

Fiche toiture stockante

FONCTIONS

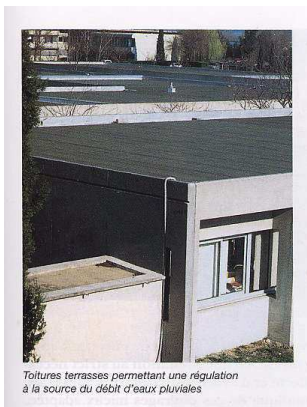
Cette technique consiste à profiter des surfaces offertes par les toitures pour aménager un volume consacré au stockage temporaire des eaux pluviales. L'objectif est donc de laminer le débit de ruissellement issu de la parcelle où se situe le bâtiment concerné.

Cette technique présente des similitudes avec les toitures stockantes végétalisées qui présentent généralement une capacité de stockage plus faible mais permettent une réduction de volume d'eaux pluviales déversées au réseau.

GAMME D'UTILISATION

La rétention sur terrasse peut être employée en espace rural ou urbain. Cette technique se montre tout à fait adaptée aux zones urbaines denses, tant d'un point de vue économique que de l'intégration paysagère.

La toiture terrasse stockante se caractérise par une surface plane ou légèrement inclinée (0,1 à 5 %) bordée d'acrotères, c'est à dire de murets de quelques dizaines de centimètres de hauteur. Ainsi, par sa morphologie, elle constitue un réceptacle adapté à la rétention des eaux pluviales. Il suffit pour cela de limiter le débit d'évacuation en disposant des régulateurs sur les descentes d'eau.



Toiture-terrasse (Source : CERTU)

PRINCIPES DE CONCEPTION

Conception

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de Documents Techniques Unifiés propre à la fonction de rétention des toitures terrasses. Par contre, sont parues des "règles professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures terrasses destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales". Ces règles n'ont pas force de loi, mais par contre ont obtenu l'agrément des assureurs. Selon ces règles, édictées par la Chambre Syndicale Nationale de l'Étanchéité (CSNE) :

- ✓ Les toitures doivent être inaccessibles aux piétons et aux véhicules ;
- ✓ Les toitures terrasses comportant des installations techniques telles que chaufferies, dispositifs de ventilation mécanique contrôlée, conditionnement d'air, machinerie d'ascenseurs, ne sont pas aptes à retenir temporairement les eaux pluviales (cependant, l'expérience montre que nombre de toitures terrasses occupées partiellement par des installations techniques ont obtenu l'agrément).
- ✓ La surcharge imposée par la rétention des eaux pluviales doit être prise en considération dans les calculs ;
- ✓ Le revêtement doit être protégé par une couche de gravillon (il ne doit pas être monocouche) ;
- ✓ Les reliefs sont en béton armés (murets, supports d'ancrage, etc..) et leur hauteur minimale est de 0,25 m au dessus du gravillon.

La constitution type des toitures stockantes est la suivante :

- ✓ Un élément porteur ;
- ✓ Un pare-vapeur évitant la migration de la vapeur d'eau de l'intérieur du bâtiment vers l'isolant thermique, et isolant thermique ;
- ✓ Un revêtement d'étanchéité en deux couches ;
- ✓ Un drain, en matériau naturel (gravier) ou en matériau artificiel (polystyrène expansé nervuré) ;
- ✓ Une couche filtrante retenant les éléments fins de la terre végétale (laine de verre ou géotextile), dans le cas d'une toiture végétalisée, un substrat de terre végétale, dont l'épaisseur varie de 0,30 à 1 m ou plus suivant la végétation et la végétation ;
- ✓ Un dispositif de vidange (système de régulation et trop-plein de sécurité).

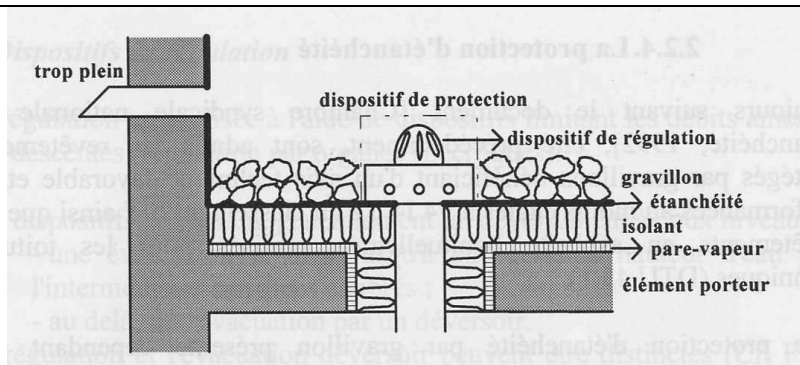
Évacuation

Le dispositif d'évacuation doit permettre de réguler le débit tout en limitant l'accumulation de graviers, feuilles et autres débris, grâce à un dégrilleur.

Certains dispositifs permettent de limiter le débit jusqu'à un certain seuil, puis font ensuite office de trop-plein (voir ci-dessous), tandis que d'autres n'assurent que la fonction de régulation. Lorsque la contrainte de débit est élevée, il est préférable d'employer des régulateurs à système vortex, plus coûteux mais contrôlant des débits très faibles (de l'ordre du L/s).

La toiture doit pouvoir évacuer un débit de 3 L/min.m².

Les descentes doivent présenter un diamètre au moins égal à 60mm pour éviter toute obstruction. Tout point de la toiture doit être situé à moins de 30 mètres d'une descente.



Exemple de constitution d'une toiture terrasse stockante (Source : Missions inter-services de l'eau)

Entretien

L'entretien des toitures stockantes, comme pour toute autre toiture terrasse, consiste en une visite régulière afin de veiller au bon état des évacuations et limiter les accumulations intempestives (feuilles, papiers, etc.). Les règles édictées par le CNSE préconisent pour les toitures stockantes deux visites annuelles réalisées par un professionnel qualifié, l'une après l'automne pour enlever les feuilles mortes et l'autre avant l'été. Par ailleurs, les mousses doivent être retirées tous les trois ans en moyenne au niveau du dispositif de régulation.

Dans le cadre de ces visites, il importe que la végétation parasite qui se développe soit arrachée ; cela pour éviter l'extension de la végétation et, indirectement, lors du dépérissement des végétaux, le colmatage des évacuations.

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

ESTIMATION DES COÛTS

Toiture terrasse

9 à 40 €/m²

Entretien

1,25 €/an/m²

Il peut exister deux types de surcoûts :

- ✓ le renforcement de la structure porteuse qui n'est généralement pas nécessaire ;
- ✓ le renforcement de l'étanchéité.

AVANTAGES

- 👍 Pas d'emprise foncière supplémentaire
- 👍 Bonne intégration dans le tissu urbain
- 👍 Adaptable aux toitures traditionnelles
- 👍 Bien adapté à la gestion individuelle et collective

INCONVENIENTS

- 👎 Bonne étanchéité impérative
- 👎 Entretien régulier (2 visites d'entretien par an d'après la chambre syndicale d'étanchéité)
- 👎 Nécessité d'une réalisation soignée faite par des entreprises qualifiées
- 👎 Non adaptée aux toits de pente supérieure à 2%
- 👎 Possibilité de problème lié au gel
- 👎 Inadapté aux toitures comportant des locaux techniques (chaufferie, ...)

REFERENCES

Grand Lyon, 2008 « Fiche n°08 : Stockage sur toiture »

Conseil Général de l'Essonne, 2008 « Eaux pluviales urbaines – Une gestion à la source contre les inondations et les pollutions »

LES JARDINS DE PLUIE

Un jardin de pluie est une structure de rétention plantée favorisant l'évaporation des eaux collectées. C'est un jardin décaissé, de préférence en pleine terre, dans lequel on plante des végétaux pouvant supporter de fortes variations hydriques, et vers lequel sont orientées les flux d'eau de pluie d'une parcelle ou d'un espace public. Il se distingue de la toiture végétalisée intensive par son accessibilité et par sa position à l'aval de surfaces imperméabilisées. Certaines noues et des bassins peuvent être assimilés à des jardins de pluie s'ils font l'objet d'un traitement paysager végétal.

Commentaire : Donner des exemples de végétaux. Ref ?

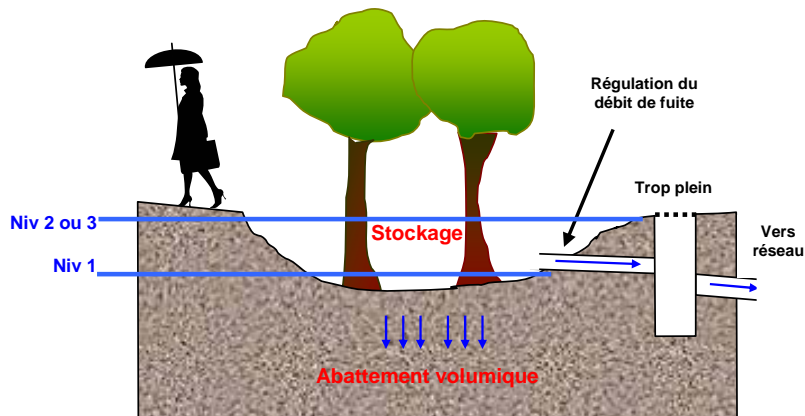
Commentaire : On complète la définition par les ressemblances et les différences

Fonctions et impacts

Ces aménagements combinent une fonction de rétention et une évacuation par évapotranspiration, combinée le plus souvent à de l'infiltration, et à une possibilité d'évacuation vers le réseau d'assainissement ou les milieux aquatiques superficiels.

On peut y adjoindre une fonction de dépollution par phytoremédiation.

Ils sont surtout utilisés avec des objectifs d'abattement des volumes mais peuvent aussi contribuer à réguler des débits transférés vers l'aval.



Exemple de principe d'un jardin de pluie ayant les fonctions d'abattement volumique et de régulation du débit transféré vers l'aval.

Gamme d'utilisation

Le jardin de pluie, peut convenir à des surfaces actives de toutes tailles.

Principe de conception

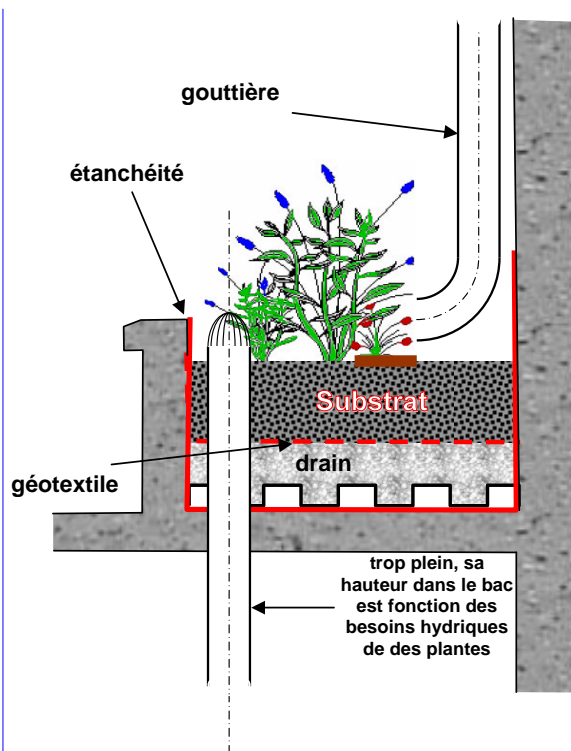
La conception du jardin relève du paysagiste ou du jardinier d'une opération. Cependant les volumes à stocker doivent être déterminés en fonction de la pluie à traiter la perméabilité du substrat et du débit de fuite imposé, avec un décaissement de l'ordre de 10 à 40 cm. (voir chapitre XXXXX pour le dimensionnement des volumes). L'évapotranspiration réelle est difficile à estimer avec précision et constitue la réserve de capacité et de fiabilité du système à condition de prévoir des végétaux adaptés (XXXXX). Certaines parties du jardin de pluie peuvent être gardées en eau permanente pour former des « zone humides ». Enfin il convient de s'assurer que le jardin de pluie ne reçoit que des eaux pluviales.

Règles de gestion

Les règles de gestion sont inhérentes à sa fonction première d'espace vert. Il reste à assurer une surveillance d'un éventuel système de régulation du débit de fuite et de la perméabilité du substrat.

Avantages et inconvénients

- Coût : ☺☺☺ un jardin de pluie ne coûte pas plus cher qu'un jardin qui n'aurait pas la fonction pluie, tant à l'entretien qu'à l'investissement.
- Traitement de la pollution chronique : ☺☺☺ Le jardin de pluie peut être conçu pour la phytoremédiation, notamment en cas de rejet vers le milieu naturel aquatique.
- Traitement de la pollution accidentelle : ☺☺ En cas de pollution accidentelle, la surface du substrat fixe la pollution et empêche sa diffusion à l'aval. Le substrat pollué peut ainsi être récupéré et envoyé en décharge ad hoc.
- Services écologiques : ☺☺☺ En plus d'une éventuelle épuration, le jardin de pluie apporte de nombreux services écologiques comme l'embellissement du paysage urbain, la protection de la biodiversité, ainsi qu'un effet bioclimatique certain (lutte contre les îlots de chaleur et puits de carbone). Le service écologique est maximal en cas de présence de « zone humides ».
- Sécurité : ☺☺ A l'aplomb d'un sous-sol sensible (présence de gypse ou de vides) certaines précautions doivent être envisagées. Il peut être intéressant par exemple de limiter le ratio surface active / surface du jardin de pluie. Cependant, du fait que la plus grande partie des eaux qui y sont amenées sont captées par le substrat végétal, seule une faible proportion des eaux pluviales s'infiltrant réellement, l'impact sur un sous-sol sensible est relativement limité.
- Adaptabilité : ☺ Le jardin de pluie nécessite des surfaces plus importantes que les techniques les plus compactes telles que les puits d'infiltration. Cependant, lorsqu'il est réalisé très en amont, une petite surface peut suffire : une simple jardinière sous une gouttière peut avoir une très bonne efficacité.
- Efficacité : ☺☺☺ De par le fait qu'il est visible et donc entretenu de par sa fonction première d'espace vert, le jardin de pluie garde une bonne efficacité au cours du temps. En outre, lorsqu'il est utilisé pour abattre les volumes transférés vers l'aval et particulièrement lors des petites pluies, le complexe racinaire rend le substrat perméable, ce qui permet de l'implanter même sur un sous-sol relativement imperméable, contrairement aux dispositifs d'infiltration plus classiques (puits ou tranchées). Un jardin de pluie correctement dimensionné permet relativement aisément de déconnecter une parcelle du réseau.



Commentaire : Où va le drain ?

Coupe de principe et illustration montrant une jardinière sur dalle dans lesquelles se jette la gouttière d'un immeuble

BASSIN D'INFILTRATION

FONCTIONS

Les bassins d'infiltration permettent le stockage temporaire des eaux avant leur infiltration. Ils peuvent prendre plusieurs formes et se recoupe parfois avec les bassins de stockage/restitution, les mares, les bassins secs.

Ces bassins, peuvent être de trois types :

- ✓ **Bassins à ciel ouvert en eau et mares** : étanchéifiés en partie basse, ils se caractérisent par un niveau d'eau conservé en permanence. Ils peuvent éventuellement être aménagés comme écosystèmes (mare). Lors d'événements pluvieux, le niveau d'eau s'élève temporairement et le bassin déborde sur une zone prévue à cet effet pour retenir et infiltrer les eaux de ruissellement.
- ✓ **Bassins à ciel ouvert secs** : de l'eau n'y pénètre que lors des événements pluvieux. Par temps sec, ils peuvent avoir un autre usage (zone piétonne, jardin ou aire de jeu). Un drainage est souvent nécessaire pour maintenir le bassin sec hors des événements pluvieux.
- ✓ **Bassins enterrés.**

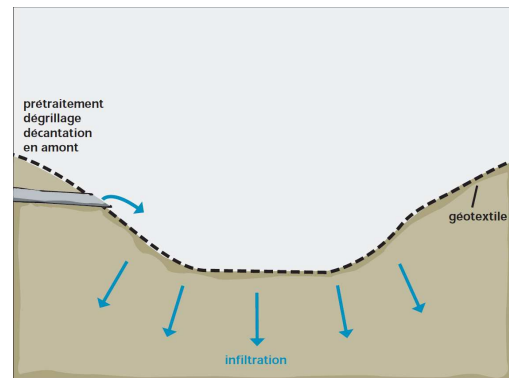
EMPLACEMENT

L'emplacement de ces bassins dépend de leur type mais des principes généraux peuvent être appliqués à l'ensemble :

- ✓ Position dans un point bas pour assurer un fonctionnement gravitaire, plus facile à mettre en œuvre ;
- ✓ Accès aisé pour l'entretien ;
- ✓ Installation à une distance minimale de 5 mètres de l'habitation et de trois mètres de la limite de parcelle.



*Mare d'infiltration (Source : Erik P.C. ROMBAUT, 2010.
« Gestion durable de l'eau en ville. Vers un écopolis résistant
au climat »)*



*Schéma de bassin d'infiltration (Source : Région Rhône Alpes,
2006. « Pour la gestion des eaux pluviales – Stratégie et
solutions techniques »)*

PRINCIPES DE CONCEPTION

Conception

Un dégrilleur, un désableur et un déshuileur sont conseillés en amont du bassin. Une vanne d'isolement doit être mise en place pour confiner les pollutions accidentelles.

Plusieurs méthodes pour la réalisation de l'étanchéité peuvent être employées : argile compactée (le plus économique), géomembrane, ciment, béton bitumineux. Des cailloux grossiers posés sur l'étanchéité jouent le rôle de filtre de la pollution.

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.

Bassins à ciel ouvert en eau ou mares :

- ✓ 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 ;
- ✓ Il n'existe pas de contrainte particulière morphologique pour les bassins à ciel ouvert. Une forme circulaire privilégie un linéaire minimum de berge et donc un coût minimum de terrassements. Des mesures de sécurité devront être prises dans le cas des bassins accessibles aux usagers pour leur permettre une évacuation en sécurité ;
- ✓ Les bassins en eau doivent être de préférence mis en place dans des zones habituellement humides.

Bassins à ciel ouvert secs :

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

Bassins enterrés :

- ✓ Il faut prévoir un accès pour l'entretien.

REGLES DE GESTION

Une visite et un nettoyage tous les 6 mois du regard de décantation et du panier dégrilleur sont conseillés.

Bassins à ciel ouvert en eau ou mares : Un entretien régulier est nécessaire pour éviter la prolifération d'espèces indésirables comme les moustiques. Les plantes doivent être éclaircies annuellement. Un curage est nécessaire tous les 20 ans.

Bassins à ciel ouvert secs : En herbe, ils sont entretenus comme des espaces verts. Un entretien particulier est nécessaire après la pluie pour enlever les matériaux de charriage.

Pour éviter le colmatage lors des travaux, il est conseillé de protéger le bassin avant sa mise en service. Il ne faut pas non plus déverser les eaux polluées (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple) dans l'ouvrage.

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

ESTIMATION DES COÛTS

Réalisation bassin en eau	15 à 100 €/m ³
---------------------------	---------------------------

Réalisation bassin sec	15 à 140 €/m ³
Entretien bassin en eau	0,25 à 0,75 €/m ³ stocké
Entretien bassin sec	0,5 à 2,5 €/m ³ /an
Bassin enterré (coût très variable selon le projet)	100 à 1300 €/ m ³ stocké
AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> 👍 Volumes de stockage importants 	<ul style="list-style-type: none"> 👎 Entretien régulier indispensable pour limiter les risques de colmatage et de stagnation des eaux 👎 Coût élevé 👎 Plus adapté à la gestion collective qu'individuelle, en particulier les bassins enterrés
Pour les bassins à ciel ouvert et les mares	
<ul style="list-style-type: none"> 👍 Bonne intégration paysagère 👍 Entretien facile 👍 Pas de contrainte morphologique 👍 Création de zones humides écologiquement intéressantes 👍 Réserve pour l'arrosage 👍 Des phragmites ou roselières peuvent améliorer l'épuration de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> 👎 Emprise foncière importante 👎 Prétraitement nécessaire pour limiter le colmatage et la pollution (dégrillage, désablage, déshuilage) 👎 Risque d'accident en cas de profondeur importante 👎 Niveau minimal à maintenir en période sèche
Pour les bassins enterrés	
<ul style="list-style-type: none"> 👍 Aucune emprise foncière 	<ul style="list-style-type: none"> 👎 Coûts plus élevés que pour les bassins à ciel ouvert 👎 Nécessité de prévoir un accès pour l'entretien

REFERENCES
<p>Conseil Général des Hauts-de-Seine, 2006. « La pluie en ville »,</p> <p>Erik P.C. ROMBAUT, 2010. « Gestion durable de l'eau en ville. Vers un écopolis résistant au climat »</p> <p>Grand Lyon, 2008. « Fiche n°05 : Stockage sur toiture »</p> <p>Région Rhône Alpes, 2006. « Pour la gestion des eaux pluviales – Stratégie et solutions techniques »</p>

TRANCHEE D'INFILTRATION

FONCTION

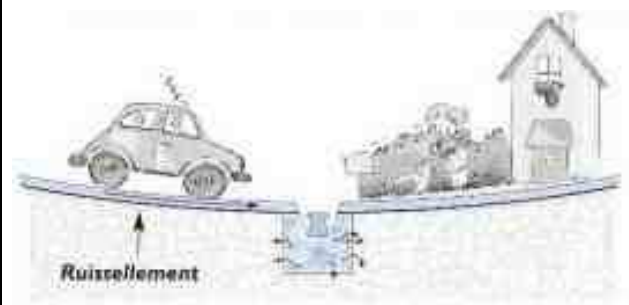
Les tranchées sont des ouvrages linéaires remplis de matériaux poreux permettant de stocker temporairement les eaux pluviales et de les infiltrer dans le sol.

EMPLACEMENT

Par leur faible emprise au sol, ces techniques sont parfaitement adaptées aux zones urbaines, et peuvent répondre aux besoins de différents types d'espaces :

- ✓ A proximité d'une maison (base de murs, espace entre les bandes de roulement d'une descente de garage), à condition que les fondations de celle-ci ou un éventuel sous-sol soient bien protégés d'un excès d'humidité ;
- ✓ En bordure de parcelle.

Il est conseillé d'éloigner l'ouvrage à une distance minimale de 3 mètres des arbres ou des arbustes, afin d'éviter la pénétration de racines.



Exemples de tranchées d'infiltration à la parcelle (Source : ADOPTA)



Petite tranchée le long d'un espace piétonnier (Source : Grand Lyon, Fiche n°03)

PRINCIPES DE CONCEPTION

Conception

Les matériaux de surface peuvent être un revêtement étanche ou drainant (lorsque des véhicules y circulent), des galets ou des graviers ou encore un revêtement engazonné.

La tranchée peut être remplie de graves ou de matériaux alvéolaires.

Alimentation

- ✓ L'alimentation peut s'effectuer par infiltration des eaux de ruissellement à travers le revêtement poreux. Sur les petites voies peuvent être utilisés des matériaux poreux non jointifs.
- ✓ L'alimentation par avaloir s'effectue de la même façon que pour l'alimentation d'un réseau, c'est à dire par des drains diffuseurs issus d'un regard placé à l'amont. Pour des raisons liées à l'entretien, il est préférable de les rendre facilement accessibles et mettre en place un dispositif de prétraitement des effluents (bac de décantation avec dégrillage dans l'avaloir, et si nécessaire, séparateur à hydrocarbures - particulièrement recommandé pour les tranchées d'infiltration - entre l'avaloir et la tranchée).

Cependant, quel que soit le dispositif, étant donnée l'impossibilité de curer ces tranchées, les enrobés drainants sont préférables aux avaloirs.

Stockage

- ✓ Le stockage s'effectue dans les interstices des matériaux poreux. Ces derniers peuvent être de différents types. Ils doivent être choisis en fonction des contraintes mécaniques horizontales ou verticales qu'ils auront à subir, c'est à dire de l'aménagement en surface.
- ✓ Il est recommandé de disposer un géotextile sur les parois de l'ouvrage afin de faire obstacle aux matériaux fins susceptibles de pénétrer dans la tranchée et de la colmater.

Évacuation

La vidange de la tranchée à débit régulé peut s'effectuer selon deux modes :

- ✓ par des drains placés au fond, conduisant vers le réseau public. L'ouvrage s'appelle alors une tranchée drainante ;
- ✓ soit par infiltration des eaux dans le sol. L'ouvrage s'appelle alors une tranchée d'infiltration.
- ✓ Le débit de vidange est fonction des capacités d'infiltration des parois.

ENTRETIEN

L'entretien consiste principalement à maintenir en état les dispositifs d'alimentation :

- ✓ alimentation à travers le revêtement poreux : nettoyage ou remplacement des matériaux colmatés, tonte du gazon, lutte contre la prolifération des plantes parasites ;
- ✓ alimentation par drain issu de regards : nettoyage des regards ;
- ✓ les arbres et plantations à racines profondes sont à proscrire à proximité de l'ouvrage car ils sont susceptibles de le perforer ;
- ✓ le géotextile doit être changé lorsqu'il est colmaté ;
- ✓ en cas de pollution accidentelle, les matériaux doivent être remplacés.

Il est conseillé de ne pas déverser les eaux polluées dans l'ouvrage (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple), et de protéger la tranchée contre le colmatage en cas de travaux à proximité.

ESTIMATION DES COÛTS

Fournitures et Pose	50 à 75 €HT/m ³ terrassé (jusqu'à 375 €/m ³ pour le dispositif le plus complexe)
Entretien	1,25 €HT/m ² /an

AVANTAGES

- 👍 Faible emprise au sol (exige moins de surface qu'une noue)
- 👍 Bonne intégration paysagère
- 👍 Entretien simple
- 👍 Coût relativement peu élevé
- 👍 Mise en œuvre relativement simple
- 👍 Adaptée à la gestion individuelle et collective

INCONVENIENTS

- 👎 Entretien régulier pour éviter le colmatage
- 👎 Cloisonnement nécessaire sur un site pentu pour optimiser les volumes de stockage

REFERENCES

Grand Lyon, 2008 « Fiche n°03 : Tranchée de rétention et/ou infiltration »