La gestion intégrée des eaux pluviales à la parcelle

CE QU'IL FAUT SAVOIR

CADEGEAU
Études environnementales et géotechniques

Les 4 grands intérêts de la gestion des eaux pluviales

LES INTÉRÊTS

- Réduction du risque inondation :
  - Moins d'eau dans les canalisations,
  - Moins de ruissellement de surface,
  - Rechargement des nappes.
- Préservation de la qualité de l'eau :
  - Moins d'apport de pollution car moins de ruissellement en surface et donc réduction de la dégradation du milieu récepteur.
- Maitrise des dépenses :
  - Diminution des volumes d'eau apportés aux stations de traitement et réduction des terrassements liée à la pose de canalisations.
- Aménagements durables des villes :
  - Diminution des espaces imperméables.

SOMMAIRE

I – Règlementation

II – Perméabilité du sol

III – Dimensionnement

IV – Choix du système de Gestion des eaux pluviales

V – Avertissements – Faire une étude d’assainissement des eaux pluviales

I - Réglementation

La gestion des eaux pluviales est régie par le code de l'environnement et le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Code de l'environnement – article R214-1

2.1.5.0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :
1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;
2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).

SDAGE Loire Bretagne

Disposition 3D-1	Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements ;
Disposition 3D-2	Limiter les apports d'eau de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements ;
Disposition 3D-3	Traiter la pollution des rejets d'eaux pluviales.

Réglementation locale

Plan Local d'Urbanisme
Zonage des eaux pluviales
Schéma directeur des eaux pluviales

II – Perméabilité du sol

Pour déterminer la perméabilité d'un sol, nous réalisons des essais de perméabilité ainsi qu'une étude pédologique.

Le tableau ci-dessous synthétise le lien entre la perméabilité et la nature du sol :

	m/s	Risque de pollution de la nappe				Valeurs possibles pour infiltration					Infiltration impossible par des moyens classiques				
			10^{1}	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
	mm/h						3600	360	36	3.6	0.36					
Granulométrie	homogène	Gravier pur				Sable pur	Sable très fin				Silt	Argile			
	variée	Gravier gros et moyen		Gravier et sable			Sables et argiles-limons								
Types de formation		Perméables					Semi-perméables					Imperméables			

Valeurs du coefficient de perméabilité selon la granulométrie des sols (source : ASTEE 2017, Castany 1982)

Type d'essai de perméabilité	Protocole	Remarque
Essai Porchet	Réalisation d'un sondage à la tarière manuelle jusqu'à la couche à tester. Installation d'une cellule à niveau d'eau constant, après saturation du sol.	Essai le plus courant mais réalisé à une faible profondeur dans un petit échantillon de sol. ➔ Sol superficiel
Essai infiltromètre ouvert à double anneau	Pose d'un test sur une surface plane avec un infiltromètre à double anneau. Le niveau constant est assuré dans l'anneau central et l'anneau externe (dit de garde) et permet de privilégier les écoulements verticaux. **(Norme NF X30-418)**	Mesure de la perméabilité superficielle du sol de moyennement perméable à peu perméable (K entre 10^{-5} et 10^{-9} m.s^{-1})
Essai Matsuo	Réalisation d'une fosse à la pelle mécanique et suivi des volumes et niveaux d'eau. Un 2ème essai est réalisé en allongeant la fosse afin de supprimer les effets des bords	Mesure de la perméabilité sur une grande échelle. Elle peut être réalisée sur plusieurs horizons pédologiques en même temps (K inférieur 10^{-4} m.s^{-1})
Essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert	Réalisation d'un test d'infiltration dans un forage géotechnique. Suivi de la variation de charge hydraulique créée de préférence par injection à débit constant. **(Norme NF EN ISO 22282-2)**	Mesure de la perméabilité horizontale sur les couches profondes des sols (K supérieur 10^{-6} m.s^{-1})

III – Dimensionnement

Le dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales est dépendant du temps de retour de la pluie considérée pour la ville du projet (Nantes 100 ans, Cholet 30 ans). De ce temps de retour, nous pourrons ainsi dimensionner le volume d'eau à stocker.

Ordre de grandeur du volume à stocker à la parcelle pour un débit de fuite de 3L/s/ha au réseau d'eaux pluviales

Type de parcelle	Parcelle de 300 m² avec 100 m² d'imperméabilisé	Parcelle de 500 m² avec 150 m² d'imperméabilisé	Parcelle de 500 m² avec 250 m² d'imperméabilisé	Parcelle de 1000 m² avec 250 m² d'imperméabilisé
Volume à Stocker pour une pluie décennale	1,5 m^3	2,5 m^3	4,5 m^3	6 m^3
Volume à Stocker pour une pluie centennale	3 m^3	5 m^3	9,5 m^3	12 m^3

III – Dimensionnement

Ordre de grandeur du volume à stocker à la parcelle pour une infiltration in situ (en m^3) pour une pluie décennale

Avec : Q(fuite) = S(fuite) x Coefficient de perméabilité

	Parcelle de 500 m² avec 150 m² d'imperméabilisé			**Parcelle de 1000 m² avec 250 m² d'imperméabilisé**		
Surface d'infiltration du sol	25 m²	50 m²	100 m²	25 m²	50 m²	100 m²
5 mm/h	5	4,5	3,5	9,5	8,5	7
10 mm/h	4,5	3,5	3	8,5	7	5,5
20 mm/h	3,5	3	2	7	5,5	4,5
30 mm/h	3	2,5	1,5	6	5	3,5
50 mm/h	2,5	2	1	5	4	2,5
100 mm/h	2	1	0,5	4	2,5	1,5

IV – Choix du système

Le choix du système est fonction de :

1 – La nature du sol
(Infiltration ou Régulation)

↓

2 – Volume à stocker

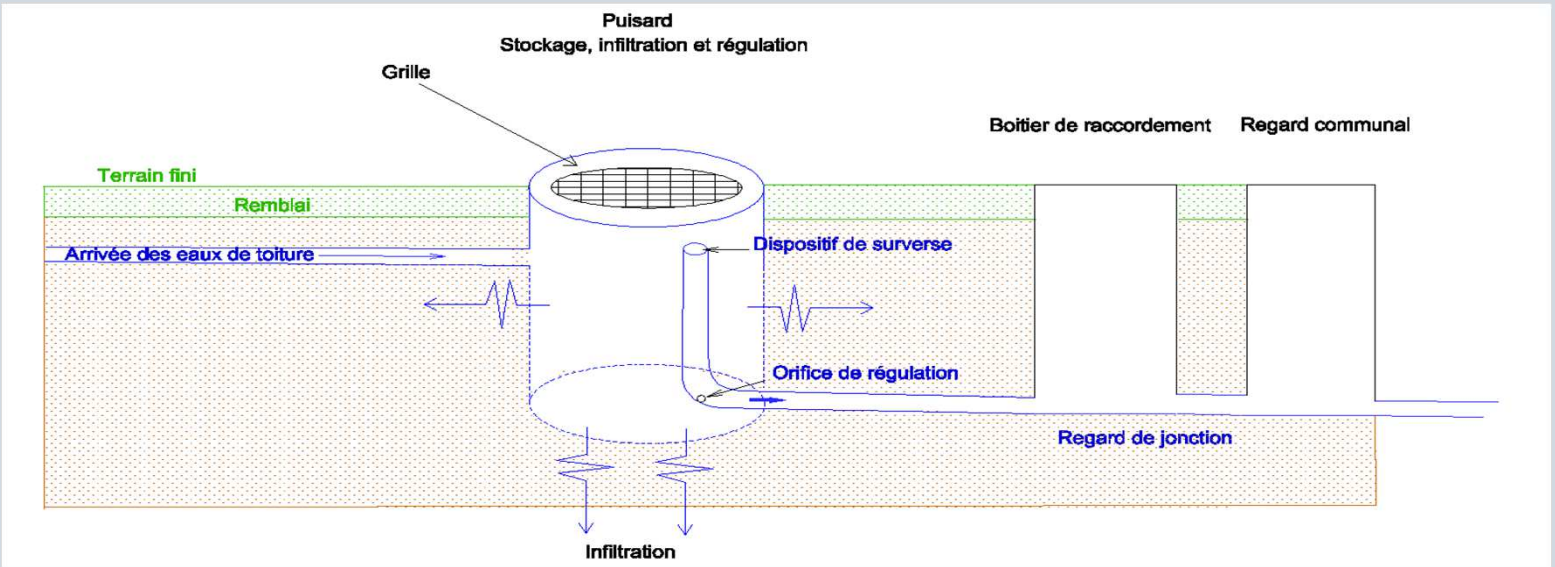
↓

3 – Intégration dans le projet

Il faut noter que les systèmes présentés par la suite ne peuvent pas tous être adaptés à l'ensemble des terrains (une étude de sol géotechnique est souvent nécessaire).

Puisard d'infiltration

- Grande capacité de stockage et faible coût de pose
- Entretien de l'ensemble du système
- Situé au moins à un mètre au-dessus de la nappe
- Ne doit pas se trouver à proximité des arbres et arbustes



Fonctionnement d'un puisard (Source : FLI Cadegeau)

Rejet d'un puisard (Source : pointp)

Puisard d’infiltration

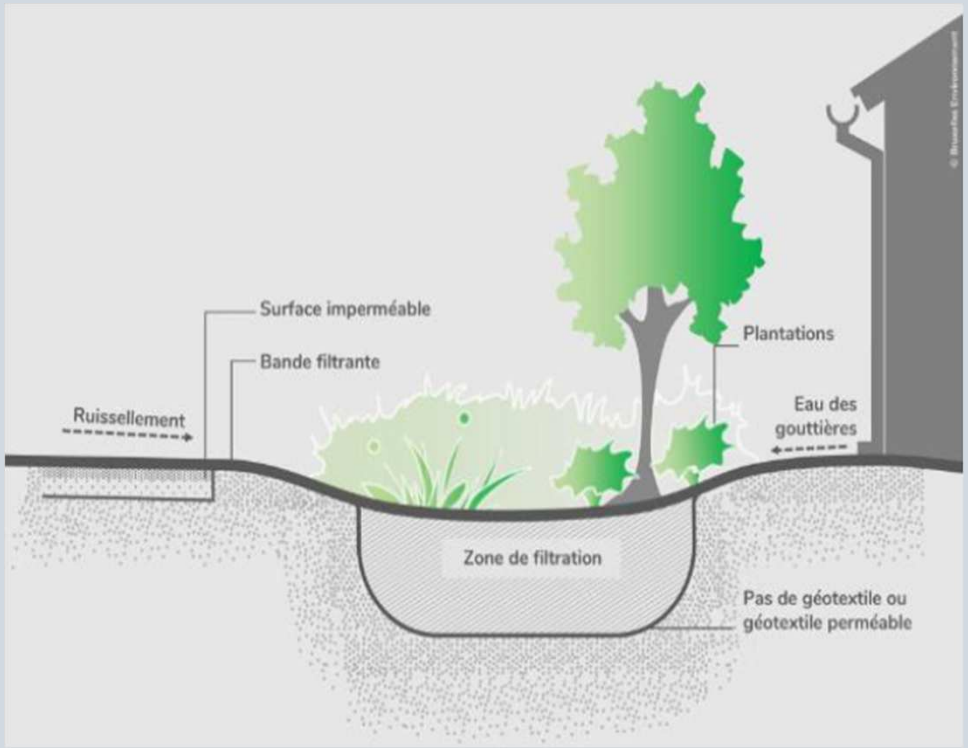
Quelques photos pour illustrer :

Puisard d’infiltration
(Source : FONT TP MARTINAUD)

Puisard d’infiltration (Source : EURL Layon TP)

Jardin de pluie

- Dépression peu profonde n'entrainant pas de surcoût
- Bonne intégration paysagère
- Jardin de pluie en cascade -> réduction du débit
- Bonne dépollution des eaux
- Entretien nécessaire pour limiter les nuisances dues à la stagnation de l'eau



Fonctionnement d'un jardin de pluie (Source : environnment .brussels)

Jardin de pluie

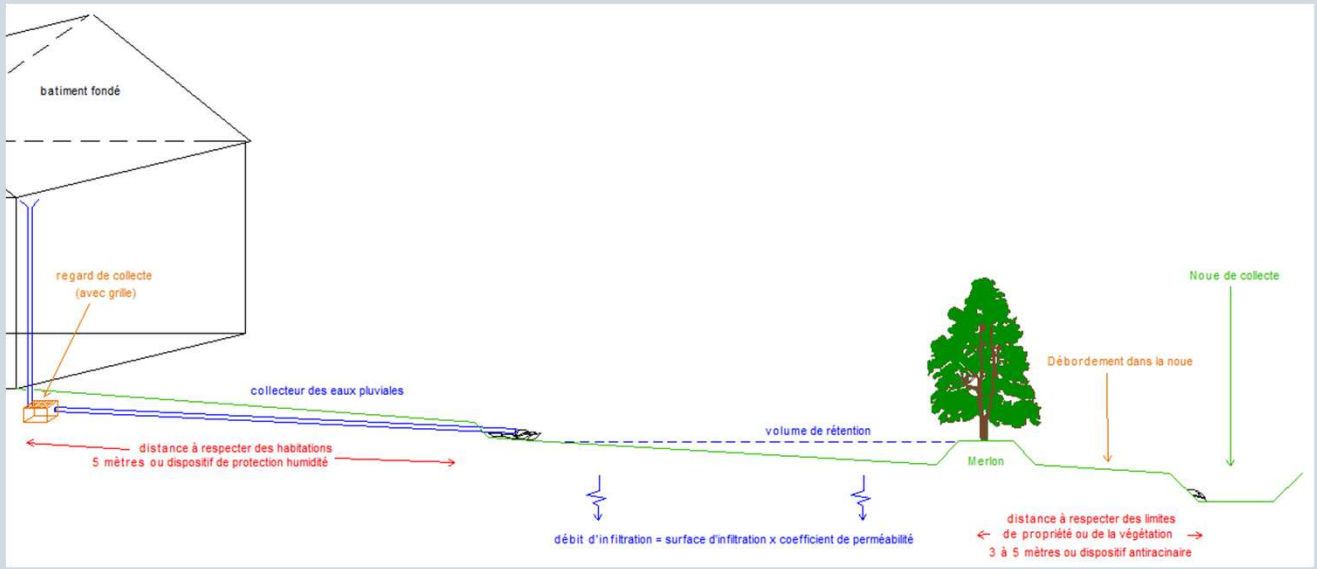
Quelques photos pour illustrer :

Jardin de pluie en jardinière (Source : wikhydro)

Jardin de pluie (Source : COBARIC)

Infiltration en surface (merlon)

Le principe de ce dispositif est de créer une « barrière imperméable », appelée merlon, capable de retenir les eaux de ruissellements de la parcelle. Cette zone permet la rétention des eaux de la parcelle ainsi que l'infiltration dans le sol en place.



Fonctionnement d'une zone d'infiltration avec un merlon
(Source : FLI Cadegeau)

(Source : FLI Cadegeau)

Massif filtrant

- Principe : infiltration dans un massif sableux ou graveleux drainant
- Grande capacité de filtration
- Ne doit pas se trouver à proximité des arbres et arbustes (ou mettre un dispositif anti-racinaire)

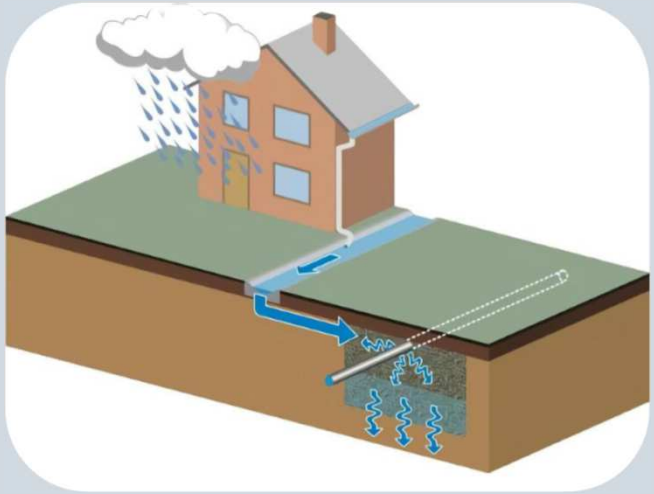


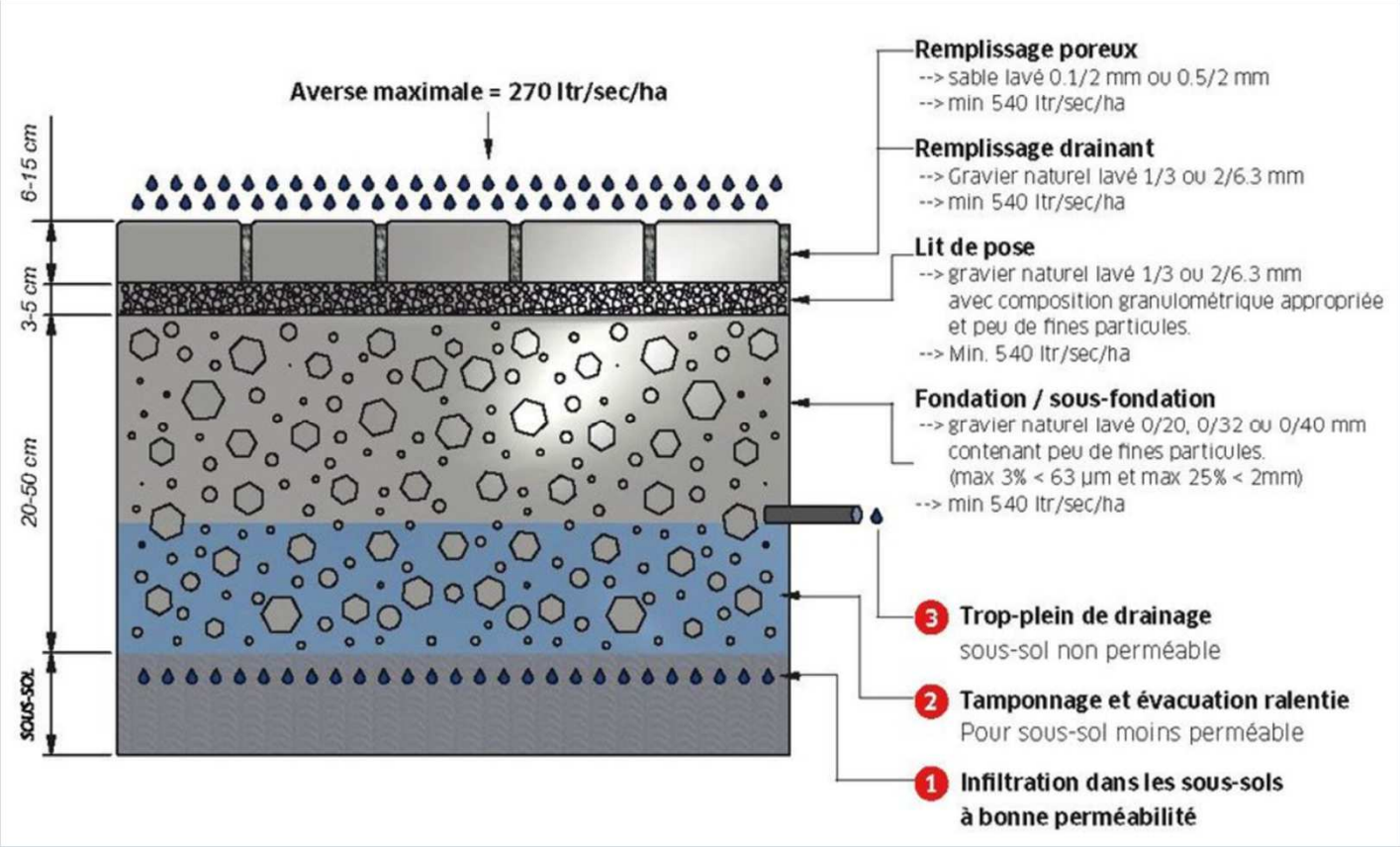
Schéma d'un massif filtrant
(Source : environnment.brussels)

Le volume du massif ne correspond pas au volume de rétention

Environ 20% de vide

Massif filtrant
(Source : actu-environnement)

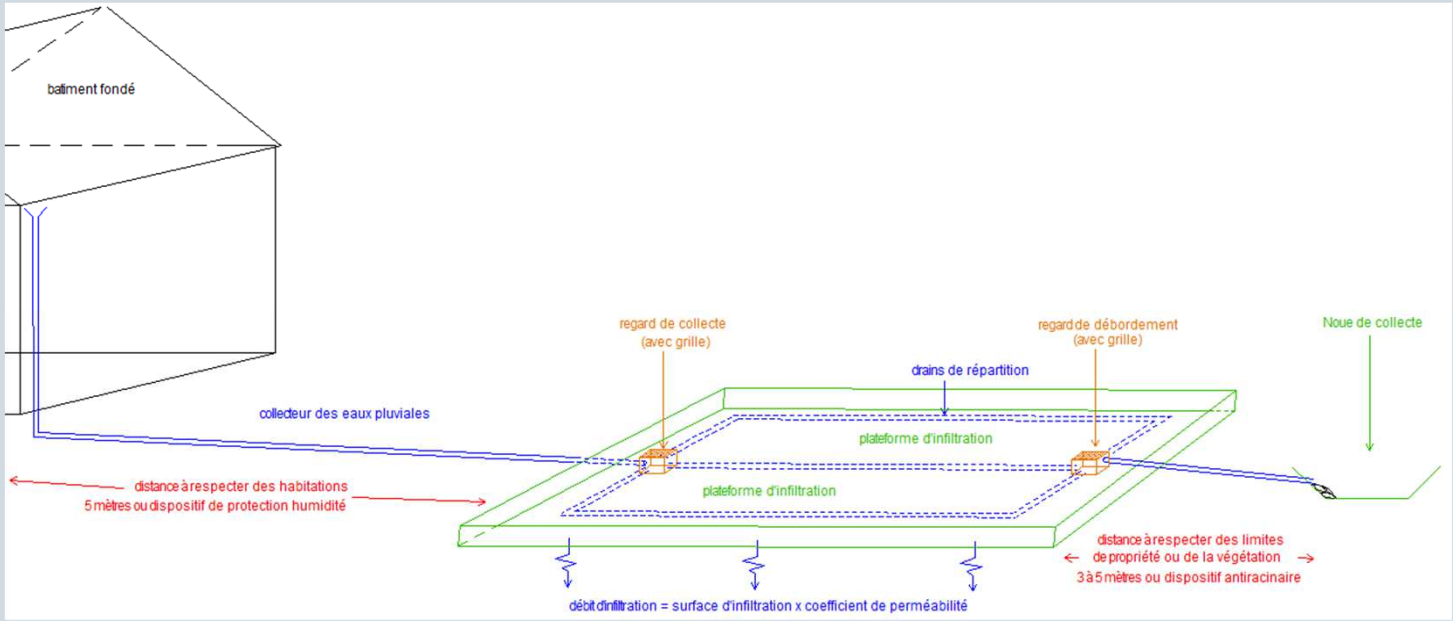
Rétention en structure drainante



Fonctionnement d'une structure drainante
(Source : hqe.guidenr)

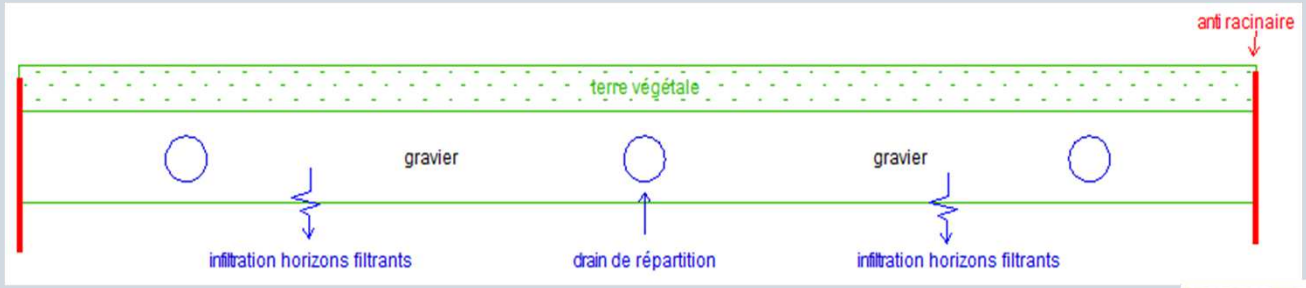
- Collecte des eaux pluviales par ruissellement ou au travers un drain
- Stockage de l'eau dans la structure
- 2 types d'évacuation
  - Infiltration dans le sol
  - Evacuation par un exutoire

Plateau d'infiltration



Fonctionnement d'un plateau d'infiltration
(Source : FLI Cadegeau)

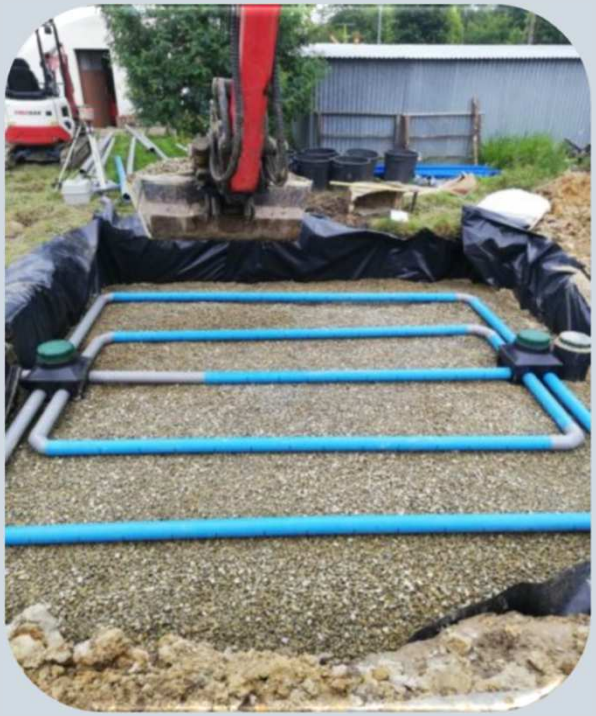
Le principe de ce dispositif est de créer une zone remplie de gravier et alimentée par des drains. Cette zone permet la rétention des eaux pluviales grâce aux interstices entre les graviers ainsi que l'infiltration par le fond de l'ouvrage.



Coupe transversale d'un plateau d'infiltration
(Source : FLI Cadegeau)

Plateau d’infiltration

Quelques photos pour illustrer :



Plateau d’infiltration avant recouvrement
(Source : GELADE-47)

Plateau d’infiltration
(Source : le-filtre-plante)

Structure Alvéolaire Ultra Légère (SAUL)

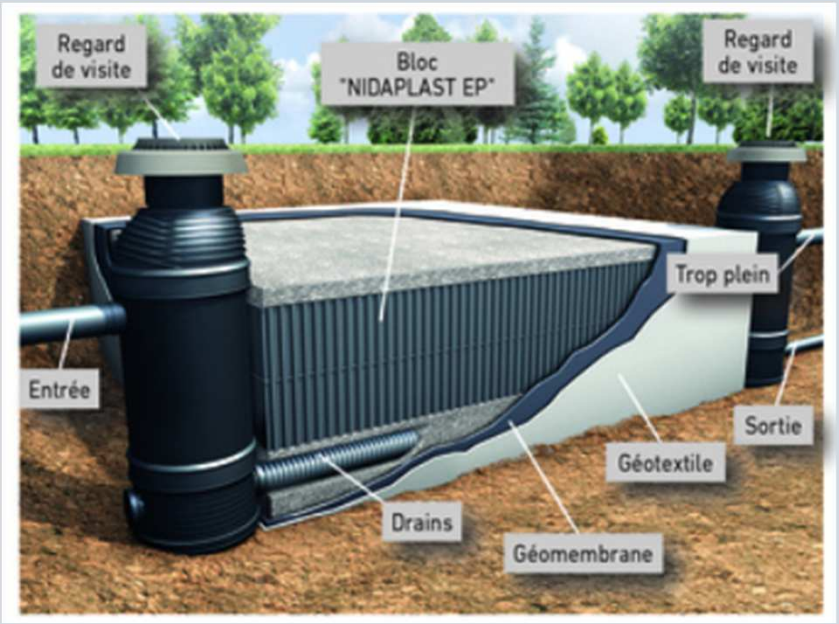
SAUL pour bassin enterré de stockage
(Source : ACO)

- Grande capacité de stockage
- Pourcentage de vide supérieur à 90%
- Coûteux à mettre en place
- Collecte des eaux pluviales par ruissellement ou au travers un drain
- 2 types d'évacuation :
  - Infiltration dans le sol
  - Evacuation par un exutoire

Structure Alvéolaire Ultra Légère (SAUL)

Quelques photos pour illustrer :

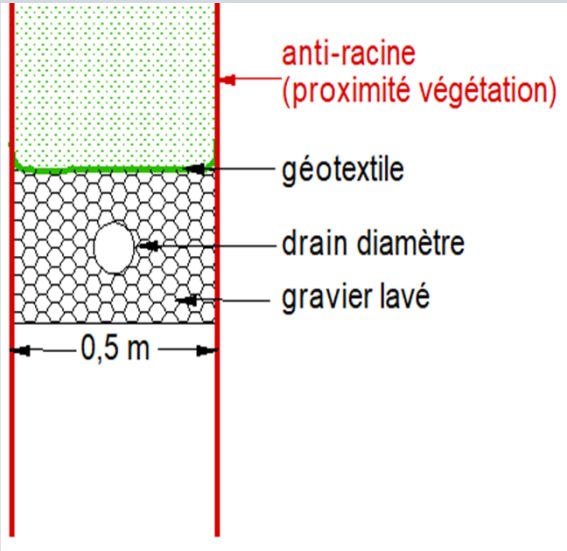
Structure alvéolaire (Source : seine-centrale-urbaine)



Structure « nid d'abeille »
(Source : nidaplast)

Tranchée d'infiltration

- Principe identique au massif filtrant mais ouvrage plus étroit et linéaire
- Grande capacité de filtration
- Ne doit pas se trouver à proximité des arbres et arbustes (ou mettre un dispositif anti-racinaire)



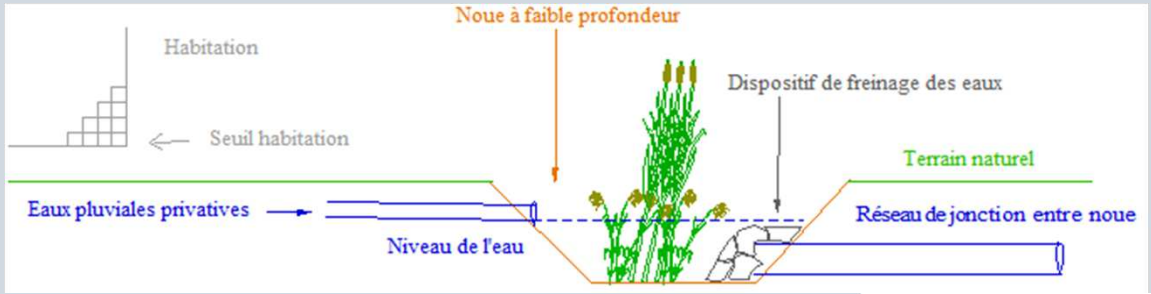
Composition d'une tranchée d'infiltration
(Source : FLI Cadegeau)

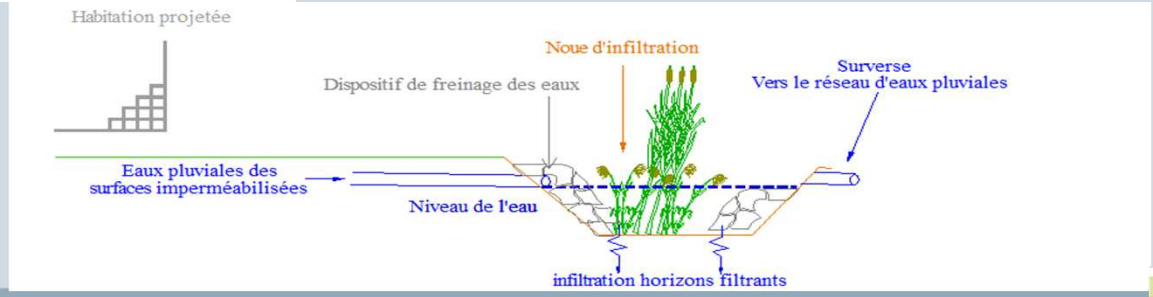
Tranchée d'infiltration
(Source : actu-environnement)

Noue et fossé d'infiltration

- Aménagements linéaires avec une pente faible
- Végétalisés ou partiellement pavés
- Possibilité de mettre des drains au fond de l'ouvrage
- Entretien simple et bonne dépollution des eaux

Eviter le piétinement des fonds de noues et de fossés





Fonctionnement d'une noue de régulation et d'une noue d'infiltration
(Source : FLI Cadegeau)

Noue et fossé d'infiltration

Quelques photos pour illustrer :

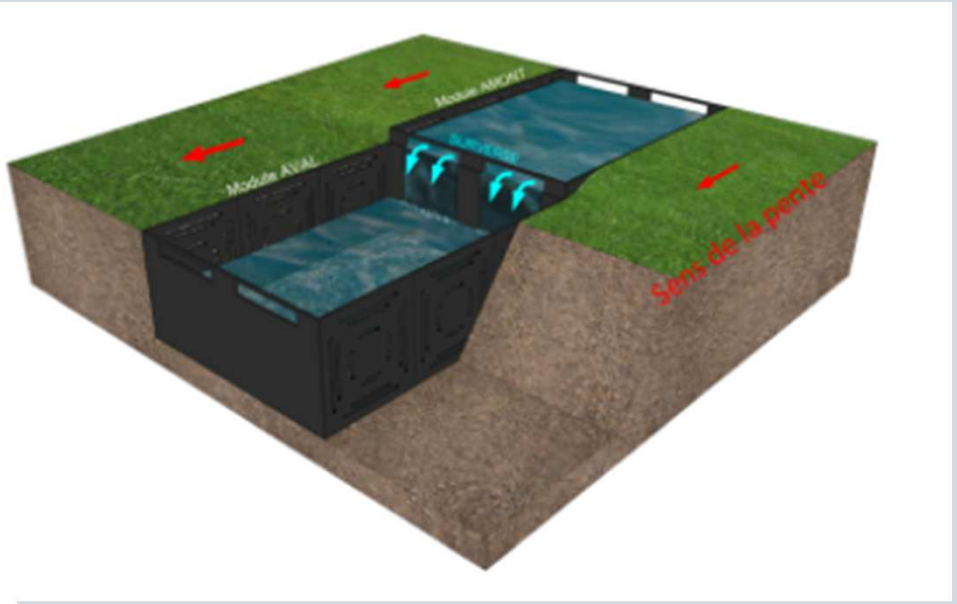
Noue d'infiltration (Source : FLI Cadegeau)

Noue d'infiltration (Source : FLI Cadegeau)

Fossé d'infiltration (Source : areas-asso)

Echelle d'eau et fossé à redents

- Stockage et vidange par surverse
- S'adapte bien au terrain plat
- Peut permettre l'infiltration de l'eau après filtration



Echelle d'eau (Source : Efoh.fr)

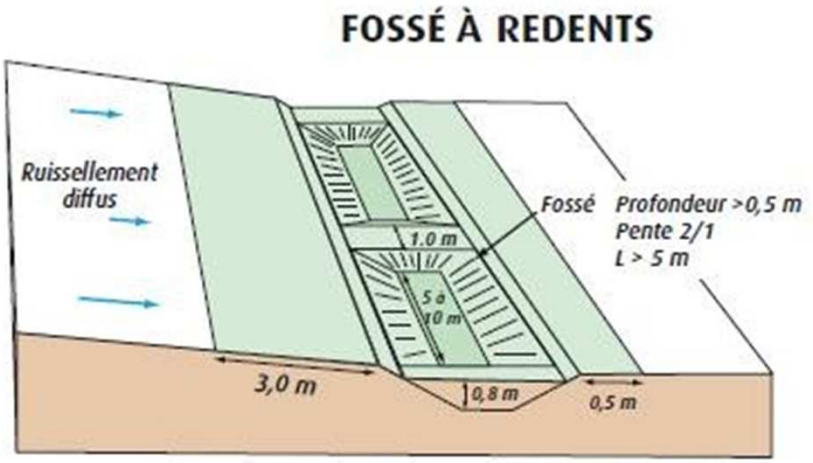
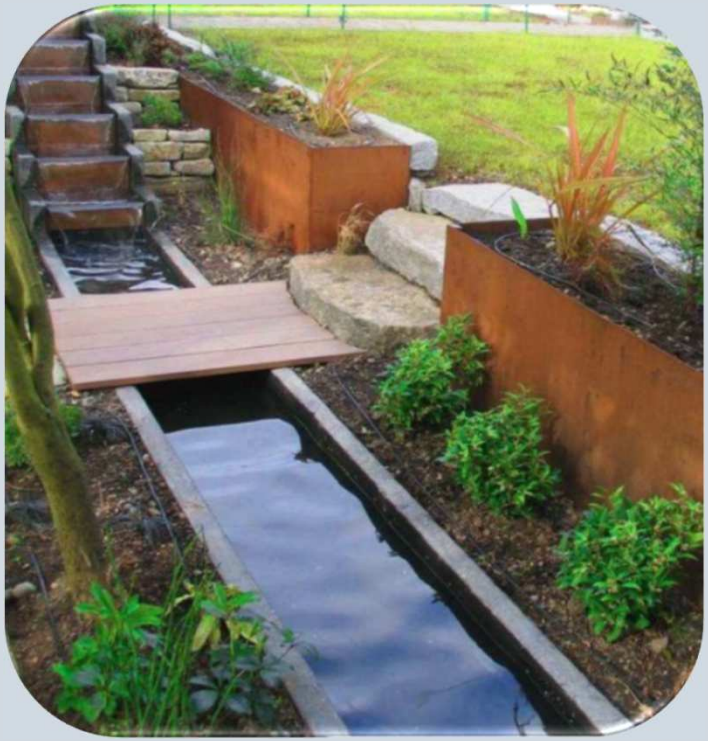


Schéma conceptuel (Source : AREAS et Chambre d'agriculture de Seine Maritime)

- Canalisation des ruissellements
- Ralentissement des ruissellements (variable selon matériau utilisé)
- Création de flaques

Echelle d’eau et fossé à redents

Quelques photos pour illustrer :



Echelle d’eau (Source : deavita)

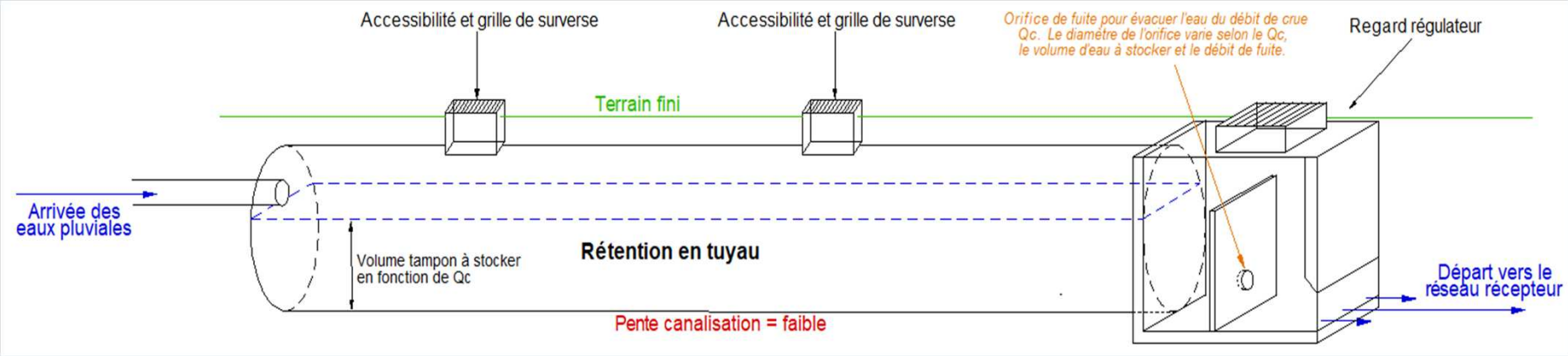
Fossé à redents en béton
(Source : inondations.wallonie.be)

Fossé à redents en bois
(Source : agev-solutions)

Fossé à redents en pierre
(Source : omer.cemagref)

Rétention en tuyaux

- Grand linéaire enterré
- Débit de fuite
- Dispositif anti-racinaire conseillé
- Grande capacité de stockage
- Entretien fréquent
- Coûteux à mettre en place



Fonctionnement de la rétention en tuyaux (FLI Cadegeau)

Rétention en tuyaux

Quelques photos pour illustrer :

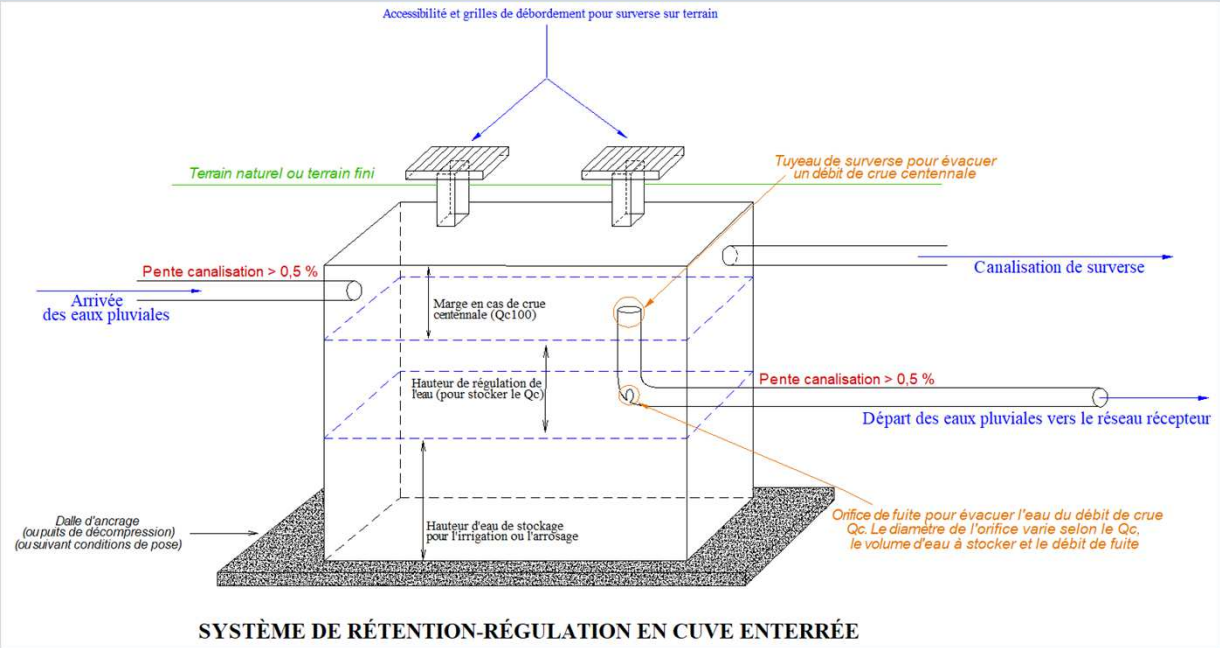
Tuyaux en polyéthylène (PEHD)
(Source : mypum)

Tuyaux en acier (Source : tubosider)

Tuyaux en béton (Source : alberdibeton)

Rétention en cuve

- Grande capacité de stockage
- Entretien fréquent
- Coûteux à mettre en place



Fonctionnement d'une cuve enterrée (Source : FLI Cadegeau)

- En descente de gouttière
- Peut être utilisé pour l'arrosage du jardin (dimensionnement en conséquence)

Jeu de vannes

Vers le réseau récepteur (par défaut)	Pour l'arrosage ou l'irrigation
Evacuation du débit de régulation et du débit de surverse	Utilisation d'une pompe (peut aussi être utilisée pour réguler)

Rétention en cuve

Quelques photos pour illustrer :

Fonctionnement d'une cuve
(Source : batiactu)

Cuve en polyéthylène (PEHD)
(Source : batiweb)

Cuve en béton (Source : hellopro)

Toit stockant

- Stocke puis évacue
- Grande capacité de rétention
- Esthétique, isolation phonique et thermique
- Entretien essentiel

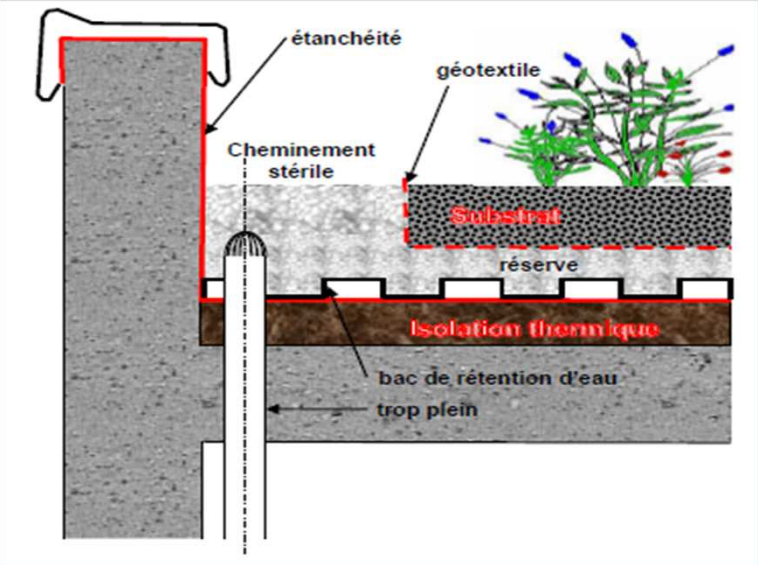


Schéma conceptuel (Source : ASTEE 2017)

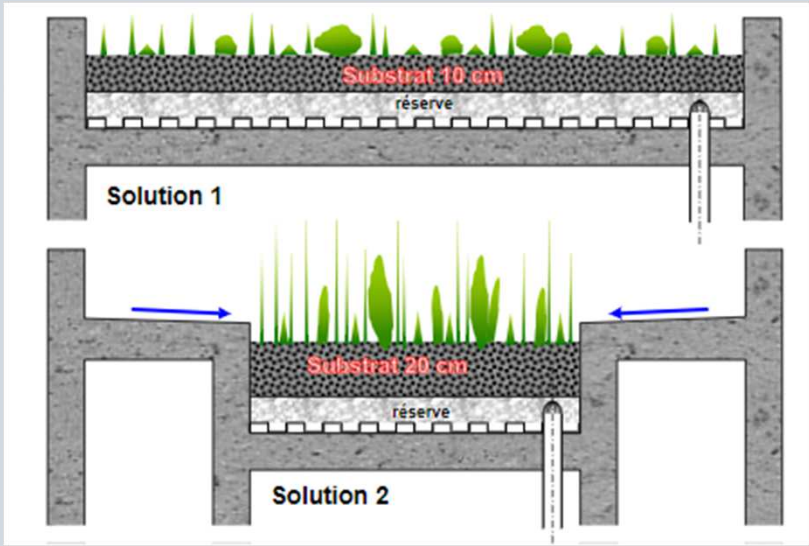


Schéma conceptuel (Source : ASTEE 2017)

- Différentes possibilités d'agencement en fonction :
  - du substrat
  - de la surface du toit
  - du volume des eaux pluviales à gérer, etc

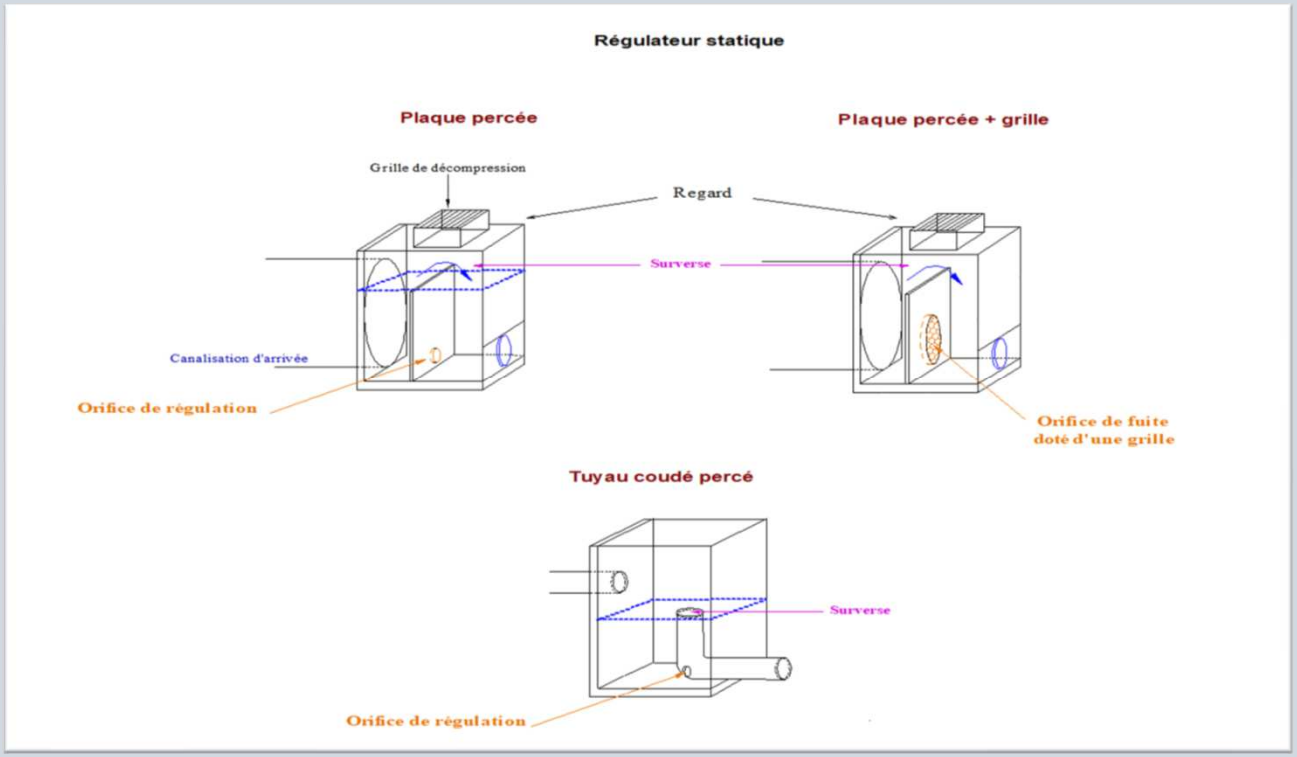
Toit stockant

Quelques photos pour illustrer :

Toit stockant (Source : hqe.guidenr)

Toit stockant (Source : nidaplast)

Régulateurs statiques



Différents régulateurs statiques (FLI Cadegeau)

- Différents systèmes de régulation possibles
- Différents types de surverse
- Orifice de fuite de 50 mm minimum (pour éviter le colmatage) ou mise en place d'un régulateur dynamique

Tableau comparatif de différents dispositifs de gestion des eaux pluviales (Source : ASTEE 2017)

★★★ point fort de la technique ★★ plus performant que la moyenne des techniques alternatives ★ dans la moyenne des techniques alternatives ° moins performant que la moyenne des techniques alternatives	Toiture Terrasse végétalisée intensive	Toiture Terrasse végétalisée extensive	Revêtement perméable	Jardin de pluie en pleine terre	Fossé noue	Bassin d'infiltration	Tranchée d'infiltration	Caniveau Filtrant	Puits d'infiltration	Toiture Terrasse non Végétalisée stockante	Bassin sec paysager	Bassin en eau	Espace inondable	Chaussée à Structure Réservoir	Bassin enterré	Cuve de récupération EP[1]
Bénéfices environnementaux (hors qualité des eaux)	★★★	★★	★	★★★	★★★	★★	★★	★★	★	°	★★	★★★	★	★	°	★
Sujétions d'entretien	★★	★★★	★	★★	★	★	★	°	★	★★★	★	★	★★	★★	★	°
Visibilité	★★	★★	★★	★★★	★★★	★	°	°	°	★★	★★	★★★	★★★	°	°	★★
Sécurité	★	★	★	★★	★★	★	★★	★★	★★	★	★	°	★★	★★	★★	★
Simplicité de conception	°	★	★	★★	★★★	★	★	★	★	★★	★	°	★	★	★★	★★
Facilité d'adaptation à différents contextes	★	★★	★★★	★	★	★	★★	★★	★★	★★	★	°	★★	★★	★★	★
Coût / bénéfice	★★	★★	★★	★★★	★★	★	★	★	★	★★	★★	★★	★★★	★	★	°

V – Avertissements

Quelques points indispensables auxquels il faut penser :

- Vérifier les caractéristiques du sol par une étude géotechnique : présence d'une nappe ou non
- Mettre un système anti-racinaire
- Sécuriser l'accès pour éviter les accidents
- Toujours prévoir une surverse qui n'occasionne pas de dégâts chez les tiers
- Gérer les eaux de débordement sur la parcelle

Pourquoi faire une étude d'assainissement des eaux pluviales ?

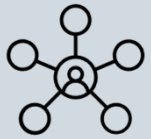
CONTENU MINIMUM D'UNE ETUDE

Etude de sol et de perméabilité

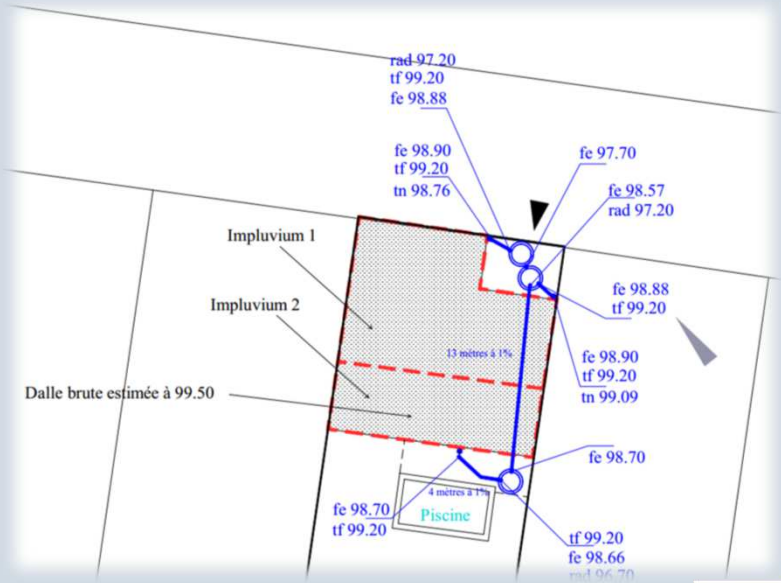
Relevé topographique référencé

Choix du dispositif d'assainissement

RESULTATS ATTENDUS



Un rapport d'étude présentant une solution d'assainissement des eaux pluviales précise et cotée pour les intervenants de la construction



Merci de votre attention

CADEGEAU
Études environnementales et géotechniques

Bureau d'étude ingénierie de l'eau, du sol et de l'environnement

Site internet : http://cadegeau.fr/