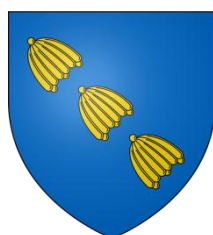




**G2C ingénierie**  
26 chemin de Fondeyre  
31200 TOULOUSE  
Tel : 05.61.73.70.50  
Fax : 05.61.73.70.59

**Votre interlocuteur**  
François Bargelé  
Portable : 06 30 67 93 37  
Email : f.bargele@altereo.fr



**COMMUNE DE MIELAN**  
**DEPARTEMENT DU GERS**

**MISE A L'ENQUETE PUBLIQUE DU ZONAGE  
D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES ET DU  
ZONAGE DES EAUX PLUVIALES**

---

**CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES**



## Sommaire

<b>1. LES MESURES COMPENSATOIRES DE STOCKAGE DES EAUX PLUVIALES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Noue stockante .....	3
1.2. Chaussée à structure réservoir.....	6
1.3. Toits stockants .....	9
1.4. Les bassins de rétention enterrés .....	13
1.5. Les toitures végétalisées .....	16
1.6. Les bassins de retenue.....	19
<b>2. LES MESURES COMPENSATOIRES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES.....</b>	<b>21</b>
2.1. Puits d'infiltration .....	21
2.2. Tranchées drainantes.....	24
2.3. Filtres plantés de roseaux .....	27
<b>3. ELEMENTS RELATIFS AU BON ECOULEMENT DES EAUX PLUVIALES .....</b>	<b>29</b>
3.1. Buses de franchissement.....	29



# 1. LES MESURES COMPENSATOIRES DE STOCKAGE DES EAUX PLUVIALES

## 1.1. Noue stockante

### DEFINITION

Ce sont des fossés larges et peu profonds aux rives en pente douce permettant de collecter les eaux de pluie par l'intermédiaire d'une canalisation ou directement après ruissellement des surfaces adjacentes. Les débits écrêtés sont par la suite infiltrés ou dirigés vers un exutoire.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Il peut se résumer en 3 étapes bien distinctes :

- Au départ, introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite,
- Ensuite, stockage des eaux recueillies à l'air libre,
- Pour finir, évacuation des eaux usées par infiltration dans le sol et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

### AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Avantages	Inconvénients
Contribution à une meilleure délimitation de l'espace	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles)
Bon comportement épuratoire	Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau
Bonne intégration dans le site	Colmatage possible des ouvrages
Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec	Emprise foncière importante dans certains cas
Solution peu coûteuse	Risque de pollution accidentelle de la nappe (cas de l'infiltration) si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

### CONDITIONS A RESPECTER

- Respect des dimensions et des pentes longitudinales
- Vérification des pentes avec réalisation d'une cunette en béton ou d'une tranchée drainante dans le fond de la noue pour éviter la stagnation des eaux
- Enherbement des berges pour éviter l'érosion, voire enrochements localisés
- Mise en place d'un drain sous la nue pour éviter le bouchage des orifices

### CONCEPTION

- Où ?

Le long des voies de circulation, dans une parcelle le long d'une limite de propriété.

- Comment ?



Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant

- Pente des talus < 30%
- Pente du fond de noue : faible <0.2-0.3%
- Plus la pente est faible et plus l'entretien est facilité
- **Avec quoi ?**
  - Végétation : gazon résistant à l'eau et l'arrachement
  - Massif drainant en fond de noue : béton, pierre sèche, briques ...

## DIMENSIONNEMENT

- **Cas d'une noue de rétention, l'infiltration étant négligeable**

Les dimensions de la /des noues doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

Dimensions	L x l x (h/2) =Volume de rétention
Diamètre de l'orifice de vidange	$m \times V \times S = Q$ avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>Q (le débit de fuite),</li> <li>m=0.62 (coefficient de Borda),</li> <li>V (vitesse en m/s),</li> <li>h (hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice),</li> <li>S (section de l'orifice)</li> </ul>

- **Cas de l'infiltration**

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.

## COUT

- Terrassement : de 5 à 20 euros HT/m<sup>3</sup>
- Engazonnement : 2 euros HT/m<sup>2</sup>
- Pose et matériel pour le massif drainant : de 60 à 100 euros HT /ml
- Entretien : 3 euros HT/ml

## ENTRETIEN

Similaire à ceux des espaces verts : tonte, ramassage des feuilles mortes et des détritux, curage des orifices de vidange.



EXEMPLES D'OUVRAGES

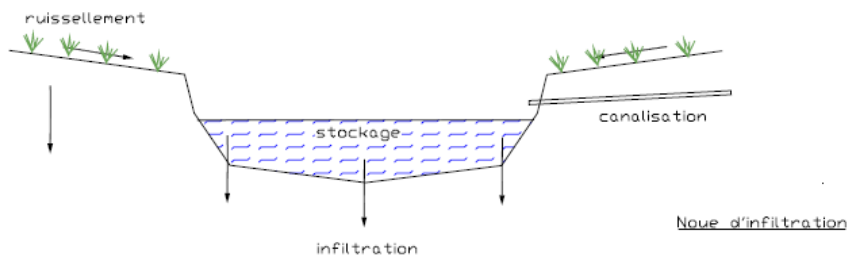
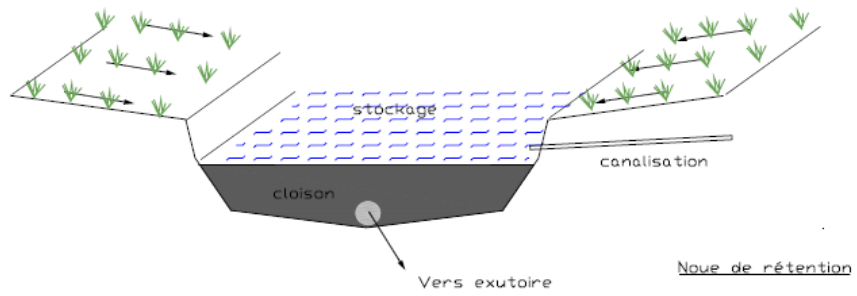
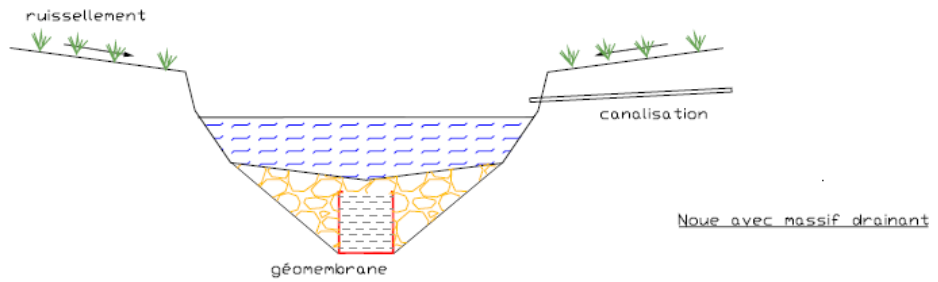


Noeue stockante



Noeue stockante

SCHEMA DE PRINCIPE





## 1.2. Chaussée à structure réservoir

### DEFINITION

Chaussée qui comporte une couche au moins 10 cm d'épaisseur et constituée d'un matériau poreux ou drainant dans la porosité est supérieure à 15%. Ces aménagements supportent la circulation et sont majoritairement réalisés dans ces ZAC ou des lotissements. Le revêtement peut être **classique** ou **poreux**.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Il peut se résumer en 3 étapes bien distinctes :

- Stockage temporaire des eaux de ruissellement recueillies dans le corps de la structure.
- Si le revêtement est poreux : infiltration directe dans la structure Si le revêtement est étanche : injection par l'intermédiaire d'avaloirs.
- Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

### AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Avantages	Inconvénients
Aucune emprise supplémentaire nécessaire	Structure tributaire de l'encombrement du sous sol
Filtration des polluants	Sensibilité au gel
Meilleur confort de conduite par temps de pluie	Sensibilité au colmatage, nécessite un entretien régulier spécifique
Amortissement des bruits de roulement (pour les vitesses supérieures à 50 km/h)	Orniérage (utilisation exclue dans les giratoires, les zones de décélération)
Si infiltration alimentation de la nappe phréatique	Contrainte liée à l'encombrement du sous sol

### CONDITIONS A RESPECTER

- Doit être intégré dans le projet d'aménagement le plus tôt possible
- Une attention particulière devra être apportées à : granulométrie, pose des drains, diamètre des drains adaptés.
- Contre le colmatage, il faut éviter tout dépôt de terres ou de sables.
- Conception bien étudiée et réalisation consciencieuse (interventions difficiles après construction)

### CONCEPTION

- **Où ?**

Voiries à faible pente, éviter les ronds-points et les routes à fort trafic, en dehors de tout risque d'apport boueux.

- **Comment ?**

- Interfaces : géotextile entre la couche de formation et le sol support.
- Un drainage interne ventilé favorise la respiration de la structure.- Drain PVC situé au fond (rétention) ou en haut (infiltration).
- Prévoir des événements.
- Prévoir des cloisons si la pente est trop importante.
- Un grillage avertisseur doit être mis au dessus de la structure pour signaler sa présence.



- **Avec quoi ?**

Couche de surface :

- - Revêtement classique: enrobé et béton drainants, pavés et dalles, revêtement étanche
- - Revêtement poreux : béton, pavés, enrobé poreux

Couche de stockage :

- - Matériaux naturels : roulé, concassé, galets (porosité>30%)
- - Matériaux préfabriqués : structures alvéolaires, en nid d'abeille, en casier, ...

Interface :

- - Géotextile (pas d'infiltration dans le sol)

## DIMENSIONNEMENT

- **Cas d'une structure de rétention, l'infiltration étant négligeable :**

Les dimensions de la / des tranchée(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

Dimensions	$h \times l \times L \times \text{porosité du matériau} = \text{Volume de rétention}$
Diamètre de l'orifice de vidange	$Q$ (le débit de fuite), $m=0.62$ (coefficient de Borda), $m \times V \times S = Q$ avec : $V$ (vitesse en m/s exprimée par $(2gh)^{0.5}$ ), $h$ (hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice), $S$ (section de l'orifice donnée par $\pi \times r^2$ )

- **Cas de l'infiltration :**

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.

## COUT

- **Réalisation :**

Chaussée classique 240€ à 290€/mL

Chaussée poreuse : 270 € à 450€/mL

- **Entretien :**

Lavage simple : 1€/m<sup>2</sup>/an

Lavage simple et changement de couche de roulement : 3€/m<sup>2</sup>/an

## ENTRETIEN

- **Revêtement classique :**

- Curage (occasionnel) et contrôle par inspection caméra des drains (diamètre et - longueur des drains doivent être appropriés)
- 1 curage/semestre des bouches d'injection, des avaloirs, des regards
- 1 changement de filtre/an

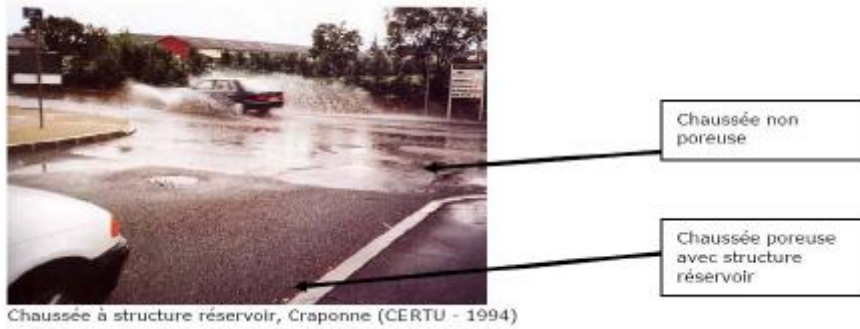


• **Revêtement poreux :**

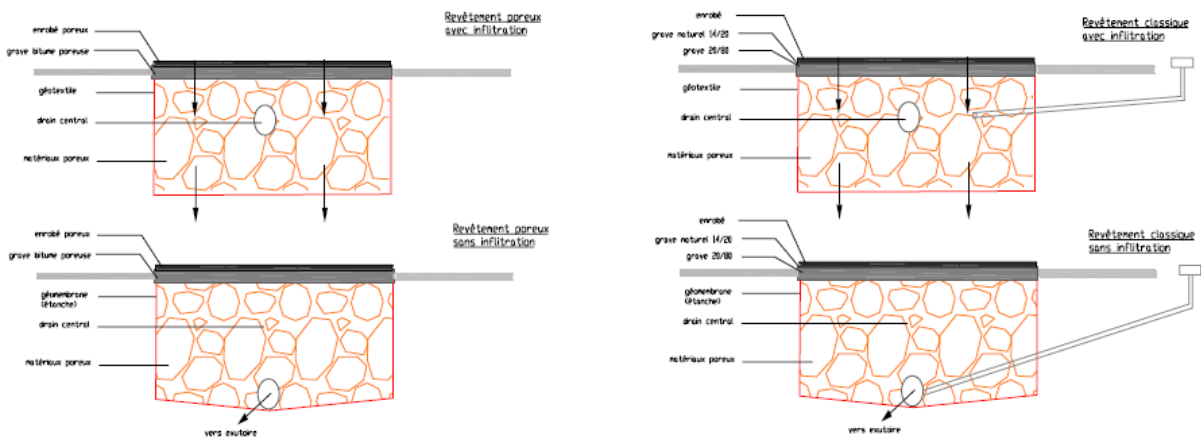
- Traitement préventif (hydrocurage/aspiration sous moyenne pression, balayage à proscrire),
- Traitement curatif (hydrocurage/aspiration à haute pression) du colmatage,
- Sablage interdit, mais quantité de sel à répandre plus importante.

**REMARQUE**

Dans le cas d'un revêtement poreux, des tests de perméabilité doivent être effectués en fin de travaux.



**SCHEMA DE PRINCIPE**







## 1.3. Toits stockants

### DEFINITION

Aussi appelées « toitures terrasses », ce sont des toits plats de pente nulle ou faible, aménagés avec des parapets sur le pourtour permettant un stockage temporaire des eaux de pluie.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Stocker provisoirement les eaux de pluie et les restituer au réseau en assurant un débit régulé grâce à un dispositif de vidange.

### AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Avantages	Inconvénients
Réduction du débit de pointe et donc réduction du réseau en aval	Entretien régulier
Bonne intégration dans le tissu urbain	A utiliser avec précautions sur une toiture existante (vérification de la stabilité et de l'étanchéité)
Conception simple	Difficile de mettre en place sur toiture en pente (>2%) Risque de pollution des eaux dans le cas d'un toit jardin à cause des produits chimiques utilisés
Pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire	Léger surcôt dans certains cas Possibilité de problèmes liés au gel
Pas de surcoût par rapport à une toiture « normale »	Réalisation soignée par entreprises spécialisées (étanchéité) Méthode inadaptée aux terrasses, aux toitures terrasses comportant des locaux techniques (chaufferie, monte charge)

### CONDITIONS A RESPECTER

- Pente inférieure à 5%,
- Vérification de la stabilité sur les constructions existantes,
- Mise en œuvre de l'étanchéité particulièrement soignée,
- Dispositifs de vidange :
  - Système de régulation par le biais d'orifices calibrés
  - Trop-pleins de sécurité (hauteur d'eau limitée)
- Pas d'installations électriques,
- Les toitures terrasses comportant des installations techniques ne peuvent pas être utilisées : Chaufferies, VMC, Machineries, capteur solaires...
- Evaluation de la hauteur d'eau à stocker : doit permettre une bonne régulation tout en assurant la sécurité de la structure (trop-plein à 10 cm max).

### CONCEPTION

- Où ?

Sur les toits existants (vérification de la stabilité et de l'étanchéité auparavant) ou neufs ; Pas un climat de montagne (< 900m d'altitude)



- **Comment ?**

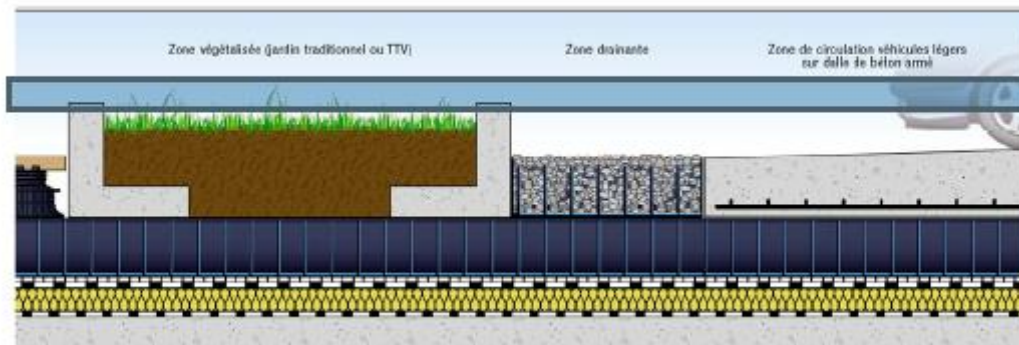
- Etude hydraulique et mécanique
- Calcul de la charge en eau
- Pente nulle : dispositif de régulation et trop pleins de sécurité (protégés par des grilles)

- **Avec quoi ?**

- Elément porteur : béton, bois, acier
- Pare vapeur et isolant thermique
- Pente nulle : reliefs en béton armé de 25 cm de haut au-dessus de la protection (barrages)
- Protection d'étanchéité placée sous des gravillons ou dalles béton ou bois

## DIMENSIONNEMENT

- Les descentes : Tout point d'une terrasse est au maximum à 30 m d'une descente et toute bouche draine une surface maximale de 700 m<sup>2</sup>,
- Le dispositif de vidange (orifice de régulation): informations constructeurs.



## ENTRETIEN

La chambre syndicale nationale d'étanchéité préconise un minimum de deux visites annuelles :

- l'une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes,
- l'autre avant la période estivale.

L'entretien est à la charge des propriétaires. Des préconisations d'entretien peuvent être introduites au niveau du règlement de copropriété.

## COUT

Léger surcoût par rapport à une toiture classique (étanchéité soignée, structure adaptée) : de 7 à 30€/m<sup>2</sup> selon les aménagements prévus.

## REMARQUE

- La Chambre syndicale nationale de l'étanchéité de 1992 donne de nombreuses directives quant à la mise en place des toitures stockantes (norme NF 84-204/DTU 43-1),
- Des tests de fin des travaux doivent être réalisés : dimensionnement, revêtement, fonctionnement des organes de vidange corrects.

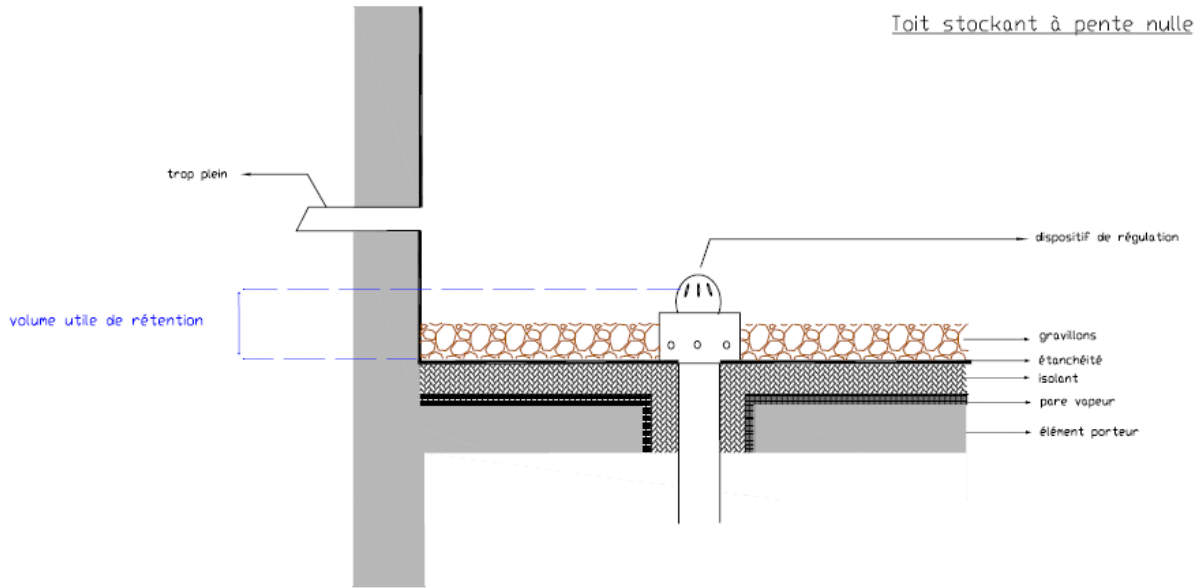


EXEMPLES D'OUVRAGES





SCHEMA DE PRINCIPE





## 1.4. Les bassins de rétention enterrés

### DEFINITION

Ouvrage souterrain de stockage des eaux de pluie, avec un système de vidange régulée. Pour une utilisation à grande échelle (lotissement, ZAC...) sous des espaces verts, des voiries ou des parkings, ou pour la rétention de petits volumes chez les particuliers (dans ce cas le volume utile peut englober, en plus du volume de stockage, un volume de réutilisation).

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les eaux sont stockées puis évacuées vers un exutoire en garantissant débit régulé. Trois fonctions se combinant les unes aux autres peuvent lui être attribuées : stockage pour réutilisation, volume tampon, infiltration (si le sol est perméable).

Avantages	Inconvénients
Surface au sol inchangée, possibilité de valoriser l'espace en surface	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable des ouvrages de prétraitement amont (décanteur, débourbeur, déshuileur)
Multitude de techniques et de choix de matériaux, donnant une liberté de forme de volume et de réalisation	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
<p><u>Cas particulier de l'infiltration :</u></p> <p>Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop plein)</p> <p>Alimentation de la nappe phréatique</p>	<p><u>Cas particulier de l'infiltration :</u></p> <p>Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage</p>

### CONDITIONS A RESPECTER

- La position des ouvrages de décantation et de traitement et leur dimensionnement doivent être réfléchis de façon à ce que leur entretien puisse être réalisé facilement et, dans la mesure du possible, avec le matériel habituel dont le gestionnaire dispose,
- Il peut être utile de prévoir un dispositif de mesure du débit sortant : pour vérifier les hypothèses retenues pour le dimensionnement du débit de fuite, et ajuster au besoin le débit de fuite au moyen de la vanne.

### CONCEPTION

- **Où ?**

- Conditions de faisabilité : étude géotechnique, présence d'eau souterraine, charges statiques et dynamiques, prise en compte des types de surface drainées et des apports potentiels en éléments solide.

- **Comment ?**

- Choix du procédé : prise en compte de l'indice des vides, du risque de colmatage, du mode de remplissage par le haut ou par le bas, place disponible, facilité d'entretien, accessibilité, trop plein,

- Respecter les recommandations des fabricants, notamment pour la mise en place du lit de pose lorsque celui-ci est nécessaire.

- **Avec quoi ?**

- Conduites béton/acier/PVC surdimensionnées, Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) visitables et curables. Eviter le remplissage avec des graviers (faible indice de vide et non visitable).

- Mise en place de système d'aération (pour éviter la mise en pression ou dépression),

- Ouvrage de décantation en amont et système de régulation en aval,

- Prévoir un séparateur hydrocarbure si nécessaire,

- Géotextile (bassin d'infiltration) ou géomembrane (bassin étanche).



## DIMENSIONNEMENT

Les dimensions 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 :

- Dimensions :  $L \times l \times h \times \text{porosité du matériau} = \text{Volume de rétention}$
- Diamètre de l'orifice de vidange :  $m \times V \times S = Q$

Avec : Q : débit de fuite ;  $m = 0,62$  (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par  $(2gh)^{0,5}$  ; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par  $\text{Pi} \times r^2$

## COUT

La multitude de procédés et de techniques pouvant être utilisées ne permet pas d'estimer un coût précis : 300 à 1000 € HT /m<sup>3</sup> stocké (ouvrages visitables et curables).

## ENTRETIEN

- Entretien annuel (mise en place d'un carnet d'entretien),
- Inspection après un épisode pluvieux,
- Efficacité de l'entretien si une signalisation complète est présente (borner son encombrement et éviter les surcharges accidentelles).

## REMARQUE

Technique conseillée lorsque peu d'espace est disponible et si le coût foncier le justifie.

## EXEMPLES D'OUVRAGES

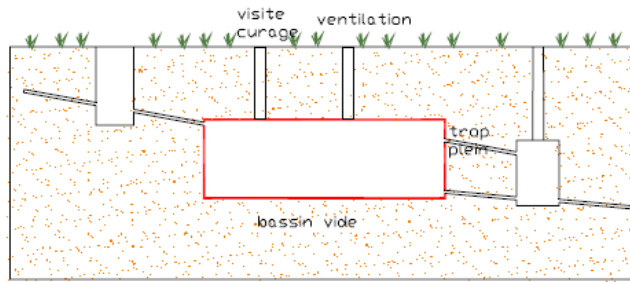


Stockage enterré



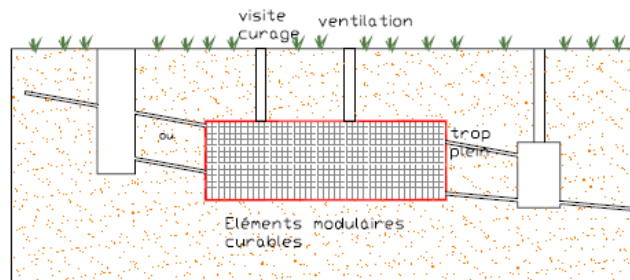


SCHEMA DE PRINCIPE



bassin de rétention enterré visitable

(buses ou cuves béton ou métalliques)



bassin de rétention enterré curable

(éléments modulaires en plastique)



## 1.5. Les toitures végétalisées

### DEFINITION

Aussi appelées « toitures vertes », ce sont des toitures recouvertes de végétation et de diverses couches permettant le développement de celle-ci. Même si elles participent à la réduction des volumes d'eau ruisselés et au laminage des débits de pointe, elles ne constituent pas une mesure de rétention des eaux pluviales : en cas de saturation en eau de la toiture et face à un nouvel épisode pluvieux, ces derniers auront un comportement identique à celui d'une toiture classique.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les toitures vertes remplissent une fonction d'isolation et d'esthétique, en plus de leur fonction de limitation des ruissellements.

Les **toitures végétalisées** (extensives (mousse, sédums, plantes vivaces) ou semi intensives (vivaces, graminées) retiennent +/- 30% des eaux de pluies sur une année.

Les toitures jardins, constituées d'une végétation intensive (gazon, plantes basses, arbustes, ...), ont une capacité de rétention de presque 50%.

Avantages	Inconvénients
Réduction du débit de pointe	Entretien régulier : risque de nuisances olfactives et d'obstruction des évacuations
Bonne intégration paysagère	Inadapté aux toitures pentues
Conception simple Pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire Confort thermique et acoustique Réduction des couts énergétiques	Faible volume stocké Sécurité (toit difficile d'accès) Conception précise (étanchéité indispensable)

### CONDITIONS A RESPECTER

- **Comment ?**

- Etude hydraulique et mécanique, calcul de la charge en eau
- Couche drainante nécessaire si la pente < 5%
- Zone « stérile » à mettre en place (largeur > 40 cm)
- Pente nulle : dispositif de régulation et trop pleins de sécurité (protégés par des grilles)

- **Avec quoi ?**

- Élément porteur : béton, bois, acier
- Pare vapeur et isolant thermique
- Protection d'étanchéité : membrane bitumeuse traitée antiracines ou asphalte coulé matériaux alvéolaires, argile expansée...
- Couche filtrante : matériaux en polyester ou polyéthylène
- Substrat : éléments organiques (tourbe, compost, ...) avec des minéraux (pierre de lave, pierre ponce,...) ; terreau pour les toitures jardin
- Végétation : extensive : 4 à 5 cm ; semi-intensive : 12 à 30 cm ; intensive : > 30 cm

### EFFICACITE

Campagne de mesure du CSTC de juin 2002 à décembre 2003 :

- Volume d'eau ruisselé diminué





- Effet retardataire sur l'écoulement mais pas de diminution possible des systèmes d'évacuation (en cas de saturation : fonctionnement comparable à une toiture classique))
- D'un point de vue de la qualité des eaux rejetées, effet positif non démontré : Augmentation des matières en suspension, coloration...
- Plus le substrat est épais, plus les effets sont amplifiés

## ENTRETIEN

2 visites annuelles par an (après l'automne et avant l'été)

Contrat d'entretien avec les professionnels efficace. Arrosage, taille, tonte, désherbage.

## COUT

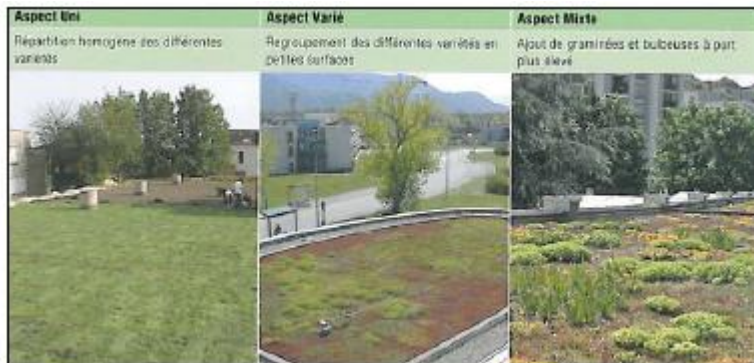
Toiture de 1000 m<sup>2</sup> hors élément porteur et étanchéité :

- végétalisée extensive : 40 à 70€ /m<sup>2</sup>,
- jardin : 100 €/m<sup>2</sup>.

## REMARQUES

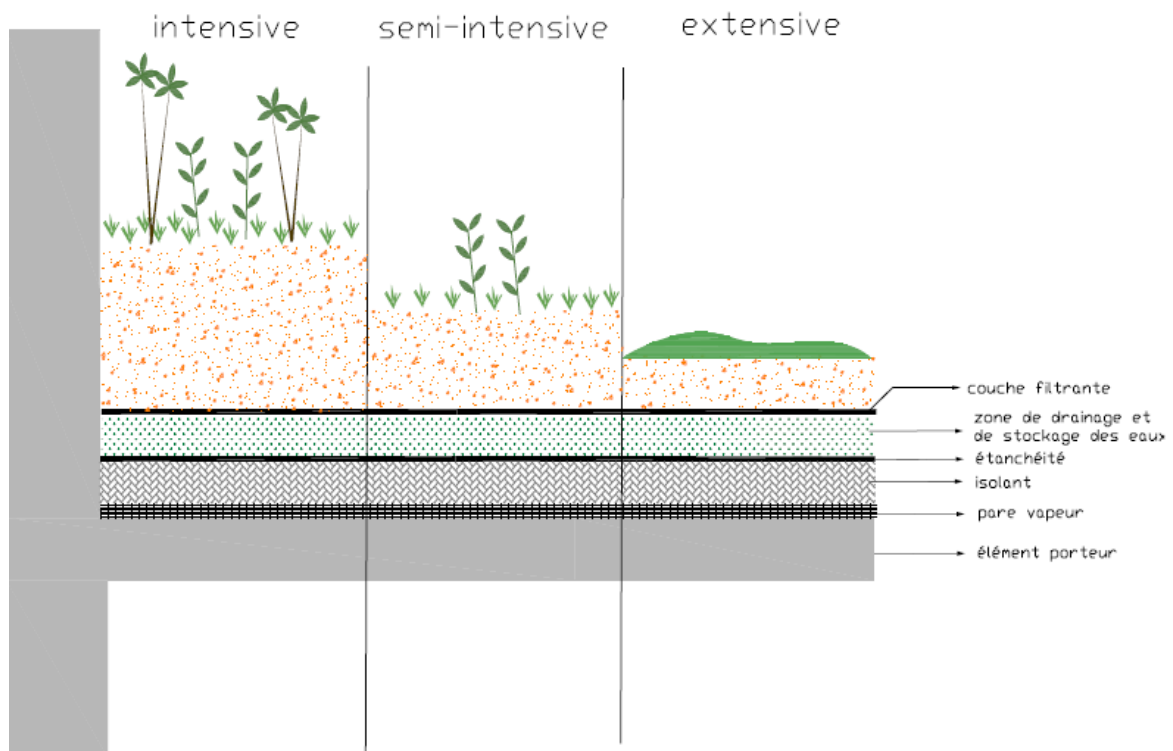
- - La Chambre syndicale nationale de l'étanchéité de 1992 donne de nombreuses directives (norme NF 84-204/DTU 43-1),
- - A combiner avec d'autres techniques : puits d'infiltration, tranchée drainante, ...

## EXEMPLES D'OUVRAGES





SCHEMA DE PRINCIPE





## 1.6. Les bassins de retenue

### DEFINITION

Les eaux de ruissellement y sont stockées avant d'être évacuées vers un exutoire de surface.

### FONCTIONNEMENT

Afin que le fonctionnement des bassins à sec soit optimum tant sur le plan quantitatif que qualitatif, certains aménagements pourront être réalisés :

- Les canalisations d'arrivées dans les bassins devront être positionnées pour permettre une décantation optimum de l'effluent ; il est souhaitable qu'elles soient situées à l'opposé du point de rejet (augmentation du temps de séjour dans le bassin).
- L'ouvrage de sortie devra comporter :
  - -Une zone de décantation facile à curer. Cette zone peut être située immédiatement en amont de l'ouvrage,
  - -Une grille permettant de récupérer " les flottants " et pouvant être verrouillée pour éviter les intrusions d'enfants dans les canalisations. Un entretien régulier et fréquent devra être effectué avec enlèvement des flottants. Une cloison siphonide pour piéger les hydrocarbures et les graisses. Cet ouvrage devra être vidangé régulièrement par une entreprise spécialisée,
  - -Un by-pass commandé par une vanne facilement manœuvrable et accessible sera aménagé pour dévier les eaux pluviales lorsqu'une pollution est stockée dans le bassin et pour permettre de la récupérer par pompage ou autre,
  - -Un système de régulation adapté pour gérer les pluies de différentes intensités et rendre le bassin efficace notamment pour les premiers flots qui sont les plus pollués. Il peut par exemple être prévu des orifices de petits diamètres superposés.

### EXEMPLES D'OUVRAGES



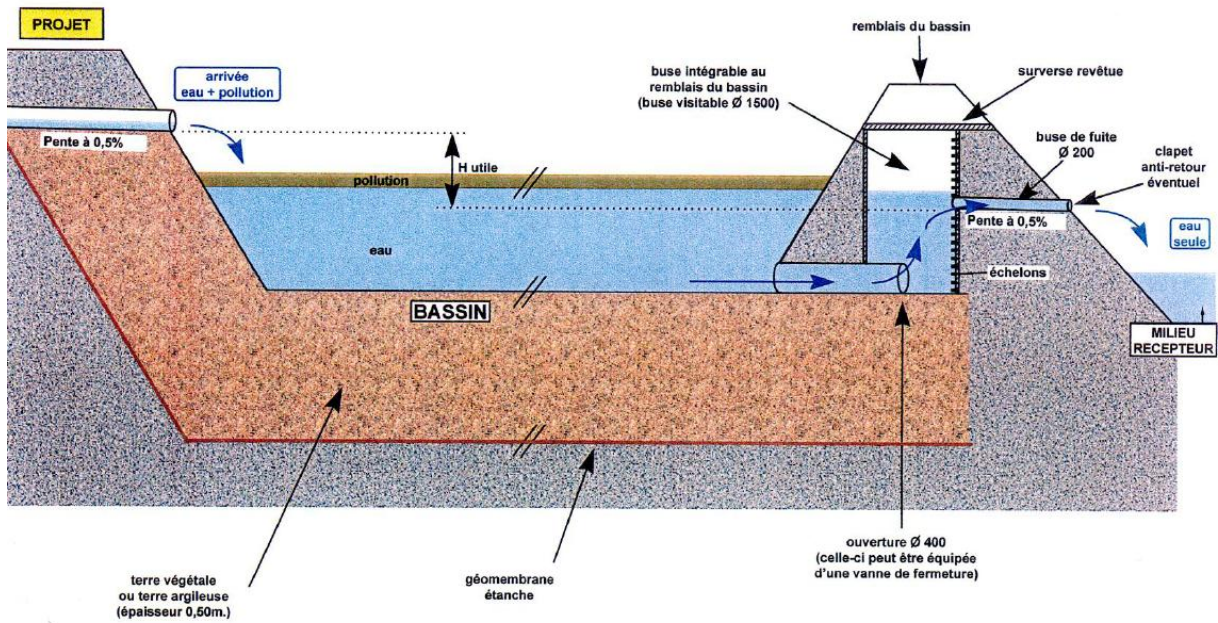
Bassin tampon  
paysager



Bassin tampon  
paysager



SCHEMA DE PRINCIPE





## 2. LES MESURES COMPENSATOIRES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES

### 2.1. Puits d'infiltration

#### DEFINITION

Ouvrage de profondeur variable, permettant un stockage et une évacuation directe vers le sol des eaux pluviales (préférentiellement issues des toitures).

#### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- Alimentation par ruissellement ou par conduites
- Décantation sommaire dans un ouvrage spécifique en amont du puits
- Stockage temporaire dans le puits
- Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol

Avantages	Inconvénients
Faible emprise au sol	Phénomène de colmatage possible
Conception simple	Entretien régulier spécifique indispensable
Bonne intégration dans le site Pas d'exutoire à prévoir (ou uniquement un trop plein) Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous sol perméable Contribue à l'alimentation de la nappe Pas de contrainte topographique majeure	Colmatage possible des ouvrages Capacité de stockage limité Risque d'accident en période de remplissage Faisabilité tributaire de la nature du sol Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

#### CONDITIONS A RESPECTER

- Vérification de l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité
- Perméabilité du sol suffisante
- Localisation au point bas, à 3 m de tout arbre ou arbuste, à 5 m de tout bâtiment et fond de l'ouvrage doit être au minimum à 2 m au dessus du niveau de nappe haute
- Installation d'un regard décanteur en amont du puits, raccordé par siphon, pour empêcher l'intrusion de flottants et graisses

#### CONCEPTION

- Où ?

A proximité des bâtiments

- Comment ?

Accès sécurisé : regard en fonte, dalle béton...

- Avec quoi ?

- Matériaux à l'intérieur du puits : vide, cailloux, gravier, granulats concassés (attention à la porosité des matériaux),



- Matériaux délimitant le puits : crépine ou buses empilées et perforées (800 à 2000mm). Ils doivent être perforés sur au moins la moitié inférieure de la hauteur du puits : l'infiltration est en effet plus efficace sur les côtés du fait du colmatage rapide du fond du puits.

## 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.

## COUT

Coût de réalisation : 5€/m<sup>2</sup> de surface assainie ; 1500€ pour un puits de 2m/2m

Pour l'entretien, le nettoyage : 3 €HT/m<sup>2</sup> de surface assainie par an ; 80 €/an (curage) pour un entretien satisfaisant ou 300 € HT tous les 2 ans

## ENTRETIEN

- Nettoyage des décanteurs et des dispositifs filtrants,
- Vérification du système de trop plein,
- Entretien des espaces verts environnants.

## REMARQUE

- - Les puits d'injection sont à proscrire car ils présentent trop de risques de pollution de la nappe.
- - Une cuve étanche placée en amont du puits peut être utilisée pour les particuliers en vue de récupération d'eaux de pluie,

## EXEMPLES D'OUVRAGES



► Puits d'infiltration sur voirie (à éviter)



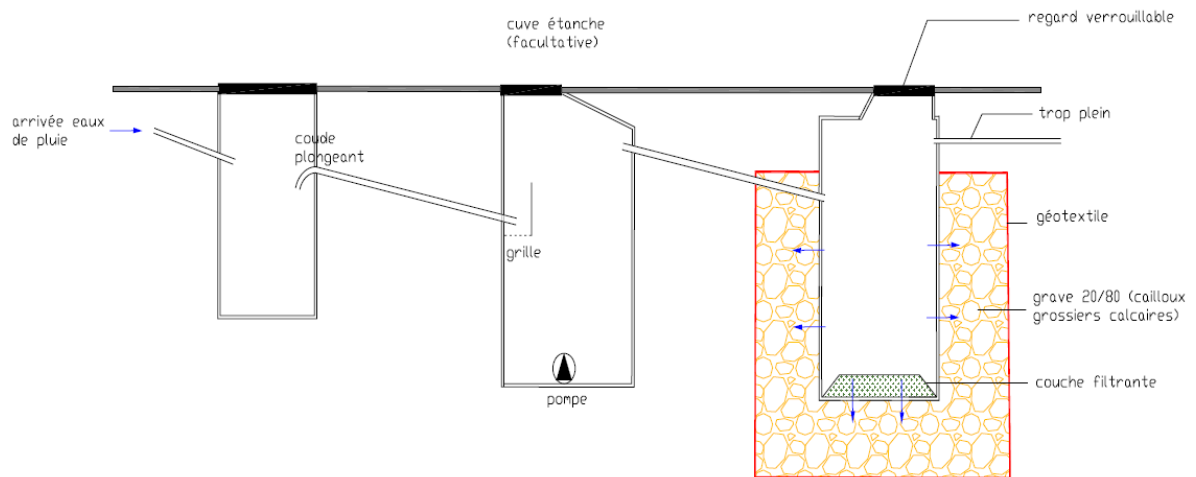
► Exemple de buse béton perforée



► Fond d'un puits



SCHEMA DE PRINCIPE





## 2.2. Tranchées drainantes

### DEFINITIONS

Espaces linéaires et superficiels remplis de matériaux granulaires permettant un stockage des eaux.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite ;
- Stockage des eaux recueillies dans un ouvrage linéaire rempli de matériaux poreux ;
- Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

Avantages	Inconvénients
Diminution des réseaux à l'aval	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles)
Peu coûteux	Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire)
Mise en œuvre facile Bonne intégration paysagère Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval)	Colmatage possible des ouvrages Contraintes liées à l'encombrement du sous sol Emprise foncière importante dans certains cas
<u>Cas particulier de l'infiltration :</u> Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop plein) Alimentation de la nappe phréatique	<u>Cas particulier de l'infiltration :</u> Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

### CONDITIONS A RESPECTER

- Tranchées le long des voies circulées : sous trottoirs ou en limite de parking, rejet vers un exutoire à prévoir au moyen d'un drain (phénomène de colmatage important),
- Les tranchées autour des bâtiments pour les eaux de toiture : l'infiltration suffit, la mise en place d'un drain permettra de répartir les eaux dans toute la tranchée,
- Vérification de l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité,
- Perméabilité du sol suffisante,
- Tranchée de rétention : prévoir un exutoire avec un ouvrage de limitation du débit de fuite.

#### Lors de la réalisation :

- Les apports de terre vers la tranchée doivent être évités, tranchées à réaliser dans les dernières étapes du projet en séparant les surfaces productrices de fines des surfaces drainées.
- Les matériaux utilisés doivent avoir une porosité utile suffisante et doivent être propres pour éviter tout colmatage prématuré.
- Un contrôle de fin de réalisation consiste à vérifier la capacité de stockage et de vidange par des essais de remplissage.





## CONCEPTION

- **Où ?**

Le long des voies de circulation, le long d'un bâtiment, dans une parcelle le long d'une limite de propriété...

- **Comment ?**

- Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant

- Pente des talus < 30%,

- Pente du fond : nulle en cas d'infiltration, faible < 0.2 - 0.3% pour de la rétention (plus la pente est faible, plus l'entretien est facilité).

- **Avec quoi ?**

- Revêtement de surface : gazon, galets, dalles, sable (en sous couche)

- Pas de revêtement poreux
- Peut être non recouverte si les eaux sont peu polluées

- A l'intérieur : graves (porosité>30%), matériaux alvéolaires (porosité>90%) ;

- Cas de l'infiltration : mise en place d'un géotextile pour éviter l'introduction de fines,

- Le drain : tuyau PVC localisé au fond (rétention) ou en haut (infiltration).

## DIMENSIONNEMENT

- **Cas d'une tranchée de rétention, l'infiltration étant négligeable :**

Les dimensions de la / des tranchée(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

Dimensions	$h \times l \times L \times \text{porosité du matériau} = \text{Volume de rétention}$
Diamètre de l'orifice de vidange	$Q$ (le débit de fuite), $m=0.62$ (coefficient de Borda), $m \times V \times S = Q$ avec : $V$ (vitesse en m/s exprimée par $(2gh)^{0.5}$ ), $h$ (hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice), $S$ (section de l'orifice donnée par $\pi \times r^2$ )

- **Cas de l'infiltration :**

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.

## COÛT

Coût de réalisation : de 40 à 50 €/m<sup>3</sup> terrassé, pour un ouvrage simple

Coût d'entretien : 1€/m<sup>2</sup>/an

## ENTRETIEN

- Ramasser régulièrement les déchets ou les débris de végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordures ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface.

- Le géotextile de surface doit être changé en cas de colmatage.



- Pour mesurer l'efficacité de l'ouvrage et vérifier qu'il n'existe aucune pollution due à l'infiltration des eaux de ruissellement, installer un piézomètre en amont et en aval de l'ouvrage.

## EXEMPLES D'OUVRAGES



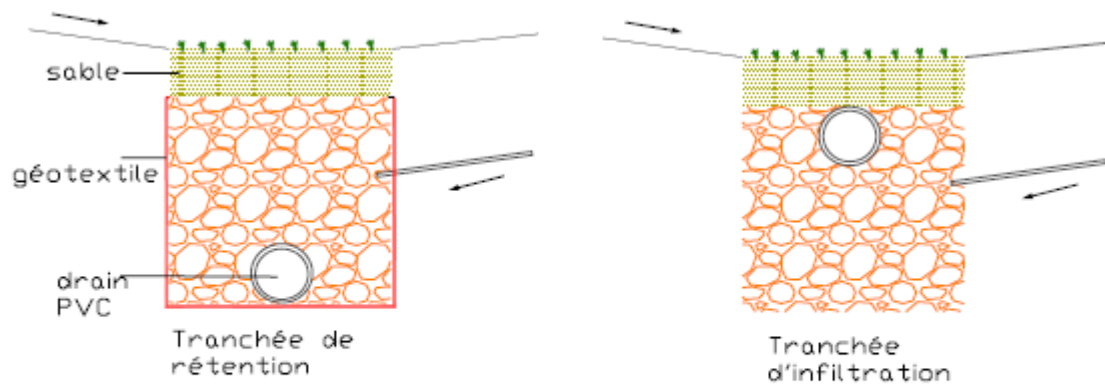
▶ *Tranchées sous toit*



Tranchées drainantes récoltant les eaux de parking  
(Saint-Jacques de la Lande, 35)



## SCHEMA DE PRINCIPE





## 2.3. Filtres plantés de roseaux

### DEFINITION

Pour un traitement qualitatif plus poussé des eaux pluviales et pour la valorisation de l'espace aménagé : application du principe de filtre planté de roseaux aux eaux de ruissellement. Plantation de roseau effectuée sur des graviers utilisée en prétraitement pour dépolluer les eaux de pluies qui ont ruisselé sur les surfaces.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Filtration verticale naturelle: le système racinaire des roseaux associés au substrat (sable et gravier) forment un milieu propice au développement de micro-organismes qui permettent la dégradation des polluants.

Avantages	Inconvénients
Filtration naturelle	Entretien régulier
Réduction du débit de pointe	Risque de nuisances olfactives
Bonne intégration paysagère Conception simple Forte diminution des polluants dans le sol Méthode la plus aisée pour l'élimination des matières organiques et métaux lourds Pas de colmatage Eviter les inondations	Espace nécessaire

### CONCEPTION

- **Où ?**

Zones de pollution urbaines des eaux de ruissellement importante (trafic dense, zones d'activité, ...)

- **Comment ? – (cas du filtre de Neydens)**

En amont :

- Ouvrage de décantation pour la filtration des grosses particules,
- Cloison siphonoïde pour la séparation des hydrocarbures.

Le système :

- Drain pour alimenter le filtre,
- Surverse pour les fortes pluies en direction d'un bassin tampon par exemple.

- **Avec quoi ?**

- Roseaux : plante macrophyte (aquatique et visible à l'œil nu) et héliophyte (enracinés dans l'eau et tiges et feuilles aériennes),
- Couche filtrante : sable et gravier fin,
- Couche drainante : drain en PVC par exemple.



## EFFICACITE

### Résultats des tests sur le filtre de Neydens

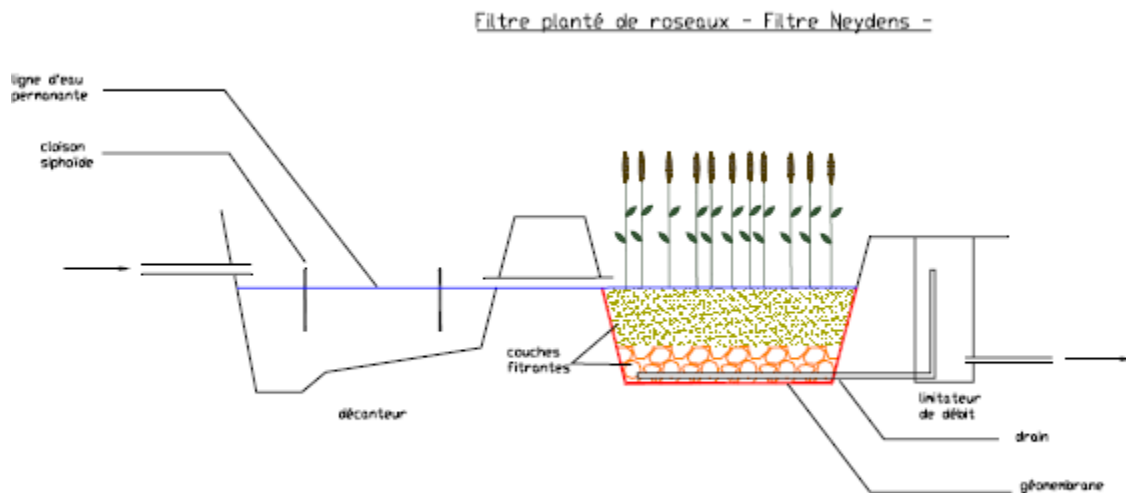
Polluants	Rendement	Effets des roseaux
MES	95%	Pas de colmatage
DCO	69%	Oxygénation du massif filtrant par les rhizomes
Zinc	78%	Formes solubles éliminées par précipitations : meilleur gradient redox à l'interface racines/ sédiments
Plomb	81%	
Cadmium	25%	
Hydrocarbures	82%	Développement de micro organismes qui dégradent les hydrocarbures

- Moins efficace sur les métaux lourds dissolus (cadmium) lors de faibles pluies (moins chargées en polluants),
- Participe au laminage des débits de pointe.

## REMARQUE

- Efficace pour le traitement de pollutions variables,
- Combinaison efficace avec un bassin de rétention en amont ou en aval,
- Manque de retour d'expérience concernant l'efficacité à long terme (longévité du système).

## SCHEMA DE PRICIPE





## 3. ELEMENTS RELATIFS AU BON ECOULEMENT DES EAUX PLUVIALES

### 3.1. Buses de franchissement

#### DEFINITION

Les buses de franchissement sont des ouvrages hydrauliques destinées à assurer le transit des écoulements au sein d'une route, d'un fossé pluvial ou une autre structure. Ces ouvrages doivent être convenablement dimensionnés, posés et entretenus afin de ne pas constituer d'obstacles aux écoulements.

#### CONCEPTION

- **Où ?**

En fond de fossé, au niveau des passages de franchissement des fossés pluviaux communaux.

- **Comment ?**

##### Préparation de la pose :

Le sol doit être adapté à la pose d'une buse de franchissement. Pour cela, il est impératif que les travaux soient réalisés en période de temps sec. En effet, la présence d'eau en fond de fossé rend la fondation instable.

##### Respect de la pente naturelle du fossé :

Il est indispensable de connaître les conditions d'écoulement du fossé pluvial afin de pouvoir positionner la buse en respectant la pente. L'ouvrage busé doit permettre l'évacuation des eaux pluviales.

##### Stabilisation du fond du fossé :

Afin d'assurer un positionnement optimal de la buse, le fossé devra être légèrement décaissé sur la longueur de la buse et recouvert d'un fond sableux d'environ 20 cm. La pose d'une sous-couche sableuse permet de stabiliser la buse, notamment s'il y a des cailloux et des graviers.

##### Positionnement de la buse en fond de fossé :

La buse doit être positionnée en fond de fossé et implantée selon la pente d'écoulement du fossé. Il est indispensable de vérifier les niveaux amont et aval de la buse afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de contre pente. De plus, celle-ci doit être centrée dans le fond du fossé et ne pas présenter de déplacement angulaire.

##### Remblayage :

Une fois la buse posée, il faut la recouvrir de matériaux sains de type grave ou tout venant 0/20 en veillant à éviter les cailloux saillants et les matériaux instables qui pourraient endommager l'ouvrage.

##### Compactage :

Durant le remblaiement, compacter le sol de chaque côté de la buse. A l'issue du remblaiement, s'assurer de la stabilité de l'ouvrage en le tassant.

- **Avec quoi ?**

En cas de positionnement d'une buse au sein d'un fossé communal, les dimensions et caractéristiques de l'ouvrage à poser sont définis par la mairie. Il faut bien se renseigner afin d'éviter de déroger aux dispositions imposées par la mairie, certaines collectivités imposent notamment la mise en place de tête d'aqueducs aux extrémités des ouvrages busés.



## ENTRETIEN

- Ramasser régulièrement les déchets ou les débris de végétaux qui obstruent les buses,
- S'assurer que la buse n'est pas fissurée à cause de la circulation sur le passage de franchissement.

## EXEMPLES D'OUVRAGES



*Buse de franchissement*



*Buse de franchissement avec tête d'aqueduc*