par :

- Déversement d'un réseau (réseau pluvial, eaux de toitures…). Dans ce cas, le bassin est le point bas du réseau.
- Mise en charge et débordement d'un réseau.

Le réseau de collecte en amont doit être strictement séparatif,

La sortie du bassin doit être équipée d'un organe de régulation, d'une protection évitant toute intrusion dans l'ouvrage ainsi que d'une surverse de sécurité en cas de trop-plein.

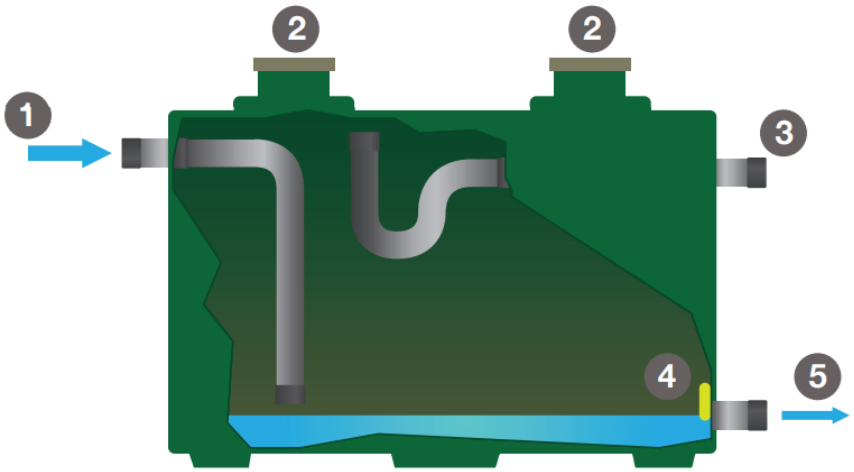
Leur faible emprise au sol en fait une solution particulièrement adaptée aux zones urbaines et périurbaines.

Concernant le collecteur surdimensionné, son utilisation sera favorisée pour des opérations ayant un grand linéaire de réseau ainsi qu'une forte densité.

Les structures alvéolaires ultralégères peuvent être positionnées sous les voiries, placettes, espaces verts…

Ces bassins nécessitent en général un ouvrage de décantation en amont.

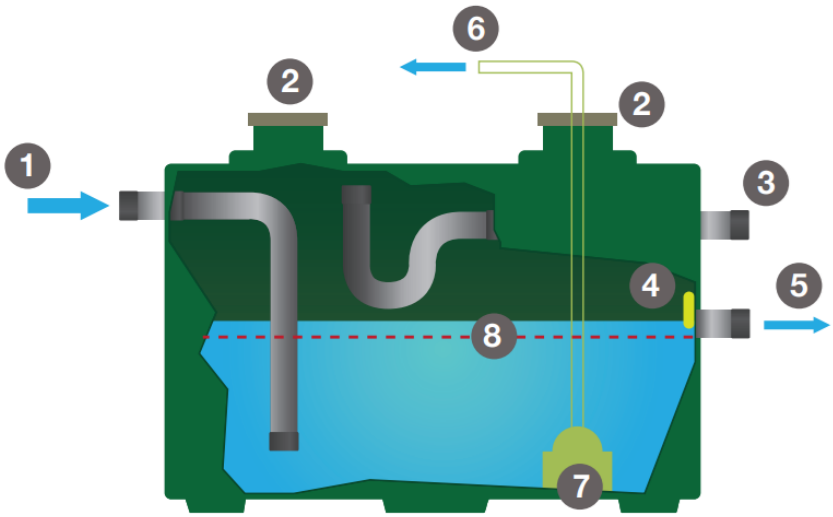
Exemple type d'un bassin enterré de gestion de débits des eaux pluviales



1. Alimentation en eau
2. Regards avec mise à l'air
3. Surverse
4. Système de régulation
5. Sortie à débit régulé

Exemple type d'un bassin enterré alliant gestion de débits et réutilisation des eaux pluviales

Le niveau de sortie étant surélevé par rapport au fond de l'ouvrage, une partie de l'eau ne sera pas évacuée et donc pourra être réutilisée.



1. Alimentation en eau
2. Regards avec mise à l'air
3. Surverse
4. Système de régulation
5. Sortie à débit régulé
6. Réutilisation
7. Pompe
8. Niveau en-dessous duquel le bassin reste en eau

Source : Toulouse Métropole

3) Dimensionnement

Le dimensionnement du bassin enterré doit permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

Le volume de rétention est longueur x largeur x hauteur x porosité du matériau utilisé.

4) Entretien

Un entretien régulier permettra d'assurer la pérennité de la structure et son efficacité hydraulique. De plus, il est nécessaire pour éviter la prolifération d'espèces indésirables comme les moustiques.

L'entretien de ce type d'ouvrages consiste en un nettoyage des ouvrages d'entrée et de sortie et d'un curage régulier du bassin ou du collecteur surdimensionné, ce qui permet d'évacuer les matériaux accumulés pour retrouver le volume initial.

Si le bassin enterré ou le collecteur surdimensionné est visitable, il convient de mettre en œuvre toutes les dispositions de sécurité nécessaires pour intervenir à l'intérieur de l'ouvrage

Une inspection télévisée régulière (2 fois par an) des structures alvéolaires est nécessaire pour programmer les opérations de curage et prévenir les risques de colmatage.

5) Coût à prévoir

La multitude de procédés et de techniques pouvant être utilisées ne permet pas d'estimer un coût précis : 310 à 1020 € HT/m³ stocké.

6) Avantages et Inconvénients

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des bassins enterrés :

Avantages	Inconvénients
Surface du sol inchangée, possibilité de valorise l'espace en surface Multitude de techniques et de choix de matériaux, donnant une liberté de forme de volume et de réalisation Permet d'écrêter les débits de pointe Possibilité de réutiliser les eaux de pluie Discrétion visuelle puisque l'ouvrage est souterrain Facilité d'installation : cuve et citerne Adapté aux particulier : cuve et citerne	Entretien et nettoyage régulier indispensable des ouvrages de prétraitement amont (décanteur, débourbeur, déshuileur) Difficulté d'entretien par manque d'accessibilité Conception assez coûteuse Risque de nuisances olfactives par défaut de réalisation ou manque d'entretien Signalisation de surface pour éviter les surcharges roulantes si non acceptées Etude approfondie nécessaire sur l'encombrement, l'indice de vide et la portance du sol Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

7) Exemples en photos

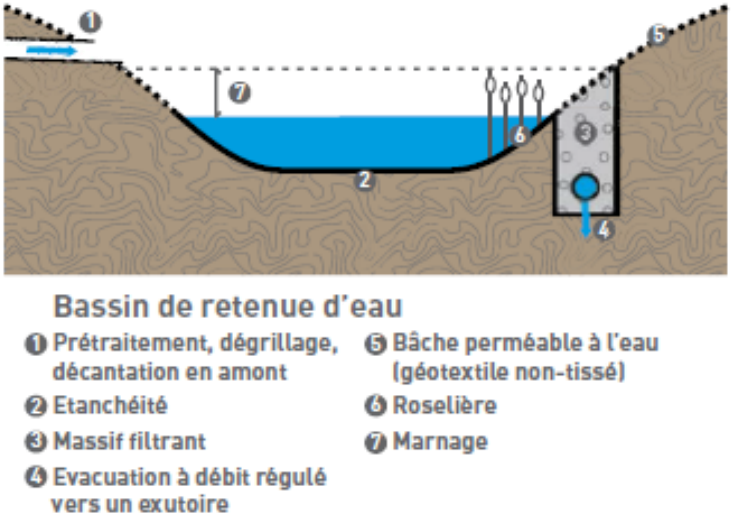
Source : ADOPTA

BASSIN EN EAU

1) Principe de fonctionnement

Il s'agit d'excavations naturelles ou artificielles, avec ou sans digue, qui permettent de gérer les eaux de pluie et de ruissellement générées par une opération d'urbanisme à l'échelle de la parcelle ou d'un quartier.

Ces bassins à ciel ouvert peuvent être en eau : ils conservent en permanence un volume d'eau et lors des événements pluvieux les eaux excédentaires sont stockées sur une hauteur de marnage prévue à cet effet.



Source : SYMASOL

Ces dispositifs vont permettre le stockage et la décantation des eaux pluviales, puis leur évacuation à un débit régulé, par infiltration (bassin d'infiltration) ou vers un exutoire (bassin de rétention).

Ils peuvent être paysagés voire aménagés comme des espaces multi-usages afin de favoriser leur intégration et leur bon fonctionnement.

2) Conditions et domaines d'utilisation

Les bassins à ciel ouvert permettent la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle ou d'un quartier. Ce sont des ouvrages collectifs utilisés pour gérer les eaux de ruissellement générées par de grandes surfaces imperméabilisées.

Ils nécessitent une concentration des eaux par ruissellement ou par un écoulement réseau pour leur remplissage. Le réseau de collecte en amont doit être strictement séparatif.

Afin de choisir le meilleur emplacement pour ces bassins :

- Les positionner dans un point bas pour assurer un fonctionnement gravitaire qui est plus simple à mettre en place ;
- Installer des ouvrages de traitement en tête et/ou en sortie de bassin : dégrillage, dessablage, déshuilage ;
- Prévoir un accès fonctionnel pour l'entretien ;

Conditions à respecter :

- Les surfaces de toitures collectées doivent être assez grandes pour garantir un apport permettant à la fois de maintenir la qualité de l'eau et de compenser les pertes par évaporation ;
- Les végétaux plantés doivent supporter des périodes de submersion et des périodes sèches ;
- Les pentes de l'ouvrage doivent être faibles (3 m en longueur pour 1 m en hauteur) ;
- Pour éviter le colmatage prématuré de l'ouvrage, il faut éviter le tassement du fond lors des travaux et procéder au décompactage une fois les terrassements terminés ;
- Le compactage des berges doit également être évité afin de conserver leur capacité d'infiltration. Celle-ci peut être favorisée par l'installation de massifs drainants ;
- Les bassins en eau doivent être de préférence mis en place dans des zones habituellement humides.

3) Dimensionnement

Le dimensionnement du bassin en eau doit permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

4) Entretien

Un entretien régulier des bassins secs ou en eau est indispensable afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage et son efficacité hydraulique.

Plus les pentes du bassin sont douces plus l'entretien est facile.

Un entretien régulier est nécessaire pour éviter la prolifération d'espèces indésirables comme les moustiques et les plantes doivent être éclaircis annuellement à la fin de l'automne.

Pour les bassins en eau, il faut assurer un ramassage régulier des flottants, entretenir les berges et nettoyer les ouvrages d'entrée et de sortie. Le curage des boues doit intervenir tous les 5 ans, à la fin de l'été, quand les eaux sont au plus bas, et la vidange tous les 10 ans pour assurer l'entretien des ouvrages noyés.

Enfin, pour ne pas voir se développer d'algues vertes, les arrivées de fertilisants doivent être évitées car elles favorisent leur développement.

5) Coût à prévoir

Réalisation : 15 à 85 € HT/m³

Entretien : 0,4 à 0,8 € HT/ m³/an

Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

6) Avantages et Inconvénients

tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des bassins en eau :

Avantages	Inconvénients
Stockage de l'eau, réduction des débits de pointe Très bonne intégration paysagère Plurifonctionnel si activités de loisir : aire de jeu, de détente, espaces verts… Dépollution efficace par les plantes et décantation des particules Possibilité de recréer une zone humide avec un écosystème Si plan d'eau déjà existant, peu d'investissement Possibilité de réutiliser les eaux	Entretien régulier et spécifique pour éviter le colmatage et la stagnation des eaux Emprise foncière importante Dépôt de boue de décantation et de flottants Contraintes sur la qualité des eaux collectées : réseau séparatif stricte, ouvrage de prétraitement… Gestion spécifique pour prévenir l'eutrophisation du bassin, la prolifération de moustiques, de grenouilles… Risque de pollution accidentelle de la nappe

7) Exemples en photos

Source : Village d'Heuringhem

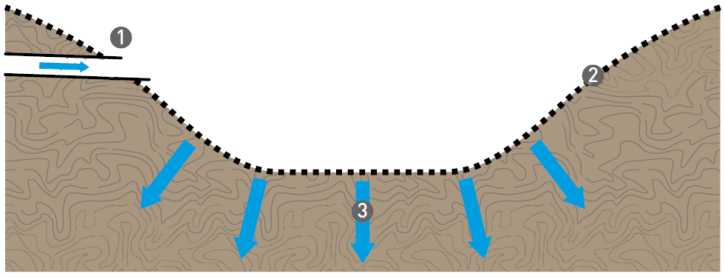
BASSIN SEC

1) Principe de fonctionnement

Il s'agit d'excavations naturelles ou artificielles, avec ou sans digue, qui permettent de gérer les eaux de pluie et de ruissellement générées par une opération d'urbanisme à l'échelle de la parcelle ou d'un quartier.

Ces bassins à ciel ouvert peuvent être secs, c'est-à-dire vides en dehors des épisodes pluvieux.

La fonction essentielle du bassin est donc de stocker à l'aire libre les eaux pluviales. Il a pour rôle de réduire le ruissellement des eaux pluviales.



Bassin sec d'infiltration

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

Source : SYMASOL

Ces dispositifs vont permettre le stockage et la décantation des eaux pluviales, puis leur évacuation à un débit régulé, par infiltration (bassin d'infiltration) ou vers un exutoire (bassin de rétention).

Les bassins peuvent être paysagés voire aménagés comme des espaces multi-usages afin de favoriser leur intégration et leur bon fonctionnement.

2) Conditions et domaines d'utilisation

Les bassins à ciel ouvert permettent la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle ou d'un quartier. Ce sont des ouvrages collectifs utilisés pour gérer les eaux de ruissellement générées par de grandes surfaces imperméabilisées.

Ils nécessitent une concentration des eaux par ruissellement ou par un écoulement réseau pour leur remplissage. Le réseau de collecte en amont doit être strictement séparatif.

Afin de choisir le meilleur emplacement pour ces bassins :

- Les positionner dans un point bas pour assurer un fonctionnement gravitaire qui est plus simple à mettre en place ;
- Installer des ouvrages de traitement en tête et/ou en sortie de bassin : dégrillage, dessablage, déshuilage ;
- Prévoir un accès fonctionnel pour l'entretien ;
- Réaliser un système de drainage permettant le ressuyage total de.

Il faut limiter les implantations de plantes invasives de type Renouée du Japon qui conduisent à l'obstruction des équipements, et éviter la présence d'arbres caduques. Les prairies sont résistantes et demandent peu d'entretien.

Des zones bouseuses peuvent se former en fond de bassin. Il convient alors de disposer un réseau de drainage.

Les bassins secs ne sont, en général, pas clôturés et les pentes des talus sont faibles soit inférieures à 30%.

3) Dimensionnement

Le dimensionnement du bassin sec doit permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

4) Entretien

Un entretien régulier des bassins secs est indispensable afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage et son efficacité hydraulique.

Plus les pentes du bassin sont douces plus l'entretien est facile.

Leur entretien est similaire à celui d'un espace vert.

Il faut donc ramasser régulièrement les flottants, entretenir les talus, nettoyer les ouvrages d'entrée et de sortie, faucarder (avec enlèvement des produits de la tonte), régénérer l'interface d'infiltration par scarification pour des bassins d'infiltration.

Le curage est à effectuer tous les 5 ans, le nettoyage après chaque épisode pluvieux et minimum 2 fois par an pour les décanteurs déshuileurs.

Le filtre (cailloux grossiers) et l'étanchéité (généralement une géomembrane) sont à renouveler tous les 20 à 30 ans, sauf en cas de pollution accidentelle.

5) Coût à prévoir

Réalisation : 15 à 125 € HT/m³

Entretien : 0,6 à 3 € HT/ m³/an

Les coûts varient en fonction du matériel utilisé.

6) Avantages et Inconvénients

tableau suivant présente les avantages et les inconvénients des bassins secs :

Avantages	Inconvénients
Stockage de l'eau, réduction des débits de pointe Très bonne intégration paysagère Plurifonctionnel si activités de loisir : aire de jeu, de détente, espaces verts… Dépollution efficace par les plantes et décantation des particules Conservation d'espaces verts en zone urbaine Entretien simple	Entretien régulier et spécifique pour éviter le colmatage et la stagnation des eaux Emprise foncière importante Dépôt de boue de décantation et de flottants Contraintes sur la qualité des eaux collectées : réseau séparatif stricte, ouvrage de prétraitement… Entretiens des espaces verts pour les bassins paysagers

7) Exemples en photos

Source : VERDI